

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ
КАФЕДРА АГРОХІМІЇ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня – МАГІСТР

на тему: **«Оптимізація системи удобрення ріпаку ярого на темно-сірому
опідзоленому ґрунті Івано-Франківської області»**

Виконав студент VI-го курсу, групи Аг-62
спеціальності 201 «Агрономія»

БУЛЬБА МИКОЛА ІВАНОВИЧ

Керівник: **Оксана ГАСЬКЕВИЧ**

Рецензент: _____

Дубляни 2025 року

Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій ім. с. Гжицького

Факультет агротехнологій та охорони довкілля

Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Освітній ступінь "магістр"

Спеціальність 201 "Агрономія"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Зав. кафедри _____.

(підпис)

к. геогр. наук, доцент

Оксана ГАСЬКЕВИЧ

(наук. ступ., вч. зв.)

(ініціали і прізвище)

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту **Бульбі Миколі Івановичу**

1. Тема роботи: «Оптимізація системи удобрення ріпаку ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті Івано-Франківської області»

Керівник кваліфікаційної роботи Гаськевич Оксана Володимирівна,

кандидат географічних наук, доцент

Затверджені наказом по університету від “ 31 ” грудня 2024 р. № 906/к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 1 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи: Системи удобрення ярого ріпаку: 1) контроль – без внесення добрив; 2) $N_{60}P_{40}K_{60}$; 3) $N_{90}P_{60}K_{90}$; 4) $N_{120}P_{80}K_{120}$. Вплив мінерального живлення на вміст поживних елементів у ґрунті, продуктивність культури. Ґрунт – темно-сірий опідзолений, ґрунтово-кліматична зона – Лісостеп.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

Розділ 2. Умови, вихідний матеріал і методика досліджень

Розділ 3. Результати досліджень

Розділ 4. Охорона праці та захист населення

Розділ 5 Охорона навколишнього природного середовища

Висновки і пропозиції виробництву

Бібліографічний список.

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)

1. Ілюстративні таблиці за результатами досліджень в основній частині роботи (13 шт.) і в додатках (2 шт.)

2. Рисунки гідротермічних умов дослідження (2 шт.), динаміки досліджуваних показників (9).

6. Консультанти з розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис / дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
З охорони праці та захисту населення	Городецький І. М. , доц.каф. інженерної механіки			
З охорони навколишнього середовища	Хірівський П.Р. , зав. каф. екології та захисту довкілля доцент			

7. Дата видачі завдання 20 вересня 2024 р.

Календарний план

№ з/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Відмітка про виконання
1	Вивчення впливу удобрення ярого ріпаку на властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту та продуктивність культури в умовах Івано-Франківської області.	03.2024 – 08.2025	
2	Написання розділу 1. Огляд літератури	до 02.2025	
3	Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень	01.02.2025-01.04.2025	
4	Написання розділу 3. Результати досліджень	01.04.2025-01.10.2025	
5	Написання розділу 4. Охорона праці та захист населення.	01.10.2025 – 31.10.2025	
6	Написання розділу 5. Охорона навколишнього природного середовища. Формування висновків, бібліографічного списку, додатків.	01.11.2025-01.12.2025	

Студент

Микола БУЛЬБА

(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

Оксана ГАСЬКЕВИЧ

(підпис)

Оптимізація системи удобрення ріпаку ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті Івано-Франківської області. Бульба М. І. Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. Дубляни, ЛНУВМБ ім. С. Ґжицького, 2025.

71 с. текст. част., 9 табл., 12 рис., 63 джерела

Вивчення впливу різних рівнів мінерального живлення ярого ріпаку на його врожайність та якість насіння проведено впродовж 2024–2025 років в умовах ТзОВ “*****” Івано-Франківської області на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Мета досліджень – встановлення оптимальної норми мінеральних добрив, за якої формується висока врожайність та якість насіння ріпаку, а також підтримується бездефіцитний баланс поживних елементів у ґрунті.

Полеві досліді закладено за такою схемою: 1) контроль – без внесення добрив; 2) $N_{60}P_{40}K_{60}$; 3) $N_{90}P_{60}K_{90}$; 4) $N_{120}P_{80}K_{120}$. Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони Лісостепу України. У досліді використано гібрид ярого ріпаку Мірабель.

Встановлено, що норма добрив $N_{120}P_{80}K_{120}$ забезпечила найвищу врожайність насіння ярого ріпаку Мірабель на темно-сірому опідзоленому ґрунті – 3,00 т/га, що перевищило показник контролю на 60,4%. Використання мінеральних добрив знижувало собівартість насіння та збільшувало рентабельність вирощування ріпаку. Найбільш рентабельним було внесення $N_{120}P_{80}K_{120}$ – рівень рентабельності становив 97,3%.

Для ефективного вирощування ярого ріпаку гібриду Мірабель на темно-сірому опідзоленому ґрунті з умов Західного Лісостепу доцільно вносити мінерального добрива у кількості $N_{120}P_{80}K_{120}$ (фосфорно-калійні – під основний обробіток ґрунту, азот – N_{40} восени, решту $N_{50} + N_{30}$ – у формі підживлень). За такої норми удобрення створюються найкращі умови для розвитку рослин, що дозволяє отримати найвищий врожай з добрими показниками якості насіння.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯРОГО РІПАКУ (аналіз літературних джерел)	8
1.1. Стан і тенденції розвитку ринку насіння ярого ріпаку в Україні та у світовому аграрному секторі	8
1.2. Морфологічні особливості та біологічні вимоги ярого ріпаку	10
1.3. Вплив елементів живлення на продуктивність ярого ріпаку	12
Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ	17
2.1. Загальна характеристика та природні умови території господарства ...	17
2.2. Клімат та погодні умови періоду досліджень	19
2.3. Методика досліджень	21
2.4. Агротехніка вирощування ярого ріпаку у досліді та характеристика гібриду	23
Розділ 3. ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯРОГО РІПАКУ ЗА РІЗНИХ НОРМ УДОБРЕННЯ (результати досліджень)	26
3.1. Морфологічна будова та властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту	26
3.2. Фізико-хімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту.....	29
3.3. Динаміка вмісту поживних елементів за різних норм удобрення ярого ріпаку	30
3.4. Вплив удобрення на ріст та розвиток рослин ярого ріпаку гібриду Міракель	34
3.5. Структура врожаю ярого ріпаку Міракель за різних норм удобрення...	37
3.6. Вплив удобрення на врожайність ярого ріпаку Міракель	40
3.7. Якість насіння ярого ріпаку Міракель за різних норм удобрення.....	42
3.8. Економічна та енергетична ефективність внесення добрив під ярий ріпак гібриду Міракель	44
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ У ГОСПОДАРСТВІ.....	48
4.1. Загальні положення та аналіз стану охорони праці у ТзОВ “*****”	48

4.2. Покращення гігієни праці, пожежної безпеки і техніки безпеки у вирощуванні ярого ріпаку	49
4.3. Захист населення у надзвичайних ситуаціях	51
Розділ 5. ОХОРОНА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	52
5.1. Охорона ґрунтів у сільському господарстві	52
5.2. Охорона водних ресурсів.....	53
5.3 Охорона атмосферного повітря.....	54
5.4 Захист і примноження біорізноманіття	55
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	57
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	59
ДОДАТКИ	66
Додаток А. Технологічна карта вирощування ярого ріпаку.....	67
Додаток Б. Гранулометричний склад темно-сірого опідзоленого ґрунту	69
Додаток В.1. Статистична обробка даних врожайності ярого ріпаку за 2024 рік	70
Додаток В.2. Статистична обробка даних врожайності ярого ріпаку за 2025 рік	71

ВСТУП

Актуальність досліджень. У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва питання оптимізації системи удобрення ярого ріпаку набуває особливої актуальності, оскільки ця культура є одним із ключових джерел рослинної олії, високобілкового шроту та перспективним компонентом у структурі сівозмін. Зростання попиту на ріпакову продукцію на внутрішньому та світовому ринках, а також необхідність підвищення ефективності використання орних земель у межах Івано-Франківської області, зокрема на темно-сірих опідзолених ґрунтах, визначають потребу в розробці адаптованих технологічних рішень щодо удобрення. Враховуючи специфічні властивості цих ґрунтів, такі як низький вміст гумусу, кислотність та середня забезпеченість елементами живлення, оптимізація живлення ярого ріпаку є важливою умовою формування високої та стабільної урожайності.

Метою дослідження є наукове обґрунтування та визначення оптимальних параметрів системи удобрення ярого ріпаку, що забезпечують максимальну ефективність використання елементів живлення, підвищення врожайності та покращення якості отриманої продукції в умовах Івано-Франківської області. Для досягнення цієї мети передбачено виконання таких **завдань**:

- вивчення агрохімічних і фізичних властивостей темно-сірого опідзоленого ґрунту;
- дослідження впливу різних норм і співвідношень мінеральних добрив на ріст, розвиток і продуктивність культури;
- визначення оптимальних агрохімічних параметрів удобрення;
- формування рекомендацій щодо раціональної системи удобрення в умовах регіону.

Об'єктом дослідження виступає система удобрення ярого ріпаку в умовах темно-сірих опідзолених ґрунтів Івано-Франківської області.

Предметом дослідження є вплив різних норм та співвідношень мінеральних добрив на ріст, розвиток та продуктивність культури, а також на агрохімічні показники ґрунтового середовища.

Методологія дослідження включає комплекс польових, лабораторних та аналітичних методів. Польові дослідження дозволяють оцінити реакцію рослин на різні системи живлення. Лабораторні аналізи забезпечують визначення вмісту елементів живлення в ґрунті та рослинній масі, тоді як статистичні методи дають можливість встановити достовірність отриманих результатів і формулювати обґрунтовані висновки.

Наукова новизна роботи полягає у визначенні оптимальних доз та поєднань мінеральних добрив, адаптованих саме до темно-сірих опідзолених ґрунтів Івано-Франківщини, а також у встановленні особливостей реакції ярого ріпаку на мінеральне живлення в умовах регіону.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості застосування запропонованої системи удобрення у господарствах області, що сприятиме підвищенню ефективності вирощування культури, покращенню родючості ґрунтів і збільшенню економічної віддачі виробництва.

РОЗДІЛ 1

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯРОГО РІПАКУ

(аналіз літературних джерел)

1.1. Стан і тенденції розвитку ринку насіння ярого ріпаку в Україні та у світовому аграрному секторі

Ринок насіння ярого ріпаку в Україні та світі за останні десятиліття зазнав суттєвих трансформацій, зумовлених розвитком селекції, впровадженням інтенсивних технологій вирощування та зростанням глобального попиту на олійні культури. У світовому масштабі ріпак посідає третє місце серед основних олійних культур після сої та пальмової олії, про що свідчать статистичні дані FAO (FAOSTAT, 2023) [55]. Основними виробниками і експортерами насіння ріпаку, зокрема ярого, є Канада, Австралія, ЄС та Китай, що підтверджується аналітичними звітами OECD-FAO Agricultural Outlook (2023) [24, 59] та USDA FAS «Oilseeds: World Markets and Trade» [63]. Ярий ріпак займає меншу частку ринку порівняно з озимим, проте його роль зростає у країнах із прохолодним кліматом та короткою вегетацією, а також у регіонах, де зростають ризики перезимівлі озимого ріпаку.

У світі ключовим рушієм розвитку ринку насіння ярого ріпаку є використання високопродуктивних гібридів із підвищеною толерантністю до стресових факторів. Європейські країни, зокрема Франція, Німеччина та Польща, зосереджують увагу на селекції стійких до посухи та хвороб гібридів, що підтверджують дані Європейської комісії (EU Oilseeds Market Situation, 2022) [53] та звіти Європейської насінневої Асоціації (European Seed Association) [54]. Глобальна тенденція до зростання площ під ярим ріпаком пов'язана зі збільшенням кліматичної нестабільності та необхідністю мати страхову культуру в разі втрати озимих посівів.

Україна посідає важливе місце на світовому ринку ріпаку, проте основний обсяг виробництва формується за рахунок озимого різновиду. За даними Держстату України (2023) [17], частка ярого ріпаку поки що є невеликою, але з

кожним роком зростає, особливо у регіонах із підвищеним ризиком вимерзання озимих культур. Україна стабільно входить до п'ятірки найбільших експортерів ріпакової сировини в Європейський Союз, що підтверджується аналітичними дослідженнями Кернасюка Ю. В. (2022) [23] та звітами Європейської комісії [53]. На внутрішньому ринку представлені переважно гібриди зарубіжної селекції – канадської, французької, німецької; це зумовлено високою конкурентоспроможністю таких гібридів та їх адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов [10].

Перспективи вирощування ярого ріпаку в Україні багато в чому залежать від кліматичних тенденцій. Згідно з дослідженнями, представленими у науковій літературі [6, 32], ярий ріпак є перспективною культурою для господарств, які прагнуть гнучко реагувати на зміну погодних умов, оптимізувати сівозміну та зменшити економічні ризики. Короткий період вегетації робить його цінним елементом у системі проміжних культур, здатних покращувати структуру ґрунту та знижувати рівень забур'яненості. Крім того, розвиток біоенергетичного сектору в ЄС та світі формує додатковий попит на ріпакову олію [59], що посилює інвестиційну привабливість цієї культури.

Україна має значний потенціал для розширення виробництва ярого ріпаку завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам у Західному Лісостепу, Поліссі та Прикарпатті. Сучасні дослідження вчених підтверджують, що за умови оптимізованої системи удобрення, своєчасної сівби та використання високопродуктивних гібридів урожайність ярого ріпаку може істотно зростати [18, 33]. Ключовим напрямом розвитку залишається впровадження точного землеробства, ефективних систем удобрення та сортів із підвищеною посухостійкістю.

Важливим показником конкурентоспроможності країни є рівень урожайності. За даними FAO (2023) [53] та International Grains Council (2022) [57], середня світова врожайність ярого ріпаку становить 1,8–2,2 т/га. У Канаді та країнах ЄС вона сягає 2,5–3,0 т/га завдяки високій технологічній забезпеченості та використанню сучасних гібридів (AAFC, 2022) [50]. В Україні середня врожайність

ярого ріпаку, за інформацією Держстату (2023) [17], становить 1,5–2,0 т/га, а в окремих регіонах – до 2,5 т/га. Це дещо нижче від показників провідних європейських виробників, однак наукові дослідження показують наявність суттєвого потенціалу для зростання врожайності шляхом оптимізації агротехнологій [19].

У підсумку можна зазначити, що ринок насіння ярого ріпаку демонструє стабільну позитивну динаміку розвитку як у світі, так і в Україні. Зростання попиту на олію та білкову сировину, інтенсивний розвиток біопаливної промисловості, розширення селекційних програм і зміни клімату сприяють підвищенню цінності цієї культури. Україна, маючи значні ресурси та вигідне географічне становище, має потенціал посилити свої позиції на світовому ринку ріпаку шляхом удосконалення технологій вирощування, підвищення врожайності та розвитку переробної інфраструктури.

1.2. Морфологічні особливості та біологічні вимоги ярого ріпаку

Морфологічна будова ярого ріпаку характеризується добре сформованою розеткою прикореневих листків та високою пластичністю рослини щодо умов вирощування. Коренева система стрижнева, з вираженим головним коренем, який проникає в ґрунт на глибину 1,5 м і більше за сприятливих умов. Система дрібних корінців рівномірно розгалужується у верхньому шарі ґрунту, що забезпечує ефективне поглинання води та поживних речовин [48]. Стебло прямостояче, галузиться у верхній частині, заввишки від 60 до 120 см залежно від сорту, рівня живлення та густоти стояння [28]. Листки чергові, зелені або темно-зелені, нижні мають ліроподібну форму з короткими черешками, верхні – сидячі, з цілісним або слабколопатеvim краєм. Суцвіття являє собою довгу китицю, що поступово видовжується у період цвітіння. Квітки золотисто-жовтого кольору, з чотирма пелюстками, властивими родині Brassicaceae. Плід – стручок довжиною 4–8 см, двостулковий, містить від 15 до 25 дрібних округлих насінин темно-коричневого або чорного забарвлення з високим вмістом олії [20].

Розвиток ярого ріпаку складається з кількох послідовних фаз, які чітко реагують на умови середовища. На початковому етапі проростання насіння проходить за достатньої вологості ґрунту та температури не нижче $+3...+5^{\circ}\text{C}$, хоча оптимальною є температура $+12...+16^{\circ}\text{C}$ [29]. Після появи сходів відбувається формування розетки листків, що є критичною фазою для майбутньої продуктивності рослин, оскільки саме в цей період закладається потенціал галуження та кількість генеративних органів. Подальший розвиток включає інтенсивний ріст стебла, закладення генеративних бруньок та формування суцвіть, що найактивніше відбувається при достатній забезпеченості рослин азотом і вологою. Фаза цвітіння є однією з найбільш чутливих до погодних умов: різкі коливання температури, нестача вологи або сильні вітри можуть зумовити осипання квіток і зменшення кількості зав'язей. Після запилення та запліднення формується плід – стручок, у якому проходить налив та дозрівання насіння. Дозрівання ярого ріпаку відбувається нерівномірно, тому своєчасне визначення фази господарської стиглості є ключовим для зменшення втрат урожаю від осипання.

Біологічні вимоги ярого ріпаку відзначаються специфічністю і частково відрізняються від вимог ріпаку озимого. Культура належить до холодостійких і здатна витримувати короточасні зниження температури до $-4...-5^{\circ}\text{C}$ у фазі сходів. Оптимальна температура для росту становить $+18...+22^{\circ}\text{C}$, проте високі показники понад $+30^{\circ}\text{C}$ у період бутонізації та цвітіння можуть негативно впливати на зав'язування стручків [26, 27]. Ярий ріпак є вологолюбною культурою, потреба у воді зростає особливо в період стеблуння та цвітіння, коли формується основна частина біомаси та закладається врожай. При цьому культура чутлива до надлишкового зволоження й застою води, що спричинює розвиток корневих гнилей та ослаблення рослин.

Щодо ґрунтових умов, ярий ріпак найкраще розвивається на окультурених ґрунтах із високою вологоємністю, добре розвиненою структурою та достатнім умістом гумусу. Найбільш придатними є чорноземи, темно-сірі та сірі лісові ґрунти, суглинки та супіщані ґрунти з нейтральною або слабкокислою реакцією (pH

6,0–7,0). На кислих ґрунтах із рН нижче 5,5 спостерігається зниження доступності основних елементів живлення та ризик токсичності алюмінію, що зумовлює необхідність проведення вапнування [26]. Ріпак вимогливий до поживних речовин, особливо азоту, фосфору та калію. Азот визначає інтенсивність росту та кількість бічних пагонів, фосфор сприяє розвитку кореневої системи та прискорює формування генеративних органів, а калій підвищує посухостійкість і стійкість до стресів. Мікроелементи, зокрема бор, сірка та молібден, мають критичне значення для нормального запилення і формування стручків, а їх нестача призводить до порожнистості стручків і зниження врожайності.

Загалом морфологічні особливості, етапи розвитку та біологічні вимоги ярого ріпаку визначають його здатність адаптуватися до різноманітних умов вирощування, проте стабільно високі врожаї можливі лише за умови забезпечення рослин оптимальним живленням, достатньою вологою та дотриманням технологічної дисципліни. Ці характеристики роблять ярий ріпак перспективною культурою, але одночасно висувають високі вимоги до агротехніки та рівня підготовки ґрунту.

1.3. Вплив елементів живлення на продуктивність ярого ріпаку

Вивчення впливу системи удобрення на врожайність ярого ріпаку є одним із важливих наукових напрямів сучасної агрономічної науки, оскільки саме мінеральне живлення визначає рівень інтенсивності ростових процесів, формування генеративних органів і якість отриманого насіння. Українські та зарубіжні вчені наголошують, що ярий ріпак відзначається високою пластичністю щодо реакції на удобрення, проте водночас характеризується підвищеними потребами в основних макро- і мікроелементах, насамперед у азоті, сірці та борі [9, 31, 45]. Ріпак характеризується високою продуктивністю, що супроводжується інтенсивним винесенням елементів мінерального живлення з ґрунту, яке істотно перевищує потреби зернових культур. Для формування 1 т насіння ця культура споживає орієнтовно 48–80 кг азоту, 18–40 кг фосфору, 25–100 кг калію, 30–150 кг кальцію, 5–15 кг магнію та 30–45 кг сірки [26, 27]. Враховуючи такі потреби, для

забезпечення врожайності насіння на рівні 3,0 т/га і вище необхідно вносити в розрахунку на 1 га посіву близько 140–160 кг азоту, 70–90 кг фосфору та 190–220 кг калію в перерахунку на діючу речовину [39]. Узагальнення результатів численних досліджень дозволяє виокремити кілька головних наукових підходів до вивчення ролі добрив у формуванні врожаю цієї культури.

Одним із провідних напрямів досліджень, висвітлених у науковій літературі, є аналіз впливу норм і строків внесення азоту, оскільки саме цей елемент найсильніше визначає формування листкової поверхні, інтенсивність фотосинтезу та кількість стручків на рослині. За умов дефіциту азоту рослини ріпаку набувають інтенсивного світло-зеленого, а згодом жовто-бурого забарвлення; листки змінюють колір на оранжево-червоний із характерними червонуватими жилками та передчасно опадають. Стебла за таких умов часто набувають пурпурово-червоного відтінку [7]. Зарубіжні дослідження показують, що оптимальне азотне живлення підвищує продуктивність ріпаку шляхом формування більшої кількості генеративних органів, тоді як надмірна кількість веде до вилягання, затримки дозрівання й зниження вмісту олії [58]. Дослідженнями у Литві було доведено, що внесення азоту позитивно впливає на показники врожайності, вміст сирого протеїну, збір сирого протеїну і найкращі показники отримано за норми N_{90} . Натомість внесення сірчаних добрив та метеорологічні умови року вирощування більше впливали на вміст та вихід сирого жиру та глюкозинолатів [62]. Найвищий вміст глюкозинолатів забезпечила норма $N_{150} + S_{40}$. При внесенні оптимальної норми удобрення внесення 1 кг добрив відповідало формуванню 8,22-10,11 кг насіння.

Українські дослідження узгоджуються з цими результатами. Застосування добрив забезпечує підвищення врожайності насіння на 25–39%. Такий ефект спостерігається як у разі внесення підвищених норм азотно-фосфорно-калійних добрив під основний обробіток ґрунту, так і за умови поетапного підживлення рослин азотом упродовж вегетації [7]. Вишнівський П. С. та співавтори встановили, що внесення азотних добрив на фоні фосфорно-калійних із винесенням частини азоту у підживлення, мало позитивний вплив на фотосинтетичну активність рослин

ярого ріпаку та підвищувало врожайність на 0,18–1,0 т/га порівняно з фосфорно-калійним фоном [47]. На чорноземі типовому в межах північно-східної частини Лісостепу України у досліді азотні підживлення забезпечували приріст урожайності ріпаку ярого в межах 0,31–0,76 т/га. Найбільший приріст урожайності насіння ріпаку (0,76 т/га) отримали внаслідок дворазового азотного підживлення ($N_{60} + N_{30}$) на фоні з основним удобренням $P_{60}K_{60}$ [7].

Другий напрям досліджень стосується ролі фосфору та калію у формуванні кореневої системи, енергетичному обміні та підвищенні стійкості рослин до стресових умов [40, 51]. У роботах зазначено, що додаткові фосфорно-калійні добрива підвищують адаптивність ярого ріпаку до посухи та сприяють рівномірнішому дозріванню стручків [52, 60]. Дослідження акцентують на тому, що фосфор не лише впливає на розвиток кореневої системи, а й визначає інтенсивність наливу насіння в другій половині вегетації.

Вплив калію на продуктивність ярого ріпаку є менш вираженим, що підтверджують дослідження M. Govahi and M. Saffari (2006). Зокрема, у досліді з різними нормами калію та сірки вчену встановили, що накопичення сухої речовини рослини збільшувалося із збільшенням рівнів сірчаного добрива, але не показало значного ефекту із збільшенням рівнів внесеного калію. Кількість первинних і вторинних гілок збільшувалася із збільшенням внесення S (117 і 32,4%), але не змінювалася із внесенням K. Відповідно найбільші прирости показників врожайності та якості насіння простежували при внесенні K_{60} та не спостерігали при подальшому збільшенні його норми. Для сірки оптимальною була кількість S_{60-80} [56].

Українські вчені підтверджують ці висновки [35, 43]. Камінський В. та співавтори встановили, що внесення $P_{45}K_{60}$ під ярий ріпак збільшує врожайність на 10–15 % шляхом активізації коренеутворення й підвищення доступності азоту в ґрунті [21]. Трушева С. та співавтори також відзначають, що фосфор прискорює формування кореневої шийки та стабілізує ріст рослин у ранні фази, що є критично важливим для ярого ріпаку, який проходить початкові фази розвитку швидше, ніж озимий [44].

Важливою складовою сучасних досліджень є аналіз ролі сірки та мікроелементів, передусім бору та молібдену. Дефіцит сірки, як показали дослідження FAO, обумовлює зниження вмісту олії, порушення білкового синтезу та погіршення співвідношення насіння і стручків. Вчені наголошують, що сірка є незамінною для формування ферментних систем і синтезу глюкозинолатів, що впливають на якість олії та її стабільність [61]. Українські дослідження також підтверджують, що внесення S_{30-60} забезпечує підвищення врожайності на 12–18% і значно збільшує вміст олії в насінні [42]. Бор, своєю чергою, є життєво необхідним для розвитку точок росту й формування зав'язей. За даними дослідників застосування борвмісних добрив у нормі 150–300 г/га під час бутонізації підвищує кількість стручків на 1 рослині та зменшує відсоток пустозернистих стручків.

Окремий науковий напрям зосереджений на дослідженні комплексних і комбінованих систем удобрення, що поєднують мінеральні добрива з мікроелементами, біостимуляторами та органічними компонентами. У роботі Єрмакової Л., Пророченко Т. (2019) продемонстровано, що застосування комплексних NPK-добрив у поєднанні з позакореневим внесенням мікроелементів дозволяє отримати приріст урожайності до 25% порівняно з традиційною схемою удобрення [18]. Такі результати узгоджуються із зарубіжними даними, згідно з якими інтегровані системи удобрення забезпечують кращу синхронізацію між надходженням елементів живлення і потребами рослинного організму [55, 59].

У сучасних умовах економічної та екологічної нестабільності можливості застосування мінеральних добрив у сільському господарстві України істотно обмежені, що зумовлює необхідність пошуку раціональних і високоефективних підходів до їх використання. Частковим розв'язанням цієї проблеми є впровадження нових типів і форм добрив, збагачених макро- та мікроелементами, які покращують мінеральне живлення рослин і сприяють інтенсифікації їх ростових та продукційних процесів. За сучасних умов одним із пріоритетних напрямів агротехнологічних досліджень є створення технології, що ґрунтується на оптимізованій, збалансованій системі удобрення, поєднуючи використання помірних норм мінеральних добрив із підвищенням їх ефективності завдяки

застосуванню мікроелементів. Наприклад, передпосівна обробка насіння ярого ріпаку препаратом з мікроелементами Рексолін сприяла покращенню показників структури врожаю та підвищувала врожайність на 0,06–0,17 т/га [21].

Застосування препаратів Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) для позакореневого підживлення посівів ярого ріпаку та чорноземі опідзоленому забезпечувало додатковий приріст до варіантів з мінеральними добривами на рівні 0,02 т/га [45].

Узагальнюючи результати численних досліджень, можна стверджувати, що оптимізація системи удобрення ярого ріпаку має вирішальне значення для реалізації його потенційної врожайності. Внесення азоту у помірних оптимальних кількостях (90–120 кг/га), збалансоване фосфорно-калійне живлення, додавання сірки й бору, а також використання комплексних мікродобрив забезпечують формування високої врожайності насіння та покращують його якісні показники. Саме інтегрований підхід до удобрення, який враховує особливості ґрунтів і біологічні потреби культури, визнаний найефективнішим у світовій і українській практиці.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ

2.1. Загальна характеристика та природні умови території господарства

Товариство з обмеженою відповідальністю «*****» розташовується на території Івано-Франківської області, його юридичною адресою є село Братишів Тлумацького району. Підприємство здійснює сільськогосподарську діяльність з 2019 року, а основним напрямом спеціалізації є вирощування зернових культур (за винятком рису), бобових та насіння олійних культур. Земельний фонд господарства становить 160 га.

Територія вирізняється вигідним географічним положенням завдяки близькості до великих населених пунктів та основних транспортних шляхів. Відстань до районного центру – 12,4 км, до Івано-Франківська – 31,6 км. Попри більшу віддаленість від інших обласних центрів (Тернопіль – 108 км, Чернівці – 121 км, Львів – 160 км), наявна транспортна інфраструктура забезпечує ефективне сполучення з ними. Безпосередньо поблизу села пролягає автошлях національного значення Н18 Івано-Франківськ – Бучач – Тернопіль, а найближча залізнична станція розташована у місті Івано-Франківськ.

Відповідно до природно-сільськогосподарського районування України, землі ТЗОВ «*****» належать до Тлумацького природно-сільськогосподарського району Середньо-Дністровського округу, який входить до провінції Передкарпаття Карпатської гірської країни [1, 30].

Рельєф Тлумацького району загалом є рівнинним, але значно розчленованим терасами річки Дністер. Вододільні поверхні мають слабовхвилясту форму та густо порізані балками і долинами річок. На окремих ділянках круті схили відкривають виходи корінних порід. Така рельєфна структура сприяє розвитку ерозійних процесів, що зумовлює формування ґрунтових комплексів зі складними межами [22].

Найбільш поширеними ґрунтотвірними породами у регіоні є лесоподібні суглинки, доповнені продуктами вивітрювання корінних осадових порід. Лесоподібні суглинки приурочені до вододільних поверхонь і пологих схилів, характеризуються високим вмістом пилюватої фракції та наявністю карбонатів, які стримують розвиток підзолистого процесу [12].

Історично рослинний покрив території складався з широколистяних лісів – дубових, грабових, липових, частково з участю хвойних порід. Нині частка лісових масивів істотно скорочується внаслідок розширення площ сільськогосподарських угідь. У долинах річок зберігаються лучні та болотні рослинні угруповання, представлені вологолюбними видами.

Ґрунтовий покрив господарства представлений переважно підтипами сірих лісових ґрунтів – темно-сірими опідзоленими та сірими лісовими ґрунтами, що часто містять ознаки оглеєння у профілі. Гідроморфні ґрунти приурочені до заплав річок, улоговин стоку та днищ балок, де формуються лучно-болотні та інші види вологих ґрунтів.

Структура сільськогосподарських угідь характеризується нерівномірним розподілом: частка ріллі становить 64,3%, тоді як на пасовища та сіножаті припадає 32,6%, а на багаторічні насадження – лише 2,5%. Аналіз співвідношення ріллі, природних кормових угідь та лісових площ засвідчує порушення екологічної рівноваги агроландшафтів, що проявляється у пропорції 1:0,5:1,6, яка відхиляється від екологічно оптимальної [37]. За інформацією Головного управління Держгеокадастру в Івано-Франківській області фіксується стійка тенденція до збільшення площ ґрунтів, охоплених негативними процесами, зокрема еродованих, перезволожених та кислих земель. Сільськогосподарська освоєність територій перевищує екологічно допустимі межі, що проявляється високими показниками розораності у ряді районів, зокрема, у Тлумацькому районі цей показник становить 54% [16]. Внаслідок цього у Тлумацькому районі 12,3% сільськогосподарських угідь охоплена ерозійними процесами, з яких 10,7% припадає на рілля. Поряд з активним розвитком ерозійних процесів спостерігаються й інші форми ґрунтової деградації, зокрема виснаження ґрунтів і зниження їхнього вмісту поживних

речовин, що значною мірою зумовлено порушенням принципів науково обґрунтованих сівозмін.

2.2. Клімат та погодні умови періоду досліджень

Територія дослідження характеризується помірно континентальним кліматом, формування якого зумовлюється переважанням протягом року помірних західних повітряних мас і характерними рисами якого є коливання термічного режиму та режиму зволоження. За багаторічними спостереженнями середньорічна температура становить близько $+7,3^{\circ}\text{C}$; зима є порівняно м'якою зі середніми температурами січня $-4\ldots-6^{\circ}\text{C}$. Літній період теплий і вологий, середні температури липня досягають $+18\ldots+19^{\circ}\text{C}$ [13]. Річна сума опадів становить у середньому 658 мм, причому їх найбільша кількість припадає на травень–серпень. Режим зволоження оцінюється як надмірний, оскільки опади перевищують величину випаровування, що зумовлює формування ґрунтів із промивним типом водного режиму.

Температурний режим 2024 р. суттєво перевищував середньобагаторічні показники, особливо у зимово-весняний період, коли відхилення сягали $4\text{--}9^{\circ}\text{C}$ [41]. Рання тепла весна сприяла своєчасній сівбі ярого ріпаку та формуванню рівномірних сходів. Підвищені температури у квітні–липні забезпечували інтенсивний ріст і розвиток рослин, хоча надмірне потепління в липні могло дещо прискорювати досягання. Загалом 2024 р. характеризувався стабільно теплими умовами, придатними для формування високої продуктивності.

У 2025 р. також переважали температури вище норми, проте характер змін був менш рівномірним. Січень був аномально теплим (на $7,9^{\circ}\text{C}$ вище норми), але лютий – дещо прохолоднішим за середні показники. Весна загалом була теплою, однак зниження температури у травні на $2,8^{\circ}\text{C}$ могло стримувати розвиток рослин у фазі стеблуння та початку бутонізації. У подальші місяці температура знову перевищувала норму, хоча це вже менше впливало на ріпак, оскільки культура завершувала вегетацію раніше. Середньорічна температура була вищою за норму, але нижчою, ніж у 2024 р.

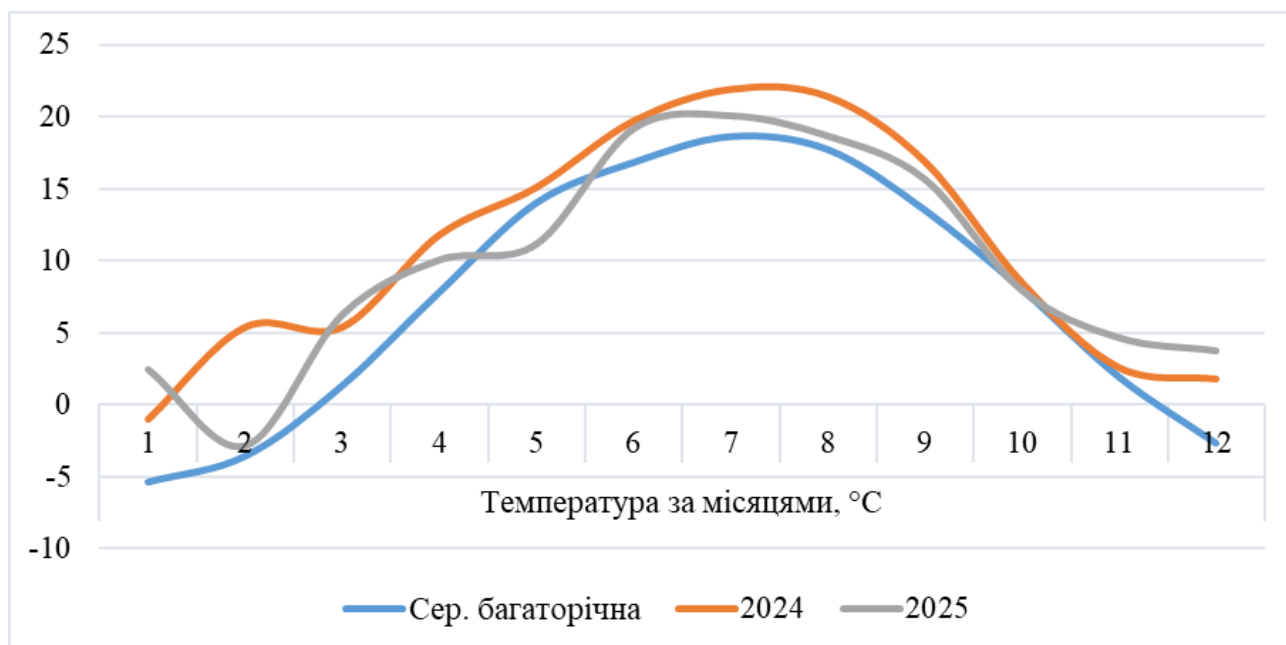


Рисунок 2.1 – Зміна середньомісячних температур за період дослідження

Порівняння двох років свідчить, що 2024 р. був теплішим і кліматично стабільнішим, що створювало кращі умови для росту і формування врожаю ярого ріпаку. У 2025 р. короткочасне весняне похолодання та більша мінливість температур могли стримувати продукційний процес, що потенційно знижувало врожайність порівняно з попереднім роком.

Аналіз кількості опадів у 2024–2025 рр. показує суттєві відхилення від середньої багаторічної норми, що формувало різні умови вологозабезпечення протягом вегетації ярого ріпаку. У 2024 р. річна сума опадів становила 520 мм, що на 138 мм менше норми. Дефіцит опадів був особливо вираженим у травні–серпні (–48...–55 мм), тобто саме у період активного росту, бутонізації й цвітіння культури. Такий режим призводив до зниження водозабезпечення рослин у найчутливіші фази, обмежував листову поверхню та міг негативно позначатися на наливі насіння. Незважаючи на сприятливі температури, бракувало оптимального поєднання тепла і вологи, що могло стримувати формування потенційної врожайності.

У 2025 р. загальна кількість опадів була дещо вищою (529 мм), проте також недостатньою порівняно зі середньою багаторічною величиною (–129 мм). Ключовою особливістю року стала вкрай низька кількість опадів у червні (–84 мм), що є критичним для ріпаку, оскільки саме в цей період відбуваються інтенсивний

ріст стебла та формування генеративних органів. Натомість травень та липень характеризувалися перевищенням норми (+33 та +11 мм), що частково компенсувало вологодефіцит, забезпечуючи кращі умови для початкових та репродуктивних процесів. Однак нерівномірність розподілу опадів створювала стресові ситуації, які могли знижувати продуктивність культури.

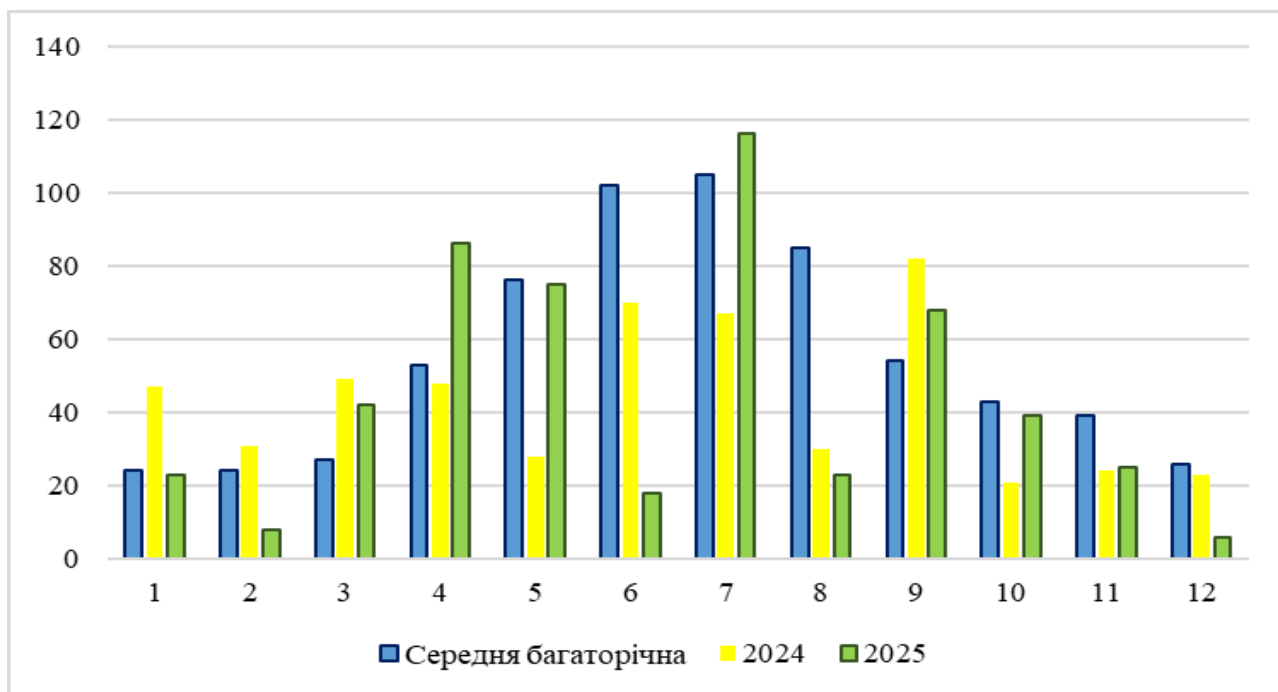


Рисунок 2.2 – Динаміка місячної кількості опадів у період дослідження

Порівняльний аналіз свідчить, що обидва роки характеризувалися недостатнім вологозабезпеченням, однак 2024 р. вирізнявся більш стабільним, хоча й загалом дефіцитним режимом, тоді як 2025 р. – високою нерівномірністю опадів і особливо вираженим дефіцитом у червні. У результаті умови 2025 р. мали потенційно сильніший обмежувальний вплив на урожай ярого ріпаку, насамперед через критичний дефіцит вологи у фазу формування генеративних органів.

2.3. Методика досліджень

Для досліду було закладено такі варіанти:

1. контроль – без добрив;
2. $N_{60}P_{40}K_{60}$;
3. $N_{90}P_{60}K_{90}$;
4. $N_{120}P_{80}K_{120}$;

Кількість повторень у досліді – 3, ділянки розташовано рендомізовано. Площа посівної площі – 75 м², площа облікової ділянки – 50 м².

Фосфорні та калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту – у формі суперфосфату гранульованого (Р₂О₅ – 19%) та сульфату калію (50% калію, 18% сірки, 3% магнію). Азотні добрива вносили частинами: близько третини запланованої норми – навесні у передпосівну культивуацію (N₂₀₋₄₀) у формі аміачної селітри. Решту вносили у підживлення впродовж вегетації: 40% у фазі розетки (N₂₅₋₅₀) у формі аміачної селітри, кількість яку залишилася – у фазі бутонізації (N₁₅₋₃₀) у формі карбаміду.

Для оцінювання фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту було проведено відбір зразків відповідно до вимог ДСТУ ISO 11464–2001 та здійснено детальний морфологічний опис темно-сірого опідзоленого профілю. Згідно з чинними аналітичними методиками [4, 11, 14] у відібраних пробах визначали гранулометричний склад, показники щільності, вміст гумусу, реакцію ґрунтового розчину, гідролітичну кислотність, суму ввібраних основ, а також вміст азоту за методом Корнфілда та рухомих форм Р₂О₅ і К₂О за методом Чирікова. Загальну шпаруватість, запаси гумусу та ступінь насичення основами розраховували за відповідними формулами.

На всіх ділянках реєстрували схожість і початкову густоту (за 2–3 тижні після сівби), щільність рослин у фазу формування розетки, висоту рослин у період бутонізації, кількість бічних пагонів, середню кількість стручків на рослині, масу 1000 насінин, врожайність насіння при вологості 10–12 %, вміст олії в насінні. До і після вегетації брали проби ґрунту (0–20 см) для визначення вмісту рухомого Р, К, загального N, сірки та рН. Проводили економічний аналіз: витрати на добрива, додаткові операції, валова виручка та прибутковість кожного варіанту. Отримані дані аналізували методом дисперсійного аналізу.

2.4. Агротехніка вирощування ярого ріпаку у досліді та характеристика гібриду

Агротехніка вирощування ярого ріпаку на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах Івано-Франківської області ґрунтувалася на врахуванні ґрунтово-кліматичних особливостей регіону, властивостей ґрунтів та біологічних вимог культури. Темно-сірі опідзолені ґрунти Передкарпаття характеризувалися середнім вмістом гумусу, підвищеною кислотністю, структурною нестійкістю та схильністю до перезволоження ранньою весною, що вимагало застосування адаптованої системи основного та передпосівного обробітку, забезпечення оптимального живлення та дотримання строків сівби.

Основний обробіток ґрунту проводився після попередника із урахуванням його біологічних особливостей та ступеня забур'яненості поля. Після збирання попередньої культури виконували лушення стерні для руйнування рослинних решток і часткового знищення бур'янів, а з настанням осінньої стиглості ґрунту проводилася оранка на глибину 22–25 см. На темно-сірих опідзолених ґрунтах таке загортання забезпечувало покращення аерації, активізацію мікробіологічних процесів та оптимальні умови для накопичення вологи. За надмірного осіннього зволоження глибину обробітку зменшували для запобігання утворенню плужної підшви. Навесні, з настанням фізичної стиглості, проводили боронування для закриття вологи та вирівнювання поверхні, а перед сівбою здійснювали передпосівну культивуацію для формування вирівняного дрібногрудкуватого посівного ложа.

Сівба проводилася у максимально ранні строки, щойно ґрунт досягав фізичної стиглості, оскільки ріпак ярий вимагав низьких температур для формування потужної кореневої системи. Оптимальна густина становила 120–150 насінин/м². Насіння перед сівбою обробляли фунгіцидними та інсектицидними препаратами з метою зниження ризику ураження кореневими гнилями та пошкодження ґрунтовими шкідниками. Сівбу виконували на глибину 2–3 см, забезпечуючи рівномірне розміщення насіння у зволоженому шарі ґрунту.

У досліді висівали гібрид ярого ріпаку Мірабель.

Гібрид характеризується високою стабільністю формування стручків: на головному пагоні зазвичай утворюється 45–60 стручків, на бічних – у середньому 30–45. Стручки є вирівняними за довжиною, середньої щільності, стійкими до розтріскування, що знижує втрати під час збирання. Насіння відзначається однорідністю, середньою масою 1000 насінин 4,0–5,0 г та високим потенціалом олійності – понад 44–46%.

Гібрид Мірабель проявляє комплексну стійкість до основних хвороб ярого ріпаку, включаючи альтернаріоз, фомоз та пероноспороз. Генетична стійкість доповнюється морфологічними адаптаційними особливостями, такими як щільна кутикула листків і підвищений вміст фенольних сполук, що обмежують розвиток збудників у період активної вегетації. Гібрид є також відносно толерантним до стресових умов – різких коливань температур, короткочасної посухи та надмірної вологи у фазі сходів.



Рисунок 2.3 – Ярий ріпак гібриду Мірабель (DVS)

За результатами польових досліджень у господарствах Західного Лісостепу середня врожайність гібриду коливається у межах 2,4–3,0 т/га, а за інтенсивної технології та оптимального рівня удобрення досягає 3,2–3,5 т/га. Реакція на удобрення є вираженою: він демонструє підвищення врожайності при збільшенні азотного живлення, але водночас зберігає стабільність олійності, що робить його

придатним для виробництва високоякісної сировини. Гібрид добре реагує на внесення сірки та бору, які позитивно впливають на формування генеративних органів, зменшуючи абортівання квіток та підвищуючи заповненість стручків.

Гібрид Мірабель рекомендований для вирощування в умовах достатнього та нестійкого зволоження, зокрема на темно-сірих опідзолених ґрунтах Івано-Франківської області. Його агроєкологічні властивості забезпечують високу адаптивність у сівозмінах інтенсивного типу та дають змогу ефективно використовувати природно-кліматичний потенціал регіону.

Догляд за посівами охоплював комплекс заходів, спрямованих на регулювання бур'янів, шкідників і хвороб. Застосування гербіцидів у ранні фази вегетації забезпечувало пригнічення бур'янів, які на темно-сірих опідзолених ґрунтах розвивалися особливо інтенсивно через їхню неоднорідну структуру. Інсектицидні обробки проводилися при появі шкідників, насамперед хрестоцвітих блішок та ріпакового квіткоїда, які у весняний період могли істотно знижувати густоту й продуктивність посівів. Фунгіциди вносилися за появи перших ознак ураження або профілактично в періоди високої вологості, характерної для Івано-Франківщини.

Збирання врожаю здійснювалося прямим комбайнуванням за досягнення насінням повної стиглості, коли вміст води знижувався до 10–12%. Для зменшення втрат застосовувалися жатки з подовженими столами та регульованими ріжучими апаратами. За нерівномірного досягання проводили десикацію, що забезпечувала сухість стебел і одночасне дозрівання стручків.

РОЗДІЛ 3

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯРОГО РІПАКУ ЗА РІЗНИХ НОРМ УДОБРЕННЯ (результати досліджень)

3.1. Морфологічна будова та властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту

Ґрунт досліджуваного поля відзначається будовою профілю, типовою для ґрунтів, що формуються внаслідок поєднання дернового та підзолистого ґрунотвірних процесів, а також лесиважу. Інтенсивне гумусонакопичення сприяє формуванню достатньо потужного гумусованого горизонту, який за потужністю наближається до чорноземів опідзолених. Опідзолення та лесиваж формують диференціацію ґрунтового профілю за вмістом мулу.

Опис профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту здійснено перед закладанням досліду. Розріз закладено в межах вирівняної вододільної ділянки з ухилом до 1°. Глибина розрізу – 135 см, потужність гумусованого шару – 67 см. У нижній частині ґрунтового профілю помітні ознаки оглеєння.

He_{op} 0-32 см	- гумусовий слабоелювійований орний горизонт, однорідного темно-сірого забарвлення, свіжий, легкосуглинковий, грудкувата структура, пухкий, незначна кількість присипки SiO ₂ , корінці рослин, приорані рештки рослин, ходи хробаків, копроліти, перехід до горизонту He _{п/ор} помітний за щільністю;
He_{п/ор} 32-45 см	- гумусовий слабоелювійований підорний горизонт, темно-сірого забарвлення, вологий, легкосуглинковий, зернисто-грудкувата структура, ущільнений, присипка SiO ₂ у вигляді білястих плям, корінці рослин, ходи хробаків, копроліти, перехід до горизонту Hie помітний за кольором і структурою;
Hie 45-67 см	- гумусовий ілювійований горизонт, неоднорідного темно-сірого кольору з чітким бурим відтінком, вологий, легкосуглинковий, горіхувато-грудкуватої структури, ущільнений, поодинокі плями присипки SiO ₂ , перехід до горизонту I чіткий за кольором, щільністю, структурою;

I 67-100 см	- ілювіальний горизонт, бурого забарвлення, вологий, середньо суглинковий, горіхувато-призматичної структури, щільний, на гранях структурних агрегатів колоїдне лакування у вигляді плівок, червоточини, кротовини, перехід до горизонту <u>Pi</u> поступовий за кольором і структурою;
<u>Pi</u> 100-125	- слабоілювійована ґрунтотвірна порода, неоднорідного світло-бурого забарвлення, свіжий, легкосуглинковий, грудкувато-призматична структура, ущільнений, натіки гумусових речовин на поверхні структурних агрегатів, перехід поступовий за кольором;
<u>Pk</u> 125-135 см	- ґрунтотвірна порода, карбонатний лесоподібний суглинок, палевого кольору, свіжий, легкосуглинковий, безструктурний, карбонати у формі плісняви.

Темно-сірий опідзолений ґрунт дослідного поля відзначається грубопиловато-легкосуглинковим гранулометричним складом при переважанні пиловатих фракцій у всіх генетичних горизонтах. При цьому вміст фракції грубого пилу значно переважає, досягаючи максимальних значень у верхніх горизонтах (66,4–67,6%) і дещо знижуючись у ілювіальних горизонтах (63,5%). Вміст фізичної глини (частинок <0,01 мм) коливається в межах 27,4–31,5%, з мінімальними значеннями у горизонті Ніе (27,4%) та максимальними у горизонті I (31,5%), що вказує на помітну диференціацію профілю. Серед фракцій фізичної глини переважає мул (<0,001 мм), особливо в нижніх частинах профілю (17,7–18,0%), тоді як вміст піщаних фракцій (1–0,05 мм) незначний (3,3–5,8%).

Фізичні параметри темно-сірого опідзоленого ґрунту характеризуються порівняно стабільними значеннями щільності твердої фази, яка по профілю змінюється в межах 2,55–2,63 т/м³ (табл. 3.1). Невелике зростання щільності твердої фази в нижніх горизонтах (до 2,63 т/м³ у горизонті Pk) свідчить про накопичення мінеральних часток важчого гранулометричного складу та карбонатних конкрецій.

Щільність будови демонструє значну різницю між верхньою та нижньою частиною профілю. У горизонті He_{op} вона становить $1,31 \text{ г/см}^3$, що відображає сприятливі умови для проростання насіння й розвитку кореневої системи ярого ріпаку. У підорному горизонті та ілювійованій частині профілю щільність будови зростає до $1,44\text{--}1,52 \text{ г/см}^3$, що є наслідком формування плужної підшви та ущільнення через природне накопичення мулистих часток.

Таблиця 3.1 – Загальні фізичні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Щільність твердої фази, г/см^3	Щільність будови, г/см^3	Загальна шпаруватість, %
He_{op}	0–32	2,55	1,31	48,5
$He_{п/ор}$	32–45	2,55	1,44	43,5
He	50–60	2,57	1,41	45,1
I	77–87	2,59	1,52	41,3
Pi	105–115	2,62	1,50	42,7
P _k	125–135	2,63	1,51	42,5

Загальна шпаруватість змінюється від 48,5% у верхньому горизонті до 41,3–42,7% у середніх та нижніх шарах ґрунтового профілю. Показники понад 45% у верхньому горизонті свідчать про добру аерацію, оптимальні умови для аерації й інтенсивного функціонування кореневої системи у фазу активного росту. У горизонтах з шпаруватістю близько 41–43% відчутне ущільнення може погіршувати інфільтрацію води й гальмувати активний ріст коренів, що особливо важливо для ярого ріпаку, який формує стрижневу кореневу систему [11].

Загалом для ярого ріпаку такі фізичні параметри є прийнятними, оскільки культура відзначається значною здатністю до проникнення в ущільнені шари. Однак зниження шпаруватості в ілювіальних горизонтах може обмежувати глибину проникнення коріння у посушливі роки. Підвищена пористість верхнього шару сприяє швидкому прогріванню ґрунту навесні, що забезпечує дружні сходи.

3.2. Фізико-хімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту

Темно-сірий опідзолений ґрунт вирізняється комплексом фізико-хімічних властивостей, які у сукупності визначають його природну родючість та придатність для вирощування ярого ріпаку. У верхньому гумусовому горизонті вміст гумусу фіксується на рівні 3,10%, що відповідає середньому рівню та забезпечує рослинам задовільні умови для стартового росту (табл. 3.2). У підорному горизонті $He_{п/ор}$ вміст гумусу знижується до 2,61%, а в гумусовому ілювійованому – до 1,84%, що є типовою рисою опідзолених ґрунтів.

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні властивості темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту

Горизонт	Глибина взяття зразка	Вміст гумусу, %	pH _{KCl}	Hr, ммоль / 100 г ґрунту	S, ммоль / 100 г ґрунту	СНО, %
$He_{ор}$	0–32	3,10	5,72	2,35	15,1	86,5
$He_{п/ор}$	32–45	2,80	5,90	2,18	15,6	87,7
He	50–60	2,20	5,85	2,20	16,0	87,9
I	77–87	0,75	5,44	2,87	15,4	84,3
Pi	105–115	-	5,75	2,34	17,0	87,9
P _k	125–135	-	5,88	2,00	17,5	89,7

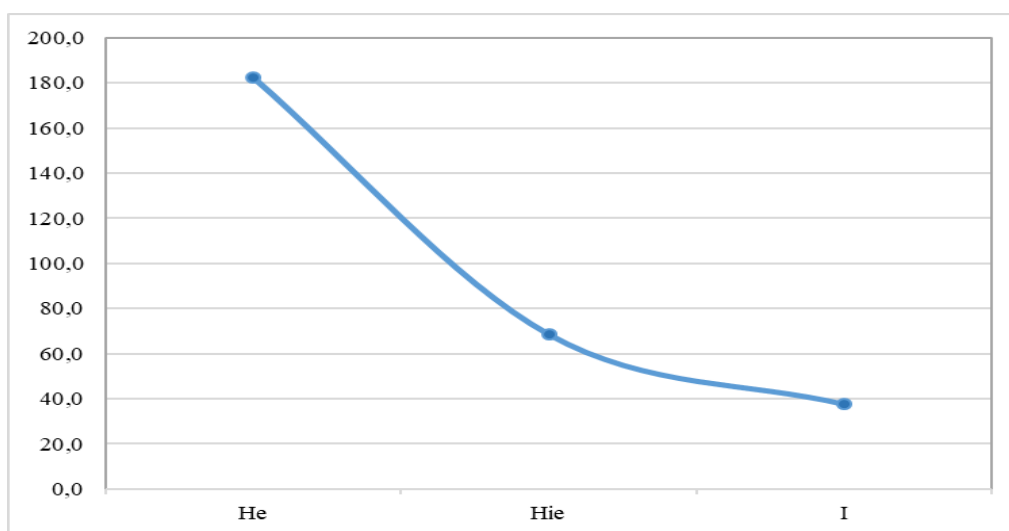


Рисунок 3.1 – Зміна запасів гумусу за генетичними горизонтами темно-сірого опідзоленого ґрунту

Запаси гумусу знижуються з глибиною відповідно до зміни вмісту гумусу. В гумусово-елювіальному горизонті сумарно міститься 182 т/га гумусу, тоді як гумусово-ілювіальному горизонті – 68 т/га (рис. 3.1).

Кислотність ґрунтового розчину перебуває в межах від 5,44 до 5,90, характеризуючи ґрунт як слабокислий. Такий рівень кислотності є сприятливим для більшості процесів живлення ярого ріпаку, оскільки забезпечує оптимальну доступність макро- та мікроелементів. Показники вбирної кислотності (2,00–2,87 ммоль/100 г ґрунту) свідчать про відносно слабокислий поглинальний комплекс без надмірного насичення обмінними іонами водню та алюмінію, що додатково підтверджує відсутність токсичної дії кислотності.

Сума ввібраних основ (15,1–17,5 ммоль/100 г ґрунту) є помірною та відображає загалом властива для легкосуглинкових ґрунтів. Водночас ступінь насичення основами у верхніх і середніх горизонтах залишається високим (84,3–89,7%), що вказує на достатню кількість обмінних катіонів кальцію та магнію. Це забезпечує стабільність ґрунтового середовища, зменшує ризик підкислення та створює сприятливі умови для коренеутворення ярого ріпаку.

У комплексі такі фізико-хімічні показники вказують на те, що темно-сірий опідзолений ґрунт є придатним для вирощування ярого ріпаку. Слабокисла реакція ґрунтового розчину та високий ступінь насичення основами забезпечують доступність елементів живлення і сприятливі умови для розвитку рослин. Водночас помірний вміст гумусу та порівняно невелика ємність поглинального комплексу обмежують природну родючість, тому для досягнення високої продуктивності культури необхідним є раціональне внесення мінеральних добрив, особливо азоту, фосфору, калію, а також магнію та сірки.

3.3. Динаміка вмісту поживних елементів за різних норм удобрення ярого ріпаку

Поживний режим ґрунту може зазнавати змін під впливом окремих технологічних заходів з вирощування тієї чи іншої культури. Моніторинг вмісту поживних елементів у ґрунті є не лише запорукою отримання високих врожаїв, але

частиною ресурсоощадного господарювання. Адже отримані дані дають змогу своєчасно реагувати на проблеми з живленням рослин та зменшувати непродуктивні втрати добрив.

Перед закладанням дослідів в орному шарі досліджуваного ґрунту містилося 116 мг/кг легкогідролізного азоту, 97 мг/кг – рухомого фосфору, 122 мг/кг обмінного калію (табл. 3.3). Відповідно до цих даних рівень забезпечення ґрунту азотом визначено як низький, фосфором – середній, калієм – підвищений [46]. В умовах дослідів вміст елементів живлення у ґрунті за період вегетації ярого ячменю змінювався.

У всіх варіантах дослідів простежується зменшення вмісту легкогідролізного азоту до збирання врожаю, проте ступінь його виснаження залежав від норми удобрення. Найбільше зниження (до 85 мг/кг) відмічається у контрольному варіанті, що свідчить про інтенсивне використання азоту рослинами за відсутності джерел поповнення елемента.

Таблиця 3.3 – Динаміка поживного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від норм добрив під ярий ріпак (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіанти дослідів	Перед закладанням дослідів			Після збирання врожаю		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	мг/кг ґрунту					
1. контроль – без добрив	116	97	122	85	80	102
2. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	116	97	122	96	91	115
3. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	116	97	122	108	95	120
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	116	97	122	110	98	124

Внесення N_{60} забезпечує помірне зменшення ресурсів азоту – до 96 мг/кг, що вказує на часткове поповнення його запасів. За норм N_{90} і N_{120} формуються найбільш сприятливі умови азотного режиму: після збирання вміст азоту становить відповідно 108 та 110 мг/кг. Це підтверджує, що середні та підвищені дози забезпечують баланс між засвоєнням та мінералізаційними процесами, зменшуючи ризик азотного дефіциту та сприяючи продуктивності культури.

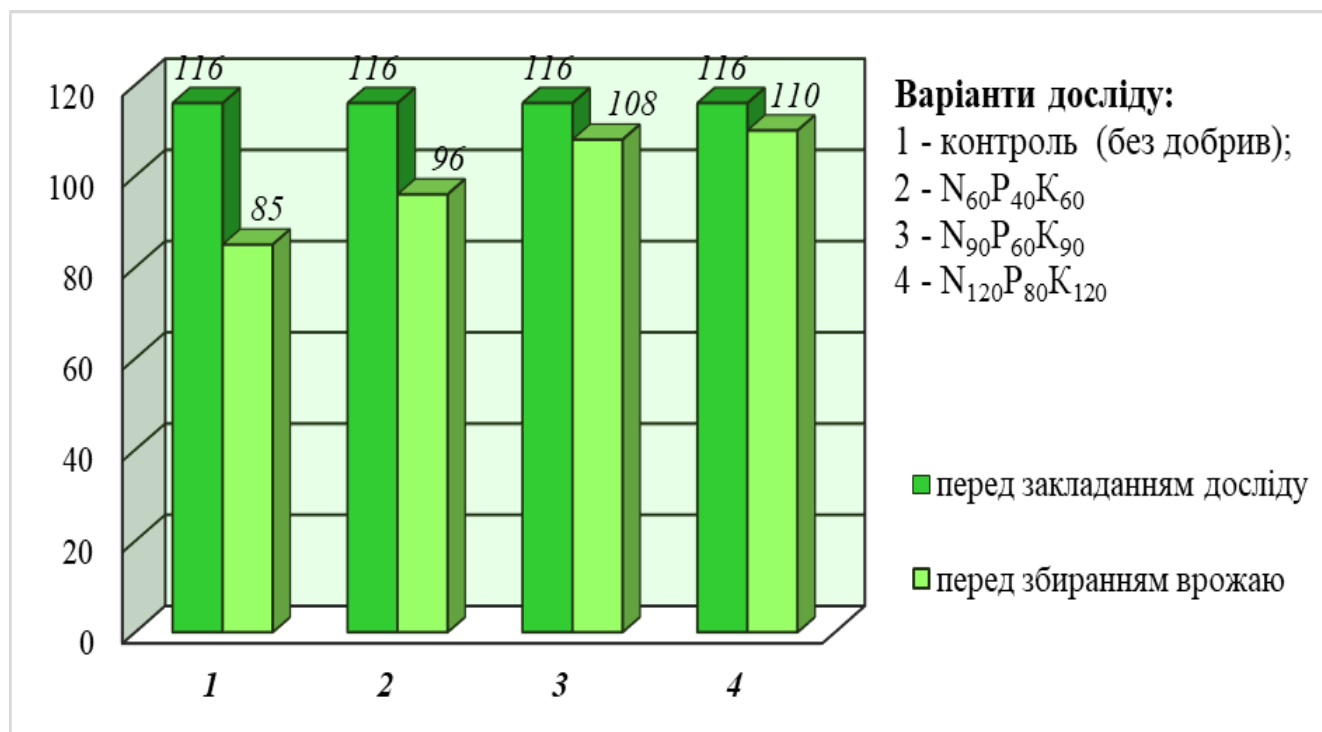


Рисунок 3.2 – Динаміка вмісту азоту за період вегетації ярого ріпаку (мг/кг ґрунту)

Зміна вмісту рухомих форм фосфору також демонструє тенденцію до спадання, проте цей процес є менш інтенсивним порівняно з азотом. На ділянці контролю концентрація P_2O_5 знижується з 97 до 80 мг/кг, що свідчить про винесення фосфору врожаєм та обмеженість його природного відновлення у ґрунті.

Внесення P_{40} забезпечує дещо вищий рівень залишкових форм – 91 мг/кг. Варіанти з P_{60} та P_{80} характеризуються найвищим післяжнивним вмістом фосфору – 95 та 98 мг/кг відповідно. Це зумовлено низькою мобільністю фосфатів у ґрунті та меншим ступенем їх винесення порівняно з азотом.

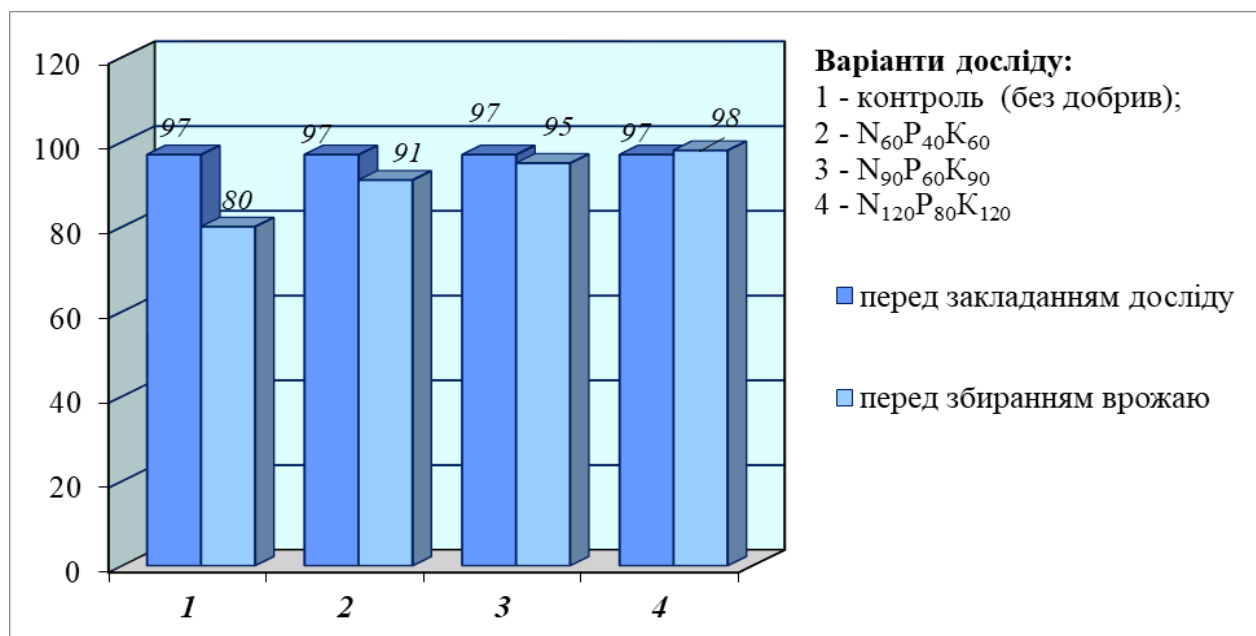


Рисунок 3.3 – Динаміка рухомого фосфору у ґрунті за різних норм удобрення ярого ріпаку (мг/кг ґрунту)

Таким чином, підвищені норми фосфорних добрив забезпечують формування достатніх запасів рухомого фосфору та оптимальних умов для формування репродуктивних органів ярого ріпаку.

Вміст калію у ґрунті перед збиранням знижується в усіх варіантах, однак амплітуда зменшення залежить від дози внесеного K_2O . На контролі вміст калію падає до 102 мг/кг, що пов'язано з інтенсивним його використанням рослинами під час формування зеленої маси та насіння.

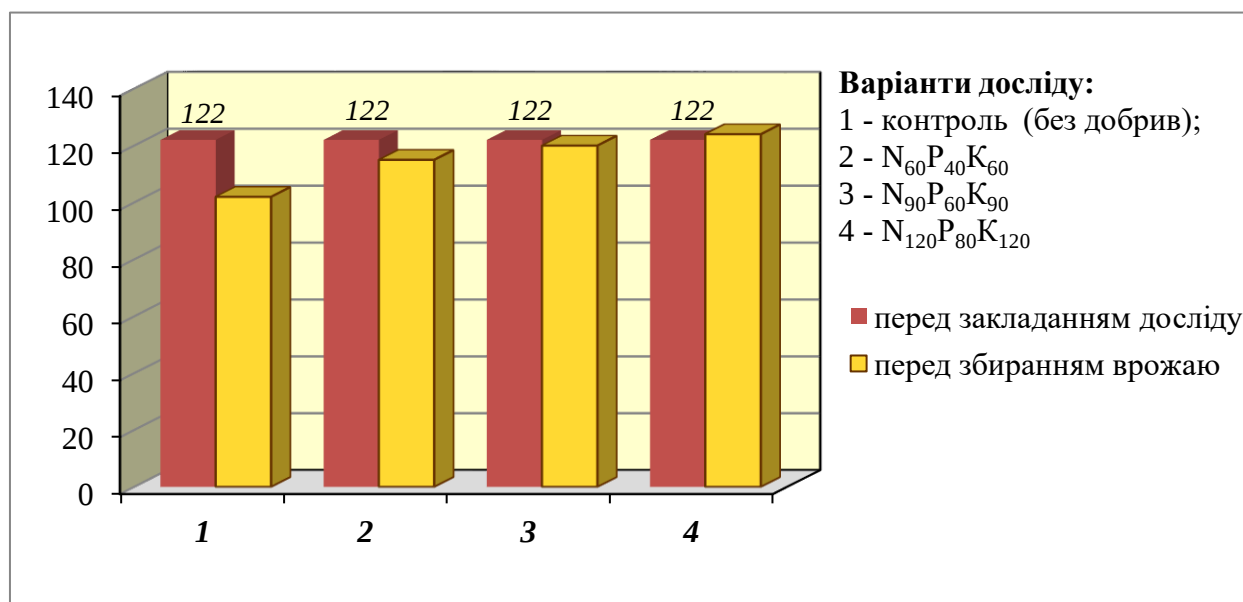


Рис. 3.4 – Динаміка обмінного калію у ґрунті за різних норм удобрення ярого ріпаку (мг/кг ґрунту)

У варіанті з внесенням K_{60} вміст перед збиранням врожаю становить 115 мг/кг, що демонструє ефективність повернення елемента в орний шар. За вищих норм (K_{90} та K_{120}) спостерігається найменше зменшення запасів калію – відповідно 120 та 124 мг/кг. Високі значення пояснюються як низькою рухомістю катіона K^+ , так і його частковою фіксацією у ґрунтовій товщі. Це забезпечує довготривале підвищення калійного режиму ґрунту, що важливо для стійкості рослин до посухи та формування олійності насіння.

Загалом, мінеральні добрива мають позитивний вплив на поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту, зменшуючи дефіцит елементів живлення за період вегетації ярого ріпаку Мірабель. Найкраще забезпечення елементами живлення простежувалося за норми удобрення $N_{120}P_{80}K_{120}$, за якої баланс фосфору та калію був бездефіцитним, а дефіцит азоту – мінімальний.

3.4. Вплив удобрення на ріст та розвиток рослин ярого ріпаку гібриду Мірабель

Польова схожість безпосередньо визначає формування оптимальної густоти стеблостою, що надалі впливає на рівень продуктивності посіву. За наявними даними, навіть незначне зниження польової схожості на 10–13% може спричинити трикратне падіння урожайності [49].

Аналіз польової схожості ярого ріпаку на ділянках дослідів засвідчує пряму залежність цього показника від рівня мінерального живлення та демонструє його динаміку протягом двох років досліджень (2024 та 2025 рр.).

У контрольному варіанті (без застосування добрив) польова схожість була найнижчою і становила в середньому за два роки 73,9% (табл. 3.4). При цьому спостерігалось незначне зростання показника від 2024 р. (72,3%) до 2025 р. (75,5%).

Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{60}$ (варіант 2) забезпечило зростання середньої польової схожості до 82,9%, що на 9,0% перевищує контроль. Річна динаміка схожості була позитивною: 81,6% у 2024 р. та 84,2% у 2025 р.

Таблиця 3.4 – Польова схожість ярого ріпаку Мірабель

Варіанти дослідів	Польова схожість, %		Середня за 2024/25 рр.	
	2024 р.	2025 р.	%	± до контролю
1. контроль – без добрив	72,3	75,5	73,9	-
2. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	81,6	84,2	82,9	9,0
3. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	87,0	90,6	88,8	14,9
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	89,5	92,4	91,0	17,1

Подальше збільшення норм мінеральних добрив до N₉₀P₆₀K₉₀ (варіант 3) призвело до суттєвішого підвищення показника. Середня польова схожість у цьому варіанті досягла 88,8%, що на 14,9% вище порівняно з контролем. У 2024 році схожість становила 87,0%, а у 2025 році зросла до 90,6%.

Максимальний рівень польової схожості зафіксовано у варіанті з найвищою нормою живлення N₁₂₀P₈₀K₁₂₀ (варіант 4). Середнє значення за два роки склало 91,0%, демонструючи найбільший приріст відносно контролю – 17,1%. У 2024 році схожість становила 89,5%, а у 2025 році досягла 92,4%.

Таким чином, усі дослідні варіанти з внесенням N₆₀₋₁₂₀P₄₀₋₈₀K₆₀₋₁₂₀ добрив показали підвищення польової схожості ярого ріпаку порівняно з контролем. Спостерігається чітка тенденція до зростання схожості з підвищенням норми внесення добрив, від 82,9% до 91,0%. Крім того, характерною особливістю є міжрічне зростання показника схожості у всіх варіантах дослідів, що може свідчити про сприятливіші погодні умови для проростання насіння у 2025 році або про поступову позитивну післядію добрив на ґрунт.

Густота рослин перед збиранням врожаю також змінювалася за варіантами дослідів. У 2024 році в контрольному варіанті (без добрив) густота рослин становила 65 шт./м². Застосування мінеральних добрив суттєво підвищило цей показник. Зокрема, у варіанті N₆₀P₄₀K₆₀ густота зросла до 81 шт./м², що являло собою приріст у 16 шт./м², або 24,6% відносно контролю (табл. 3.5). Подальше

збільшення дози добрив ($N_{90}P_{60}K_{90}$) забезпечило густоту 90 шт./м², демонструючи приріст у 25 шт./м² (38,5%). Найвищий показник густоти – 96 шт./м² – був зафіксований у варіанті з максимальною дозою добрив ($N_{120}P_{80}K_{120}$), що відповідало приросту 31 шт./м², або 47,7% порівняно з контролем.

Таблиця 3.5 – Густота рослин ярого ріпаку перед збиранням врожаю

Варіанти дослідів	2024			2025		
	шт./м ²	приріст до контролю		шт./м ²	приріст до контролю	
		шт./м ²	%		шт./м ²	%
1. контроль – без добрив	65			61		
2. $N_{60}P_{40}K_{60}$	81	16	24,6	76	15	24,6
3. $N_{90}P_{60}K_{90}$	90	25	38,5	90	29	47,5
4. $N_{120}P_{80}K_{120}$	96	31	47,7	96	35	57,4

У 2025 році спостерігалася подібна тенденція, хоча абсолютні показники густоти в контролі були дещо нижчими (61 шт./м²). У варіанті $N_{60}P_{40}K_{60}$ густота становила 76 шт./м², тобто приріст становить 15 шт./м², або 24,6% (ідентичний відносний приріст порівняно з 2024 роком). За внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$ густота досягла 90 шт./м², демонструючи значне збільшення на 29 шт./м², або 47,5%. Максимальна густота рослин, як і в попередньому році, була відзначена у варіанті $N_{120}P_{80}K_{120}$, досягнувши 96 шт./м², що відповідало найбільшому приросту – 35 шт./м², або 57,4% відносно контролю.

Аналіз показника виживання ярого ріпаку підтверджує вплив мінеральних добрив NPK на показник виживання рослин за період вегетації. У 2024 році рівень виживання був високим, коливаючись від 75,4% у контролі до максимальних 89,0% при внесенні $N_{120}P_{80}K_{120}$. У 2025 році спостерігалася загальне зниження показників виживання у всіх варіантах (контроль 67,1%).

Однак, навіть за менш сприятливих умов 2025 року, застосування найвищої дози добрив ($N_{120}P_{80}K_{120}$) забезпечило найвище виживання (86,5%), що лише на 2,5% нижче максимуму 2024 року.

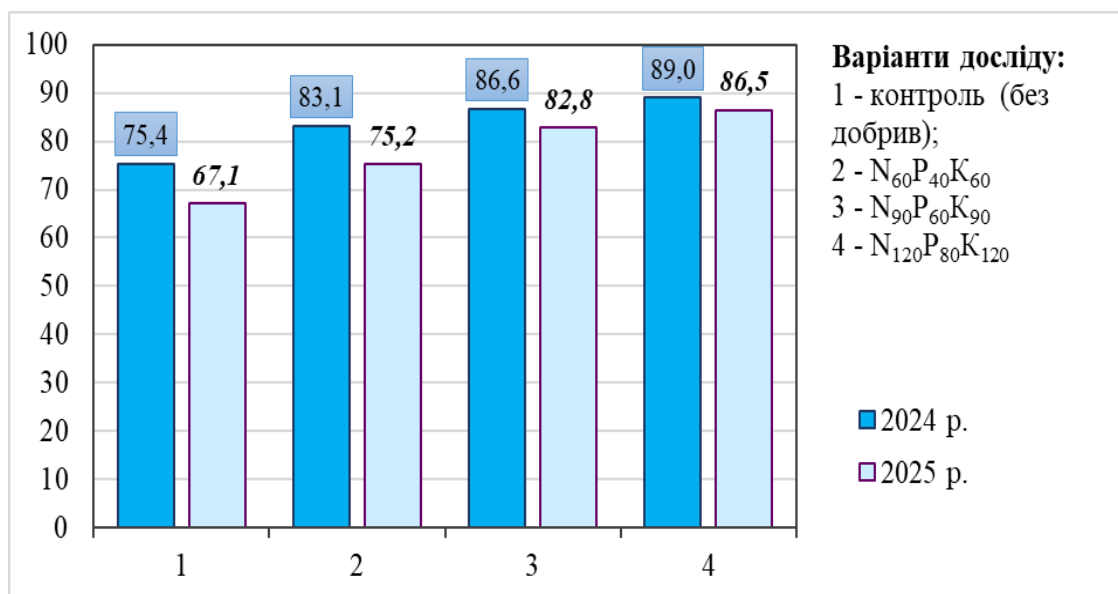


Рисунок 3.4 – Виживання рослин (%) ярого ріпаку за період вегетації залежно від норм удобрення

Аналіз даних за два роки досліджень однозначно свідчить про позитивний вплив внесення мінеральних добрив на виживання та збереження густоти стояння рослин ярого ріпаку до фази збирання врожаю. Найбільший ефект досягається при застосуванні найвищої досліджуваної норми $N_{120}P_{80}K_{120}$, де приріст густоти в середньому за два роки склав близько 52,5% відносно контролю, а показник виживання рослин за період вегетації склав 86,5–89,0%.

3.5. Структура врожаю ярого ріпаку Міракель за різних норм удобрення

Мінеральні добрива істотно підвищують інтенсивність формування структурних елементів урожаю ярого ріпаку, сприяючи збільшенню кількості стручків на рослині та насінин у стручку, маси 1000 насінин.

Результати проведених досліджень свідчать, що елементи структури врожаю ярого ріпаку тісно залежать як від норм внесення мінеральних добрив, так і від погодних умов року вирощування. У 2024 р., який характеризувався стабільнішим температурним режимом і відсутністю критичних весняних стресів, усі структурні показники є вищими порівняно з 2025 р. Натомість у 2025 р. травневі похолодання

та заморозки зумовлюють зниження репродуктивного потенціалу рослин незалежно від варіанту удобрення, хоча ступінь реакції відрізняється залежно від рівня мінерального забезпечення.

На контролі без добрив ріпак формував найменшу кількість стручків та насінин. У 2024 р. кількість стручків становила 94 шт. на рослину, тоді як у 2025 р. – лише 82 шт. (рис. 3.5а), що відображає негативний вплив холодового стресу на процеси гілкування та закладання генеративних органів. Схожа тенденція спостерігалась і щодо кількості насінин у стручку (рис. 3.5б). Кількість насінин з однієї рослини становила в середньому за два роки дослідження 1543 шт., маса 1000 насінин – 3,38 г.

Таблиця 3.6 – Елементи структури врожаю ярого ріпаку (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіанти дослідів	Кількість стручків на рослині, шт.	Кількість насінин у стручку, шт.	Кількість насіння з 1 рослини, шт.	Маса 1000 насінин, г
1. контроль – без добрив	88	17,5	1543	3,38
2. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	110	19,7	2149	4,20
3. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	125	20,9	2566	4,75
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	138	21,4	2960	5,06

Внесення добрив у нормі N₆₀P₄₀K₆₀ забезпечувало покращення всіх структурних показників. Кількість стручків підвищилася до 118 шт. у 2024 р. та до 102 шт. у 2025 р., а загальна кількість насінин з однієї рослини сягнула 2 360 та 1938 шт. відповідно. Середня кількість насінин становила 2 149 г. Маса 1000 насінин коливалась у межах 4,05–4,35 г із середнім значенням 4,20 г, що свідчить про достатній рівень забезпечення фотосинтезу та нагромадження резервних речовин.

Зростання норм добрив до N₉₀P₆₀K₉₀ сприяло суттєвому покращенню структурних елементів. У 2024 р. ріпак формував 132 стручки на рослині, а у 2025 р. – 118. Кількість насіння з однієї рослини сягає 2772 шт. у сприятливий рік, тоді як у 2025 вона знижувалась, але залишається на високому рівні (2360 шт.). Така

реакція свідчить про добру компенсаторну здатність гібриду Мірабель на тлі оптимізованого живлення. Маса 1000 насінин стабільно знаходиться на рівні 4,6–4,9 г, що демонструє мінімальний вплив холодового стресу на налив насіння за достатнього забезпечення елементами живлення.

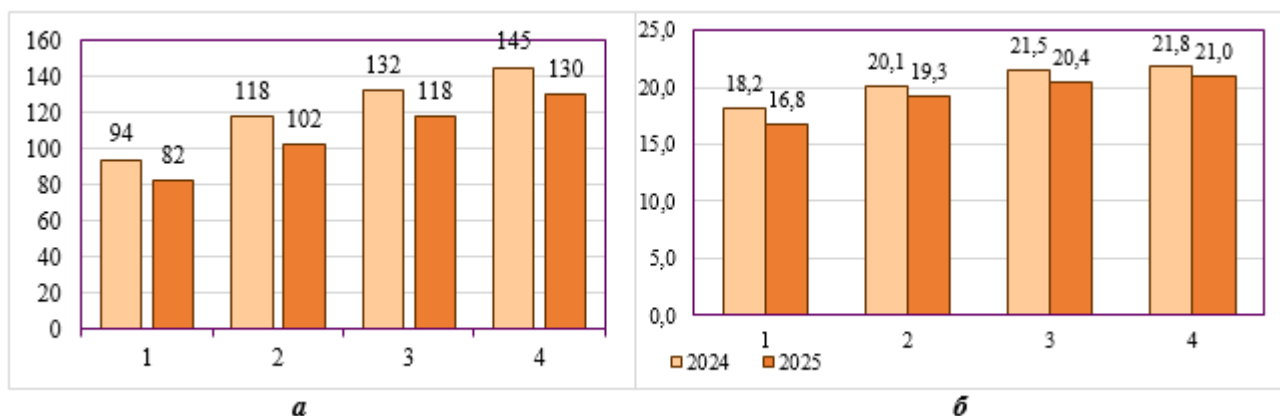


Рисунок 3.5 – Кількість стручків на рослині (а) та насінин у стручку (б) за різних норм удобрення ярого ріпаку

Максимальна норма удобрення $N_{120}P_{80}K_{120}$ забезпечила найвищі значення всіх структурних компонентів врожайності. У 2024 р. було сформовано 145 стручків на рослині, а у 2025 р. – 130. Кількість насіння з однієї рослини становила відповідно 3190 та 2730 шт. (середнє значення – 2960 шт.), що свідчить про високу інтенсивність процесів гілкування, закладання квіток та формування стручків. Навіть за умов пізніх весняних заморозків 2025 року рослини на цьому варіанті демонструють мінімальні втрати репродуктивних органів завдяки більш розвиненій кореневій системі та вищому рівню стресостійкості, обумовленому оптимальним живленням. Маса 1000 насінин у межах 3,4–3,5 г є найвищою серед усіх варіантів, що свідчить про найсприятливіші умови для наливу насіння.

Отже, збільшення норм NPK забезпечує чітку позитивну динаміку основних структурних показників врожаю. Різниця між роками демонструє високу чутливість ярого ріпаку до весняних стресів, проте підвищене мінеральне живлення істотно пом'якшує негативний вплив холодів. Максимальна норма добрив $N_{120}P_{80}K_{120}$ забезпечує найвищу продуктивність структурних елементів у обох

роках досліджень, тоді як контроль характеризується найбільшою вразливістю до погодних стресів та найнижчими показниками продуктивності.

3.6. Вплив удобрення на врожайність ярого ріпаку Мірабель

Врожайність слугує важливим показником продуктивності культури, оскільки кількість отриманого насіння ріпаку, так само як і індивідуальна продуктивність рослин, визначається поєднанням їхніх генетичних особливостей, погодних умов та застосованої технології вирощування. Наукові джерела неодноразово підкреслюють, що забезпечення рослин оптимальним живленням є необхідною передумовою формування високих рівнів врожайності насіння [6].

Показники врожайності ярого ріпаку за різних норм удобрення демонструють чітку залежність від рівня мінерального живлення У контрольному варіанті, де удобрення не застосовувалося, урожайність в обидва роки є найнижчою – 1,95–1,78 т/га, що зумовлено обмеженими можливостями рослин щодо формування достатньої кількості стручків і повноцінного наливу насіння. Такий результат відповідає природному рівню забезпечення темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Таблиця 3.7 – Урожайність насіння ярого ріпаку гібриду Мірабель за різних норм добрив

Варіант удобрення	Врожайність, т/га		Середня, т/га	приріст до контролю	
	2024 р.	2025 р.		т/га	%
1. Контроль (без добрив)	1,95	1,78	1,87	-	-
2. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	2,45	2,22	2,34	0,47	25,1
3. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	2,78	2,52	2,65	0,78	41,7
4. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	3,11	2,88	3,00	1,13	60,4
НІР	0,16	0,14			

Збільшення норм мінерального живлення справляє позитивний вплив на продуктивність ярого ріпаку. Внесення помірної дози добрив ($N_{60}P_{40}K_{60}$) забезпечило приріст урожайності в середньому на 25,1%, що свідчить про ефективне усунення початкового дефіциту азоту, фосфору та калію. За роками врожай на ділянці варіанту 2 коливався в межах 2,45–2,22 т/га. Середня врожайність склала 2,34 т/га.

Збільшення норми удобрення до $N_{90}P_{60}K_{90}$ забезпечує подальше нарощування продуктивності ярого ріпаку Мірабель. У 2024 р. на ділянці варіанту 3 отримали 2,78 т/га, у 2025 р. – 2,52 т/га насіння. Середній врожай становить 2,65 т/га, приріст до контролю 0,78 т/га або 41,7%. У цьому варіанті істотно підвищується кількість стручків та насіння з однієї рослини, що чітко відображається на кінцевих показниках продуктивності.

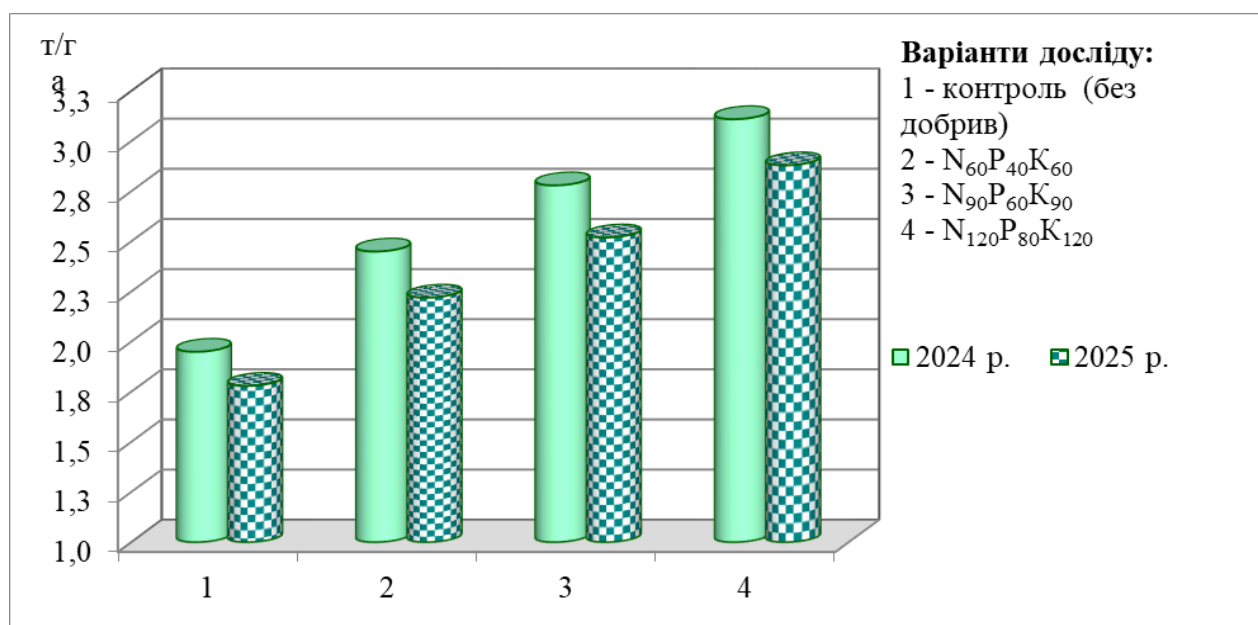


Рисунок 3.6 – Врожайність насіння ярого ріпаку Мірабель за різних норм добрив

Максимальна норма добрив ($N_{120}P_{80}K_{120}$) забезпечила формування 3,11–3,28 т/га насіння ріпаку. Найвищий середній приріст у досліді становить 1,13 т/га або 60,4% відносно контролю. Це свідчить про високу чутливість ярого ріпаку до інтенсивного мінерального живлення. За таких умов формується найбільша кількість стручків на рослині та максимальна маса насіння з однієї рослини, що дозволяє реалізувати біологічний потенціал культури.

Таким чином, між нормою добрив та врожайністю встановлюється чітка позитивна залежність, характерна для інтенсивної технології вирощування ярого ріпаку. Найвищий врожай отримали за норми удобрення $N_{120}P_{80}K_{120}$.

3.7. Якість насіння ярого ріпаку Мірабель за різних норм удобрення

У сучасному рослинництві поряд із величиною отриманого врожаю не менш значущим показником є його якість, оскільки продукція з низькими якісними характеристиками втрачає конкурентоспроможність як на внутрішньому, так і на світовому ринках. Формування якісних параметрів насіння ріпаку визначається особливостями технології вирощування, зокрема застосуванням мінеральних добрив. Наукові дослідження підтверджують, що вміст олії, протеїну та глюкозинолатів у насінні формується під впливом генетичних властивостей сорту чи гібриду, погодних умов вегетаційного періоду, а також рівня мінерального живлення ґрунту.

У проведеному досліді якісні показники насіння - вміст сирого жиру і вміст сирого білка - змінювалися залежно від норми внесених добрив. Із підвищенням норми добрив спостерігається закономірне зменшення вмісту сирого жиру в насінні, однак одночасно зростає загальний його збір з одиниці площі. Так, на контролі вміст жиру становив 46,1%, тоді як за максимальної норми удобрення ($N_{120}P_{80}K_{120}$) він знижується до 44,8%.

Таблиця 3.8 – Вплив мінеральних добрив на якість насіння ярого ріпаку Мірабель (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіанти дослідів	Сирий жир		Сирий білок	
	вміст, %	збір, ц/га	вміст, %	збір, ц/га
1. Контроль (без добрив)	46,1	8,6	20,8	3,9
2. $N_{60}P_{40}K_{60}$	45,6	10,7	21,4	5,0
3. $N_{90}P_{60}K_{90}$	45,0	11,9	22,0	5,8
4. $N_{120}P_{80}K_{120}$	44,8	13,4	22,6	6,8

Попри це, збір жиру з 1 га зростав від 8,6 ц/га на контролі до 13,4 ц/га у четвертому варіанті, що пояснюється істотним підвищенням врожайності. За максимальної норми добрив приріст до контролю становить 4,82 ц/га або 56%. Це підтверджує закономірність: збільшення мінерального живлення дещо «розбавляє» олійність, але підсилює загальну продуктивність рослин.

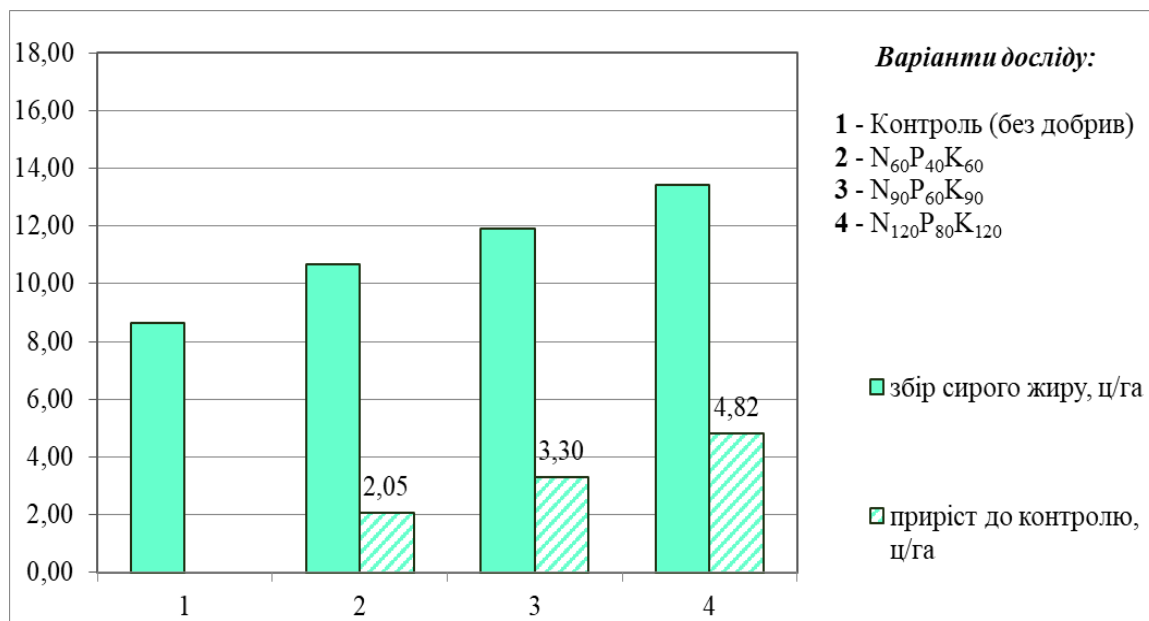


Рисунок 3.7 – Збір сирого жиру залежно від норм добрив під ярий ріпак Мірабель

Аналогічна тенденція спостерігається і щодо сирого білка. Його вміст у насінні підвищується від 20,8% на контролі до 22,6% за внесення $N_{120}P_{80}K_{120}$.

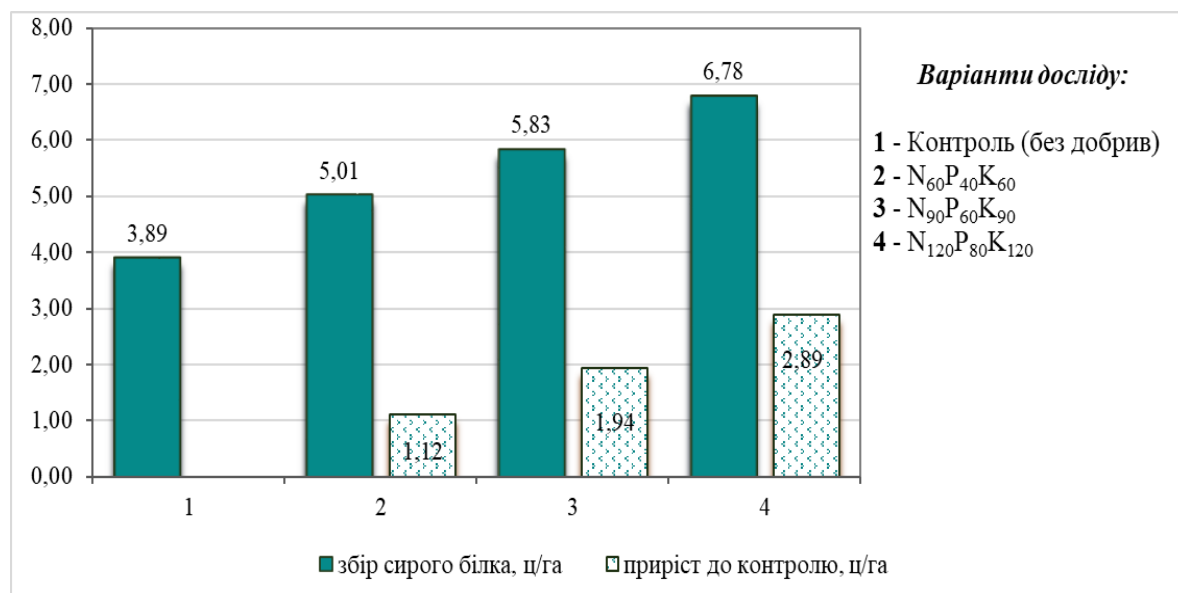


Рисунок 3.8. – Збір білка з 1 га зі різних норм удобрення ярого ріпаку Мірабель

Посилення білкового синтезу зумовлене насамперед більшою забезпеченістю рослин азотом, який є ключовим елементом у формуванні білкових сполук. Збір сирого білка зростає ще більш істотно (приріст 74,3%): від 3,9 ц/га у контрольному варіанті до 6,8 ц/га за максимальної дози добрив. Це пов'язано як зі збільшенням його вмісту, так і з вищою врожайністю насіння.

Загалом застосування мінеральних добрив сприяє покращенню показників продуктивності і підвищенню біохімічної цінності врожаю, насамперед за рахунок зростання вмісту білка та істотного збільшення валового збору жиру. Таким чином, оптимізація системи удобрення є важливим чинником підвищення якісних параметрів насіння ярого ріпаку та ефективності його вирощування.

3.8. Економічна та енергетична ефективність внесення добрив під ярий ріпак гібриду Мірабель

Економічна оцінка удобрення сільськогосподарських культур є ключовим елементом обґрунтування інтенсивних технологій вирощування, оскільки саме система живлення визначає не лише рівень урожайності, а й загальну ефективність виробництва. Мінеральні добрива, будучи одним із найбільш затратних компонентів технології, водночас забезпечують найбільший приріст продуктивності, що зумовлює необхідність детального аналізу їх економічної доцільності. Оптимізація норм внесення повинна враховувати як агробіологічну реакцію культури, так і співвідношення між додатковими витратами та отриманою прибавкою врожаю [5]. Зростання врожайності за умов раціонального удобрення забезпечує підвищення вартості валової продукції, зменшення собівартості одиниці продукції та збільшення чистого прибутку. Натомість надмірні або необґрунтовані норми добрив призводять до зростання виробничих витрат, без істотного поліпшення врожайності, що негативно позначається на рентабельності виробництва.

Результати, отримані у досліді на темно-сірому лісовому ґрунті, свідчать, що застосування мінеральних добрив істотно підвищує економічну ефективність вирощування ярого ріпаку порівняно з контролем. На контрольному варіанті рівень

рентабельності становить 62,9%, що зумовлено відносно низькою врожайністю та високою собівартістю одиниці продукції. Вартість врожаю на ділянці контролю становила лише 41140 грн/га, що було мінімальним показником у досліді. Виробничі затрати також були мінімальними (25 260 грн/га), оскільки внесення добрив не потребувало додаткових затрат. Низька врожайність при даному рівні затрат на вирощування ярого ріпаку спричинила найвищу собівартість 1 т насіння у досліді – 13 508 грн/т. Чистий прибуток у варіанті без внесення добрив склав 15 880 грн/га.

Таблиця 3.9 – Економічна та енергетична оцінка ефективності удобрення ярого ріпаку гібриду Мірабель

Показник	Варіанти дослідів			
	1	2	3	4
Урожайність, т/га	1,87	2,34	2,65	3,00
Вартість продукції грн/га	41140	51480	58300	66000
Виробничі витрати, грн/га	25260	29300	31250	33450
Собівартість грн/т	13508	12521	11792	11150
Чистий прибуток, грн/га	15880	22180	27050	32550
Рівень рентабельності, %	62,9	75,7	86,6	97,3
Енергоємність технології, МДж	25612	29050	30450	32800
Енергоємність врожаю, МДж	48562	59430	67260	75590
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,90	2,05	2,21	2,30

Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{60}$ забезпечує підвищення врожайності до 2,34 т/га та, відповідно, вартість вирощеного насіння зростає до 51 480 грн/га. Оскільки

використання добрив потребує додаткових ресурсів на їх придбання та безпосередньо внесення у ґрунт, виробничі витрати зростають до 29 300 грн/га. Собівартість 1 т насіння у варіанті становила 12 521 грн/т. Збільшення чистого прибутку – до 22 180 грн/га (приріст до контролю – 39,7%). Це призводить до зростання рівня рентабельності до 75,7%, що свідчить про кращий економічний результат від застосування помірних норм добрив.

Подальше збільшення норми добрив до $N_{90}P_{60}K_{90}$ сприяє формуванню ще більш високого економічного результату: вартість насіння зростає до 58300 грн/га, чистий прибуток становить 27 050 грн/га. Попри зростання виробничих витрат до 31 250 грн/га, собівартість отриманого насіння є нижчою, ніж у двох попередніх варіантах – 11 792 грн/т. Рентабельність вирощування ярого ріпаку Мірабель за даної норми удобрення досягає 86,6%, що на 23,7% перевищує контрольний варіант. Це оптимальна норма, за якої забезпечується найкраще співвідношення між додатковими витратами та приростом врожаю.

Максимальна норма $N_{120}P_{80}K_{120}$ демонструє найвищий чистий прибуток (32,55 тис. грн/га, приріст до контролю 16670 грн/га) і рівень рентабельності 97,3%, що свідчить про значну економічну вигідність інтенсивного удобрення. Вартість вирощеного насіння становить 66000 грн/га. Собівартість насіння є найнижчою – 11150 грн/т при максимальних виробничих затратах (33450 грн/га). Проте слід зауважити, що зростання рентабельності між третім і четвертим варіантами є меншим порівняно з попередніми кроками, що вказує на тенденцію до поступового наближення до межі окупності додаткових витрат.

Аналіз енергетичних показників засвідчує, що використання мінеральних добрив також сприяє істотному підвищенню енергоощадності технології. На контролі коефіцієнт енергетичної ефективності становить 1,90, що відповідає мінімальному співвідношенню між енергетичними витратами на технологію (25612 МДж/га) та енергетичною цінністю отриманого врожаю (48562 МДж/га). Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{60}$ дозволяє збільшити валовий енергетичний вихід до 59430 МДж/га, що зумовлює зростання коефіцієнта до 2,05.

Варіант $N_{90}P_{60}K_{90}$ характеризується ще вищою енергоефективністю (2,21), оскільки енергетична віддача врожаю збільшується до 67260 МДж/га за помірного зростання енерговитрат. Це свідчить про надзвичайно ефективне використання енергетичного потенціалу добрив у формуванні врожаю.

Максимальна доза $N_{120}P_{80}K_{120}$ забезпечує найвищий показник – 2,30, що є характерною ознакою інтенсивного типу виробництва, у якому додаткове внесення добрив компенсується суттєвим приростом енергії, накопиченої в урожаю.

Загалом економічна оцінка підтверджує, що всі варіанти удобрення ярого ріпаку забезпечують збільшення рівня рентабельності його вирощування, а найвища економічна ефективність досягається в умовах застосування норми $N_{120}P_{80}K_{120}$. Енергетична оцінка не лише підтверджує економічну доцільність застосування мінеральних добрив, але й демонструє, що всі дослідні варіанти забезпечують високий рівень енергетичної віддачі. Найбільш енергоефективним є варіант із нормою $N_{120}P_{80}K_{120}$, що повністю узгоджується з економічними показниками.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ У ГОСПОДАРСТВІ

4.1. Загальні положення та аналіз стану охорони праці у ТзОВ “*****”

Організація охорони праці в аграрному виробництві є одним із ключових елементів забезпечення безпеки працівників, раціонального використання технічних ресурсів і створення оптимальних умов для виконання польових робіт. На підприємствах, що займаються вирощуванням ярого ріпаку, система охорони праці формується відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю, галузевих правил безпеки та санітарних норм, що регламентують виконання механізованих, хімічних і агротехнічних операцій [36, 38].

Організаційна структура управління охороною праці ґрунтується на принципах плановості, системності, профілактичної спрямованості та персональної відповідальності. Роботодавець створює службу охорони праці або призначає відповідальних осіб, які контролюють дотримання правил безпеки, проводять інструктажі, організовують навчання та перевірку знань працівників. Усі види інструктажів – вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий – здійснюються згідно з чинними нормативами й фіксуються у відповідних журналах.

Важливим елементом організації охорони праці є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Залежно від виду робіт працівники повинні бути забезпечені спецодягом, гумовими або шкіряними рукавицями, захисними окулярами, респіраторами, засобами захисту органів слуху. Під час роботи з мінеральними добривами, пестицидами та паливно-мастильними матеріалами застосування ЗІЗ є обов’язковою умовою виконання робіт.

Усі трактори, ґрунтообробні агрегати, сівалки, обприскувачі та інша техніка повинні проходити технічний огляд, який підтверджує їхній справний стан. Обслуговування машин проводиться з дотриманням вимог безпеки: забороняється

виконувати ремонтні роботи на працюючих агрегатах, перебувати між зчепленими машинами, працювати на техніці з несправними захисними кожухами, гальмівною системою чи світловими приладами.

У процесі організації робіт роботодавець зобов'язаний забезпечити оптимальні санітарно-гігієнічні умови: належне освітлення, вентиляцію приміщень для зберігання добрив і засобів захисту рослин, доступ до питної води, місця відпочинку під час польових робіт у спеку. Під час весняно-польового сезону необхідно враховувати тривалу дію сонячної радіації, тому працівники мають використовувати головні убори й робити перерви в затінку.

Таким чином, організація охорони праці у господарстві забезпечує попередження виробничого травматизму, зниження професійних ризиків та формування безпечного робочого середовища, що є передумовою стабільного й ефективного вирощування ярого ріпаку.

4.2. Покращення гігієни праці, пожежної безпеки і техніки безпеки у вирощуванні ярого ріпаку

Вирощування ярого ріпаку включає низку операцій, що пов'язані з використанням техніки, добрив, засобів захисту рослин, а також з роботою на відкритому повітрі в умовах підвищеного ризику. Тому система охорони праці під час виконання агротехнічних заходів має бути спрямована на мінімізацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Під час передпосівного обробітку ґрунту, сівби та догляду за посівами основні небезпеки стосуються експлуатації механізмів. Водії тракторів повинні мати відповідні допуски, проходити регулярний медичний огляд, уникати перевантаження машини та порушення технологічного режиму робіт. Заборонено працювати з відкритими дверима кабіни, переміщати техніку заднім ходом без впевненості у відсутності людей у небезпечній зоні, здійснювати технічне обслуговування без відключення двигуна. Усі обертальні елементи машин повинні бути закриті захисними кожухами [38].

Найбільш небезпечним етапом вирощування ярого ріпаку є внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Під час роботи з аміачною селітрою, сульфатом амонію, фосфорними та калійними добривами необхідно дотримуватися вимог санітарної безпеки: використовувати респіратори, захисні окуляри, спецодяг, не допускати розсипання добрив у зоні робочого місця. Склади для зберігання добрив повинні бути сухими, провітрюваними, обладнаними засобами локалізації можливих проливів. Внесення добрив проводиться лише за сприятливої погоди, без сильного вітру, щоб уникнути запилення.

Під час хімічного захисту рослин від шкідників та хвороб діють вимоги «Правил безпечної роботи з пестицидами». Обприскування дозволено проводити тільки у ранкові або вечірні години, за швидкості вітру до 3–4 м/с [38]. Оператор обприскувача повинен використовувати повний комплект ЗІЗ: фільтруючий респіратор, захисні окуляри, герметичні рукавички, водонепроникний одяг. Забороняється приймати їжу, палити або торкатися обличчя під час хімічних робіт. Після завершення обприскування техніка промивається, а залишки робочих розчинів утилізуються у спеціально відведених місцях.

Протипожежна безпека при вирощуванні ріпаку набуває особливої актуальності через використання пально-мастильних матеріалів та роботи в умовах сухої рослинності, насамперед у період збирання врожаю. Територія машинних дворів повинна бути забезпечена вогнегасниками, ящиками з піском, бочками з водою. Заправка техніки проводиться на спеціально обладнаних майданчиках із твердим покриттям, заборонено виконувати її поблизу посівів.

Комбайни, що використовуються для збирання ріпаку, повинні бути обладнані іскрогасниками, справною електропроводкою та вогнегасниками. Регулярне очищення машини від пилу та рослинних решток є обов'язковою протипожежною вимогою. Під час високих температур повітря необхідно здійснювати контроль за перегріванням двигуна та агрегатів комбайна. Заборонено залишати техніку у полі з увімкненим двигуном або проводити зварювальні роботи поблизу посівів.

Отже, належне дотримання вимог охорони праці та протипожежної безпеки є необхідною умовою безпечного вирощування ярого ріпаку, адже дозволяє

запобігти виробничому травматизму, отруєнням, аваріям і пожежам, забезпечуючи стабільну та безпечну роботу працівників.

4.3. Захист населення від надзвичайних ситуацій

Діяльність у сільському господарстві, зокрема вирощування ярого ріпаку, повинна враховувати можливість виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного та соціального характеру. Ефективний захист населення передбачає комплекс організаційних, технічних і управлінських заходів, що відповідають Кодексу цивільного захисту України.

У господарстві функціонує система оповіщення працівників, яка забезпечує передачу інформації про небезпечні ситуації: пожежі, витoki небезпечних речовин, аварії на техніці, буревії, хімічні загрози тощо. Працівники проходять інструктаж щодо дій у разі надзвичайних ситуацій, включно з евакуацією, локалізацією пожеж, припиненням роботи з технікою та хімічними засобами.

У випадку пожежі або загоряння техніки працівники повинні діяти згідно з інструкцією: відключити живлення, застосувати первинні засоби пожежогасіння, відійти на безпечну відстань та викликати пожежні підрозділи. Під час сильних буревіїв, гроз чи градів тракторні роботи слід негайно припинити.

Для природних надзвичайних ситуацій, зокрема паводків, підтоплень, сильних посух, повинні бути розроблені плани дій, що включають переміщення техніки та матеріалів, консервацію небезпечних речовин, відведення води з території господарства.

В умовах воєнного стану важливими стають заходи укриття працівників, інформування про повітряні тривоги, порядок зупинки техніки та евакуації людей з полів. Господарство має визначені місця укриття та резерви першої необхідності.

Таким чином, система захисту працівників і населення в умовах надзвичайних ситуацій ґрунтується на завчасній підготовці, навчанні персоналу, наявності відповідних засобів реагування та чіткій організації управління небезпечними подіями. Це дозволяє мінімізувати ризики для здоров'я і життя людей та зменшити можливі втрати у виробництві ярого ріпаку.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Охорона ґрунтів у сільському господарстві

Охорона природи в системі сучасного сільського господарства набуває фундаментального значення, оскільки аграрне виробництво безпосередньо взаємодіє з основними природними ресурсами — ґрунтами, водою, біотою та атмосферним повітрям. Інтенсифікація землеробства, використання добрив і засобів захисту рослин, переушільнення та дегуміфікація орних земель, гідротехнічні зміни територій і розвиток тваринництва формують значний антропогенний тиск на екосистеми [3]. Забезпечення екологічної збалансованості аграрної діяльності є ключовою умовою збереження продуктивності природних ресурсів і стабільності агроландшафтів у довгостроковій перспективі.

Особлива роль у вирішенні екологічних проблем належить охороні ґрунтів, адже саме ґрунтовий покрив формує основу агровиробництва та одночасно є одним із найбільш вразливих компонентів довкілля. ґрунт — це складна жива система, яка виконує низку екосистемних функцій: забезпечення рослин поживними речовинами, регулювання водного балансу, участь у кругообігу органічної речовини, депонування вуглецю та фільтрація забруднювачів. Порушення структури ґрунтового профілю внаслідок ерозійних процесів, надмірного обробітку, ущільнення та деградації органічної речовини призводить до зниження природної родючості, зменшення біологічної активності й погіршення водно-фізичних властивостей [8].

Найбільш поширеною формою деградації ґрунтів у сільському господарстві є водна та вітрова ерозія. Розорювання схилівих земель, відсутність ґрунтозахисних сівозмін і залишення поверхні незакритою у критичні періоди призводять до втрати найцінніших верхніх горизонтів, які містять гумус і поживні елементи. Інтенсивне землеробство, спрямоване на максимізацію врожайності, нерідко супроводжується порушенням структури ґрунту та зниженням його стійкості до змиву й

розвіювання. За таких умов особливого значення набуває впровадження ґрунтозахисних технологій – мінімального та нульового обробітку, мульчування, сидерації та контурного землеробства, що сприяють збереженню структури ґрунту, акумуляції органічної речовини та підвищенню його здатності протидіяти ерозійним загрозам.

Втрата гумусу є однією з найглибших форм деградації ґрунтів, яка позначається на всіх ключових властивостях – водопроникності, агрегатному стані, буферності й родючості. Гумус як результат біологічної переробки рослинних решток є основою ґрунтової родючості, оскільки він регулює поживний режим, утримує вологу, стабілізує структуру та сприяє розвитку мікробіоти [34]. Зменшення гумусового вмісту через інтенсивне землеробство, недостатнє повернення органічної маси та порушення сівозмін погіршує властивості ґрунту та знижує його продуктивність. Важливим напрямом охорони ґрунтів є застосування органічних добрив, повернення побічної продукції, впровадження сидеральних культур та оптимізація балансу поживних елементів, що сприяє підвищенню рівня гуміфікації та збереженню довготривалої родючості ґрунтів.

Серйозну загрозу для ґрунтового середовища становить його хімічне забруднення, яке виникає внаслідок надмірного або необґрунтованого використання мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Порушення технологічних регламентів внесення пестицидів може призводити до накопичення в ґрунтах залишків діючих речовин, що впливають на мікробіологічні процеси, пригнічують біоту та порушують природні механізми самоочищення [25]. Важливо забезпечувати інтегроване управління живленням рослин – поєднання мінеральних та органічних добрив, зональне нормування, застосування точного землеробства й моніторинг поживного стану ґрунтів, що дозволяє знизити навантаження на довкілля та запобігти забрудненню як ґрунтового, так і водного середовища.

5.2. Охорона водних ресурсів

Водні ресурси також перебувають під значним впливом сільськогосподарської діяльності. Стоки із сільськогосподарських угідь можуть містити надлишок азоту,

фосфору, пестицидів, органічних речовин і завислих часток, що призводить до евтрофікації водойм та порушення гідроекологічного балансу. Особливо небезпечним є надходження нітратів у підземні води, яке спостерігається за порушення технологій внесення добрив, перевищення норм та обробітку ґрунту на значних площах.

Хімічне забруднення проявляється у зміні природних хімічних властивостей води внаслідок підвищення вмісту в ній шкідливих неорганічних та органічних компонентів (мінеральних солей, лугів, кислот, глинистих частинок, поверхнево-активних речовин, пестицидів тощо). Фізичне забруднення пов'язане зі зміною фізичних параметрів водного середовища і визначається наявністю теплових, механічних та радіоактивних домішок. Біологічне забруднення полягає у зміні властивостей водного середовища внаслідок збільшення кількості невластивих йому видів (часто патогенних) мікроорганізмів, рослин і тварин (грибів, бактерій, найпростіших), занесених ззовні [15]. Стан поверхневих та підземних вод значною мірою залежить від ведення сільського господарства. Щодо землеробства, то найбільший негативний вплив на гідросферу справляє застосування мінеральних добрив та пестицидів. Близько третини внесених мінеральних добрив вимивається з ґрунтів і виноситься в моря й океани. Природне і антропогенне надходження азоту й фосфору в океан складає приблизно 62 млн. т на рік, у тому числі азоту – близько 35 млн. т [15]. Щороку до гідросфери потрапляє до 2 млн. т органічних пестицидів.

Застосування захисних прибережних смуг, локалізоване внесення добрив, удосконалення дренажних систем і впровадження технологій контролю поверхневого стоку є ключовими екологічними заходами для зменшення негативного впливу агровиробництва на водні екосистеми.

5.3. Охорона атмосферного повітря

Атмосфера також зазнає значного антропогенного впливу внаслідок сільськогосподарської діяльності. Прийнято вважати, що найбільшими забруднювачами атмосфери є промисловість та транспорт. Водночас частка речовин-забрудників, які потрапляють у повітря внаслідок сільськогосподарської

діяльності, становить 5–10% [15]. Різні види сільськогосподарських робіт зумовлюють збільшення в атмосфері концентрації газів, пилу, токсичних та отруйних речовин, погіршення абіотичних показників повітря (прозорість, температура тощо).

Пилове забруднення атмосфери спостерігають за умов проведення робіт, пов'язаних з обробітком ґрунту, у невідповідні терміни. Зокрема, якщо ґрунти легкого гранулометричного складу мають низький рівень вологості, під час обробітку вони легко розпилюються.

Інтенсивне землеробство є джерелом викидів вуглекислого газу, метану та закису азоту – парникових газів, що впливають на зміну клімату. Обробіток ґрунту, мінералізація гумусу та застосування азотних добрив сприяють вивільненню значних обсягів вуглецю та азоту в атмосферу. Зменшення частоти механічних обробітків, оптимальне нормування добрив, впровадження покривних культур і підвищення рівня гуміфікації ґрунту сприяють зниженню парникових викидів і формуванню стабільніших агроєкосистем. Важливою частиною природоохоронної діяльності є також мінімізація пилових викидів під час обробітку та транспортування продукції, зокрема на ерозійно небезпечних ділянках.

5.4. Захист і примноження біорізноманіття

Вплив сільського господарства на біорізноманіття є багатограним і залежить від способів землекористування. Спрощення агроландшафтів, інтенсивне розорювання, використання гербіцидів і пестицидів сприяють зменшенню чисельності запилювачів, ентомофагів та корисної флори й фауни. Охорона біорізноманіття вимагає збереження екологічної мозаїчності ландшафтів – наявності біофільтрів, лісосмуг, багаторічних трав, неорних ділянок та пасовищ, які є природними осередками стабільності екосистем. Використання інтегрованого захисту рослин, точкові обробітки, біологічні препарати та зонування територій дозволяють зменшити негативний вплив на фауну й підтримати екологічну рівновагу.

Узагальнюючи, охорона природи у сільському господарстві є комплексним і багаторівневим завданням, яке охоплює раціональне використання ґрунтів, водних ресурсів, атмосферного повітря та біорізноманіття. Вона передбачає впровадження екологічно орієнтованих технологій, систематичний моніторинг стану природних ресурсів, адаптацію землеробських практик до зональних особливостей і використання інноваційних методів управління агроєкосистемами. Сталість аграрного виробництва безпосередньо залежить від стану природного середовища, тому збереження й відновлення екосистемних функцій має бути стратегічним пріоритетом сучасного землекористування.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Отримані у дослідженні результати щодо впливу різних норм удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту на показники продуктивності ярого ріпаку гібриду Мірабель дають змогу сформулювати такі узагальнені висновки:

1. Мінеральні добрива мають позитивний вплив на поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту, зменшуючи дефіцит елементів живлення за період вегетації ярого ріпаку Мірабель. Найкраще забезпечення елементами живлення простежувалося за норми удобрення $N_{120}P_{80}K_{120}$, за якої баланс фосфору та калію був бездефіцитним, а дефіцит азоту – мінімальний.
2. Усі варіанти досліду з внесенням $N_{60-120}P_{40-80}K_{60-120}$ добрив показали підвищення польової схожості ярого ріпаку порівняно з контролем. Спостерігається чітка тенденція до зростання схожості з підвищенням норми внесення добрив, від 82,9% до 91,0%.
3. Внесення мінеральних добрив покращує показники виживання та густоти стояння рослин ярого ріпаку до фази збирання врожаю. Найбільший ефект досягається при застосуванні найвищої досліджуваної норми $N_{120}P_{80}K_{120}$, де приріст густоти в середньому за два роки склав близько 52,5% відносно контролю, а показник виживання рослин за період вегетації склав 86,5–89,0%.
4. Збільшення норм NPK забезпечує позитивну динаміку основних елементів структури врожаю. Максимальна норма добрив $N_{120}P_{80}K_{120}$ забезпечує найвищу продуктивність структурних елементів: кількість стручків на рослині – 138 шт., кількість насінин у стручку – 21,4 шт., маса 1000 насінин – 5,06 г, тоді як контроль характеризується найбільшою вразливістю до погодних стресів та найнижчими показниками продуктивності.
5. Ярий ріпак проявляє значну чутливість до умов мінерального живлення. Збільшення норми добрив супроводжується зростанням врожайності. Максимальний приріст врожаю насіння сформувався за норми удобрення $N_{120}P_{80}K_{120}$ – 1,13 т/га (+60,4% до контролю).

6. Застосування мінеральних добрив сприяє покращенню показників продуктивності і підвищенню біохімічної цінності врожаю, насамперед за рахунок зростання вмісту білка та істотного збільшення валового збору жиру (13,44 ц/га).
7. Економічна оцінка підтверджує, що всі варіанти удобрення ярого ріпаку забезпечують збільшення рівня рентабельності його вирощування, а найвища економічна ефективність досягається в умовах застосування норми $N_{120}P_{80}K_{120}$ (97,3%). Найбільш енергоефективним є варіант із нормою $N_{120}P_{80}K_{120}$, що повністю узгоджується з економічними показниками.

Для ефективного вирощування ярого ріпаку гібриду Міракель на темно-сірому опідзоленому ґрунті з умов Західного Лісостепу доцільно вносити мінерального добрива у кількості $N_{120}P_{80}K_{120}$ (фосфорно-калійні – під основний обробіток ґрунту, азот – N_{40} восени, решту $N_{50} + N_{30}$ – у формі підживлень). За такої норми удобрення створюються найкращі умови для розвитку рослин, що дозволяє отримати найвищий врожай з добрими показниками якості насіння.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Авраменко Р.А., Кірсанова Г.В. Визначення біологічного врожаю основних сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Дніпропетровськ, 2004. 84 с.
2. Агрогрунтове районування України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-2.html> (дата звернення: 14.02.2025).
3. Балюк С. А., Кучер А. В., Максименко А. В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*. 2021. №2 (114). С. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003>.
4. Балюк С. А., Лазебна М. Є. Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів (актуалізований станом на 27.04.2009). Харків, 2009. 37 с.
5. Бойко Л. О. Економічна ефективність виробництва озимого ріпаку в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 92. С. 176–182.
6. Бойко П. Найшвидша олійна [ріпак ярий]. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 3. С. 124.
7. Бондаренко М. П. Азотне підживлення ріпаку ярого на чорноземі типовому. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства УААН"*. 2008. Вип. 3–4. С. 81-85. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2008_3-4_17 (дата звернення: 23.01.2025).
8. Будзяк О. С. Деградація та заходи ревіталізації земель України. Моніторинг та охорона земель. 2014. № 1. С. 57–64.
9. Бучинський І., Лихочвор В. Урожайність сортів ярого ріпаку залежно від норм мінеральних добрив. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2010. № 14 (1). С. 127–132.
10. Войнич Л., Верзун А. Ринок ріпаку: реалії сьогодення. *Аграрна економіка*. 2022. Т. 15, № 3-4. С. 21-29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ae_2022_15_3-4_5. (дата звернення: 20.12.2024).

11. Гаськевич В. Г., Папіш І. Я., Телегуз О. Г. Фізика ґрунтів. Лабораторний практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 170 с.
12. Геоєкологія Львівської області / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
13. Геренчук К. І. Природа Івано-Франківської області. Львів: ВО Вища школа, 1973, 160 с.
14. Гнатів П. С., Лагуш Н.І., Гаськевич О. В. Морфологічна і фізико-хімічна діагностика ґрунтів. Львів: Магнолія-2006, 2019, 170 с.
15. Грицик В., Канарський Ю., Бедрій Я. Екологія довкілля. Охорона природи. Київ: Кондор, 2009. 290 с.
16. Данилів О. О. Причини деградації ґрунтів західного лісостепу Івано-Франківщини. *Таврійський науковий вісник*. № 126. С. 245–250.
17. Державна служба статистики України. Статистичний щорічник України. Офіційна статистика. <http://www.ukrstat.gov.ua>
18. Єрмакова Л. М., Пророченко Т. І. Продуктивність ріпаку ярого залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України : монографія Київ : Ямчинський О. В., 2019. 179 с.
19. Забарний О. С., Дем'янюк О. С. Оцінка стану та перспективи розвитку ріпаківництва в Україні й світі. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 83–90. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2023_2_11 (дата звернення: 25.03.2025).
20. Зінченко О., Салатенко В., Білоножко М. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. С. 183–210.
21. Камінський В. Ф., Вишнівський П. С., Губенко Л. В., Ремез Г. Г. Продуктивність сортів ріпаку ярого залежно від передпосівного оброблення насіння рексоліном. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства УААН*. 2008. Вип. 3–4. С. 77–81.
22. Касіянчук Д.В. Еколого-геологічна оцінка стану ґрунтового покриву території Івано-Франківської області. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. Київ: ДЕА, 2020. № 2(29). Т. 2. С. 112–119.

23. Кернасюк Ю. Глобальний і внутрішній ринки ріпаку. *Економічний гектар*. 2022. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24923-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-ripaku>. (дата звернення: 13.03.2025).
24. Кон'юнктура світового ринку ріпаку. *Агробізнес сьогодні*. <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/34004-koniunktura-svitovoho-rynku-ripaku.html> (дата звернення: 02.05.2025).
25. Курлов В. І., Фесенко Г. В., Полякав А. М. Підвищення ефективності технічних засобів локального внесення мінеральних добрив при вирощуванні сільсько-господарських культур. *Інженерія природокористування*. 2020. № 1. С. 53–58.
26. Лихочвор В. В. Ріпак озимий та ярий. Львів: “Українські технології”, 2002. 48 с.
27. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Ріпак. Львів: НВФ “Українські технології”, 2010. 124 с.
28. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів, 2002. 800 с.
29. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Рослинництво. Вінниця : Видавництво ТОВ "Друк". 2020. 284 с.
30. Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. Київ: ЦП "Компринт". 2010. 328 с.
31. Матис В., Дзюбайло А. Вплив удобрення на врожайність ріпаку ярого в Передкарпатті. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2010. № 14 (1). С. 138–142.
32. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. 2023. 230 с.
33. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні. / за ред. В. Ф. Петриченко та ін. Київ: Аграрна наука, 2012. 47 с.

34. Охорона ґрунтів: Підручник / за ред. М. К. Шикули. Київ : Т-во Знання”, КОО, 2004. 398 с.

35. Польовий В. М., Лукащук Л. Я., Ровна Г. Ф., Гук Б. В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від удобрення та вапнування в умовах Західного Полісся. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 1. С. 108–115. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/grcr_2020_4_1_16 (дата звернення: 15.04.2025).

36. Про охорону праці: Закон України. Відомості Верховної Ради України, 1992. № 49. С. 668.

37. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області в 2020 році. Івано-Франківськ, 2021. 276 с.

38. Сакун М. М., Нагорнюк В. Ф. Охорона праці при вирощуванні сільсько-господарських культур : навч. посібник. Одеса “Видавництво”, 2009. 184 с.

39. Секун М.П. Технологія вирощування і захисту ріпаку. К.: ТОВ «Глобус Принт», 2008. 116 с.

40. Ситник І. Д. Технологія вирощування озимого та ярого ріпаку. Київ : Знання України, 2008. 60 с.

41. Статистика погоди. Кліматичні дані за роками та місяцями. Електронний ресурс. URL: <https://meteopost.com/weather/climate/>. (дата звернення: 25–30.10.2025).

42. Технологія вирощування ярого ріпаку / Вахняк В.С., Яворов В.М. Кам’янець-Подільський, 2002. 12 с.

43. Токарчук Д. М. Управлінські заходи щодо підвищення ефективності виробництва ріпаку. *Вісник соціально-економічних досліджень*. Одеса, 2018. №1(65). С. 125-133.

44. Трушева С. С., Олійник О. О., Ткачук С. О. Вплив позакореневого підживлення на врожайність та якість ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 1. С. 100-108.

Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvgr_sg_2020_1_11 (дата звернення: 25.07.2025).

45. Шаббін Г. Урожайність і якість насіння ріпаку ярого залежно від комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 111. С. 166–173. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2020_111_25 (дата звернення: 29.09.2025).

46. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія: Підручник. Ч. 2. Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту. Луцьк: Надстир'я, 2012. 440 с.

47. Шляхи підвищення продуктивності ріпаку ярого [Електронний ресурс] / П. С. Вишнівський, В. Ф. Камінський, Г. Г. Ремез. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства УААН*. 2006. Вип. 3–4. С. 55–60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2006_3-4_13 (дата звернення: 14.05.2025).

48. Шувар І. Цінність ріпаку як попередника та його місце в сівозміні. *Агрономія Сьогодні*. 2015. URL: <http://agro-business.com.ua/aharni-kultury/item/541-tsinnist-ripaku-iak-poperednyka-ta-ioho-mistse-v-sivozmini.html>. (дата звернення: 20.08.2025).

49. Юник А.В., Новицька Н.В., Мокрієнко В.А. Посівні якості насіння ярого ріпаку залежно від удобрення та строків збирання. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ, 2006. № 4. С. 12–18.

50. Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC). Statistical Overview of the Canadian Oilseed Industry. <https://agriculture.canada.ca> (дата звернення: 25.08.2025).

51. Butkevičienė L.M., Kriaučiūnienė Z., Pupalienė R., Velička R., Kosteckienė S. Kosteckas R., Klimas E. Influence of Sowing Time on Yield and Yield Components of Spring Rapeseed in Lithuania. *Agronomy* 2021. № 11. P. 2170. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112170> (дата звернення: 23.009.2025).

52. Diepenbrock W. (2000). Yield analysis of oilseed rape Field Crops Research, 67: 35–49.
53. European Commission. DG Agriculture and Rural Development. EU Oilseeds Market Situation. URL: <https://agriculture.ec.europa.eu> (дата звернення: 04.05.2025).
54. European Seed Association. Annual Seed Market Analysis. URL: <https://www.euroseeds.eu> (дата звернення: 24.05.2025).
55. FAO. FAOSTAT – Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата звернення: 04.05.2025).
56. Govahi M., Saffari M. Effect of Potassium and Sulphur Fertilizers on Yield, Yield Components and Seed Quality of Spring Canola (*Brassica napus* L.) Seed. Journal of Agronomy, 2006. № 5. p. 577–582.
57. International Grains Council (IGC). Oilseeds Market Report. URL: <https://www.igc.int/en/default.aspx> (дата звернення: 10.07.2025).
58. Kuht J., Tõrra T., Kilgi J. Effect of site based fertilization on spring oilseed rape yield and seed quality | Kasvukohapõhise täppisväetamise mõju suvirapsi saagile ja seemnete kvaliteedile. *Agraarteadus*. 2015. Volume 26. p. 16–23
59. OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. OECD Publishing, Paris, 2023.
60. Shishi Liu, Linxin Xiong, Wen Fang, Kunkun Wang, Xin Cui, Chen Liu, Tao Ren, Jianwei Lu Effects of nitrogen, phosphorous, and potassium fertilization on rapeseed yield under freeze stress. *Crop and Environment*., Vol. 4, Issue 3. 2025. P. 143–153.
61. Shoja T., Majidian M., Rabiee M. Effects of zinc, boron and sulfur on grain yield, activity of some antioxidant enzymes and fatty acid composition of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Acta agriculturae Slovenica*. 2018. Vol. 111 (1). P. 73–84.
62. Šiaudinis, G., & Butkutė, B. (2013). Responses of Spring Oilseed Rape Seed Yield and Quality to Nitrogen and Sulfur Fertilization. *Communications in Soil*

Science and Plant Analysis. Vol. 44 (1–4). P. 145–157.
<https://doi.org/10.1080/00103624.2013.736240>

63. USDA Foreign Agricultural Service. Oilseeds: World Markets and Trade. USDA FAS, Washington. <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2226000> (дата звернення: 24.10.2025).

ДОДАТКИ

Технологічна карта вирощування ярого ріпаку

Площа – 100га

Попередник – озима пшениця Природна зона – Лісостеп

Урожайність, ц/га

Валовий збір, ц

- основної продукції 40

- основної продукції 4000

- побічної продукції 40

- побічної продукції 4000

Вид робіт	Механізований комплекс	Технологічні умови	Період/фаза	Вид ресурсу	Найменування	Од. вим.	Норма
Вирівнювання ґрунту	Horsch Joker 8RT	5–7 см	осінь / рання весна	—	—	—	—
Розкидання мінеральних добрив	Amazone ZG-B 8200	100–250 кг/га	перед сівбою	Добриво	NPK 10-26-26	т	0,15
Оранка	KUHN MASTER 183	20–22 см	перед сівбою	—	—	—	—
Передпосівний обробіток	Farmet Kompaktomat	4–5 см	перед сівбою	—	—	—	—
Сівба	John Deere 8335R + Väderstad Tempo / Rapid	глиб. 2–3 см	березень– квітень	Насіння	Ярий ріпак (гібрид)	п.о.	1
				Добриво	МАР (локально)	кг	30
Обприскування	John Deere 4030R	200 л/га	10–12	ЗЗР	Ґрунтовий / страховий гербіцид	л	за регламентом
Обприскування	John Deere 4030R	200 л/га	12–14	ЗЗР	Інсектицид (хрестоцвіті блішки)	л	0,15–0,2

Вид робіт	Механізований комплекс	Технологічні умови	Період/фаза	Вид ресурсу	Найменування	Од. вим.	Норма
Позакореневе підживлення	John Deere 4030R + Amazone ZG-B	200 л/га	14–16	Мікроелементи	Бор (В)	л	1,0
			ВВСН 20–22	Добриво	Аміачна селітра	т	0,15
Обприскування	JD 4030R		ВВСН 30	Добриво	КАС-32	т	0,15
Обприскування	JD 4030R		ВВСН 30–32	ЗЗР	Фунгіцид	л	0,5
Позакореневе підживлення	JD 4030R		ВВСН 32–35	Мікроелементи	Бор + Магній	л	1,0
Обприскування	JD 4030R		ВВСН 60	ЗЗР	Інсектицид (квіткоїд)	л	0,2
Обприскування	JD 4030R		ВВСН 63–65	ЗЗР	Фунгіцид (альтернаріоз)	л	0,5
Обмолот	New Holland	Вологість 8–9 %	липень				

ДОДАТОК Б

Гранулометричний склад темно-сірого опідзоленого ґрунту

Назва ґрунту	Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Розмір частинок у мм, кількість у %						Сума частинок < 0,01 мм	Назва за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил			мул		
			1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001		
Темно-сірий опідзолений грубопилювато- легкосуглинковий	He _{ор}	0-30	2,1	4,1	66,4	7,0	9,6	11,4	28,0	Грубопилювато- легкосуглинковий
	He _{п/ор}	32-42	2,0	3,7	67,1	5,7	6,4	15,1	29,2	Грубопилювато- легкосуглинковий
	He	45-55	1,8	3,2	67,6	6,3	8,2	12,9	27,4	Грубопилювато- легкосуглинковий
	I	64-74	1,5	3,5	63,5	5,3	7,5	17,7	31,5	Грубопилювато- середньосуглинковий
	Pi	93-103	1,7	4,0	63,5	4,8	8,3	17,7	30,8	Грубопилювато- середньосуглинковий
	P _k	110-120	2,2	3,2	66,0	4,8	5,8	18,0	28,6	Грубопилювато- легкосуглинковий

Додаток В.1

Математична обробка даних врожайності ярого ріпаку
за 2024 рік

Однофакторний дисперсійний аналіз

Одиниця вимірювання даних т/га

Варіантів – 4, повторень – 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторення		
1	1,95	1,84	1,98	2,02
2	2,45	2,48	2,39	2,47
3	2,78	2,75	2,88	2,70
4	3,11	3,05	3,19	3,09

Середня по досліді – 2,57 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	2,26	11		
Повторень	0,012	2		
Варіантів	2,21	3	0,74	117,78
Залишку	0,04	6	0,01	

Похибка середнього = 0,05 Похибка різниці середніх = 0,06

НІР = 0,16 т/га або 6,16%

Сила впливу фактора = 0,98

Точність досліді = 1,78% варіація даних = 17,65%

Додаток В.2

**Математична обробка даних врожайності ярого ріпаку
за 2025 рік**

Однофакторний дисперсійний аналіз

Одиниця вимірювання даних т/га

Варіантів – 4, повторень – 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторення		
1	1,78	1,72	1,84	1,77
2	2,22	2,12	2,23	2,30
3	2,52	2,61	2,50	2,44
4	2,88	2,80	2,95	2,88

Середня по досліді – 2,35 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
Загальна	2,00	11		
Повторень	0,009	2		
Варіантів	1,95	3	0,65	95,94
Залишку	0,04	6	0,01	

Похибка середнього = 0,05

Похибка різниці середніх = 0,07

НІР = 0,16 т/га або 7,03%

Сила впливу фактора = 0,98

Точність досліді = 2,03%

варіація даних = 18,19%