

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Агробіологічний факультет**

УДК:

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Декан
Агробіологічного факультету**

**Завідувач кафедри
землеробства та гербології**

_____ **Віталій КОВАЛЕНКО.**
(Підпис) (Прізвище)

_____ **Семен ГАНЧИК**
(Підпис) (Прізвище)

«__» _____ 2025р.

«__» _____ 2025р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**« Удосконалення елементів технології в ріпаку озимому в ТОВ
"Степ" Тернопільської області»**

Спеціальність 201 – «Агрономія»

Освітня програма Агрономія
(назва)

Гарант освітньої програми

доктор с.-г. наук, доцент _____ Каленська С.М.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доцент, кандидат с.-г. наук _____ Павлов Олександр Сергійович
(Підпис)

Виконав _____ Банадига Тарас Петрович
(Підпис)

КИЇВ-2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет агробіологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри землеробства та
гербології**

доктор с.-г. наук, професор
(науковий ступінь, вчене звання)

_____ Танчик С.П.
(підпис) (ПБ)
— ” _____ 20 _____ року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

	Банадигі Тарасу Петровичу
Спеціальність	201 - «Агрономія»
Спеціалізація	«Агрономія»
Магістерська програма	Агрономія
Програма підготовки	освітньо-професійний
Тема магістерської роботи: «Удосконалення елементів технології в ріпаку озимому в ТОВ "Степ" Тернопільської області»	

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 12.12. 2024 № 2220 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05.11. 2025 р.

Вихідні дані до виконання магістерської кваліфікаційної роботи: дані метеостанції, ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень вміст доступних елементів живлення.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Опрацювати літературні джерела за темою магістерської роботи.
2. Провести експериментальні дослідження відповідно до схеми досліду.
3. Провести аналіз погодно-кліматичних умов вегетаційного періоду.
4. Провести економічну оцінку отриманих результатів.

Дата видачі завдання «__» _____ 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Павлов О.С.

Завдання прийняв до виконання _____ Банадига Т.П.

РЕФЕРАТ

Дана магістерська робота написана на 61 сторінці, містить 14 таблиць.

Тема роботи: «Вплив дози та кратності позакореневого внесення бору на ріст, продуктивність і економічну ефективність вирощування ріпаку озимого в умовах ТОВ «Степ» Тернопільської області».

Об'єкт дослідження – посіви ріпаку озимого (*Brassica napus* L.) у виробничих умовах ТОВ «Степ» (Тернопільський район, Тернопільська область). Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових, бобових і насінневих олійних культур, розташоване в межах Тернопільського плато, характеризується рівнинним рельєфом (близько 380–400 м над рівнем моря) та достатньою забезпеченістю сучасною технікою.

Предмет дослідження – агробіологічна реакція ріпаку озимого на різні схеми позакореневого борного живлення (одноразові й дворазові обробки боретаноламіном у фазах ВВСН 30–32 та ВВСН 50–55) і пов'язана з цим урожайність, структура врожаю, якість насіння, економічна й енергетична ефективність технології.

Мета дослідження – встановити, яка доза та кратність позакореневого внесення бору є найбільш ефективною за продуктивністю та рентабельністю в умовах господарства, де ріпак озимий вирощують за інтенсивною технологією.

Контрольним у досліді прийнято стандарт господарства – одноразове позакореневе внесення бору в дозі 1,0 л/га у фазі ВВСН 30–32. Подальші варіанти передбачали: (а) занижену разову дозу (0,5 л/га), (б) підвищені разові дози (1,5 і 2,0 л/га), а також (в) дробне внесення в дві фази – 1,0 + 0,5 л/га (загалом 1,5 л/га) та 1,0 + 1,0 л/га (загалом 2,0 л/га). Обробки проводили обприскувачем Horsch Leeb 4 АХ зі шириною захвату 30 м при витраті робочого розчину 200 л/га; дослід був однофакторним, із чотирма повтореннями, облікова площа ділянки – 1000 м², загальна площа досліду – близько 2,5 га.

Ключові слова: ріпак озимий, бор, позакореневе підживлення, листкова поверхня, структура врожаю, урожайність, рентабельність, біоенергетична ефективність.

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	11
1.1. Стан виробництва культури в Україні.....	11
1.2. Сортовий потенціал культури.....	13
1.3. Опис та характеристика інтенсивної технології вирощування ріпаку.....	16
1.3.1. Обробіток ґрунту.....	17
1.3.2. Сівба	18
1.3.3. Системи удобрення	19
1.3.4. Захист рослин	20
1.3.5. Регулятори росту	21
1.3.6. Збирання.....	22
РОЗДІЛ 2. Умови, місце та методи проведення дослідження.....	23
2.1 Загальні відомості про господарство ТОВ «Степ».....	23
2.2 Агрокліматичні умови зони розташування господарства ТОВ «Степ».....	23
2.3 Агрохімічна характеристика ґрунтів та рекомендація по їх раціональному використанню	26
2.4 Методика проведення досліджень	30
Завдання дослідження	31
Розділ 3. Результати досліджень та їх обговорення	35
3.1. Загальні умови формування посіву та хід вегетації	35
3.2. Вплив доз і кратності внесення бору на ріст і розвиток ріпаку озимого	36
3.3. Формування генеративної частини рослин: гілкування і стручкування	39
3.4. Урожайність насіння ріпаку озимого.....	42
3.5. Якість насіння та біохімічні показники (масова частка олії)	44
3.6. Узагальнення агрономічних результатів	44
РОЗДІЛ 4. Економічна та біоенергетична оцінка	46
4.1. Методика економічного аналізу	46
4.2. Порівняльна економічна ефективність	47

4.3. Тлумачення економічних результатів для практики.....	50
4.4. Біоенергетична оцінка (без змін у методиці)	51
4.5. Практичний висновок економіко-енергетичного аналізу.....	53
ВИСНОВКИ.....	54
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59

Вступ

Ріпак озимий (*Brassica napus* L.) нині входить до переліку стратегічних культур в Україні завдяки поєднанню високого вмісту олії в насінні (понад 40–45 %), попиту на сировину для виробництва харчових олій, білково-вітамінних кормових компонентів та біодизеля, а також через можливість експортувати як насіння, так і продукти переробки. За переробки насіння отримують ріпакову олію і макуху/шрот, що є цінним концентрованим білковим кормом.

Інтенсивна технологія вирощування ріпаку озимого передбачає цілеспрямоване керування живленням, регуляцію ростових процесів і жорсткий фітосанітарний супровід упродовж усієї вегетації. Такий підхід дозволяє максимально реалізувати генетичний потенціал сучасних високоврожайних гібридів і сортів і досягти стабільно високих урожаїв з високим вмістом олії за рахунок оптимізації умов росту на кожному етапі органогенезу.

Одним із найважливіших мікроелементів для ріпаку є бор. Він входить до групи елементів, які регулюють утворення генеративних органів, формування квіток, запилення, утримання зав'язі, формування стручків і наповнення насіння. Недостатність бору в критичні фази розвитку (стеблуння й бутонізація) може зменшувати кількість бічних гілок, знижувати число стручків на рослину, викликати деформацію генеративних органів і, як наслідок, зменшувати потенційну врожайність і вміст олії. Такий дефіцит у виробничих умовах зазвичай компенсують саме позакореневими обробками борвмісними добривами.

В умовах інтенсивної технології виникає практично-прикладне питання: як саме краще вносити бор – один раз відносно високою дозою, чи двічі меншими порціями? Це питання має не тільки біологічне значення (формування структури врожаю), але й економічне, бо кожна додаткова обробка – це паливо, амортизація техніки, робочий час, а також додатковий препарат.

Мета роботи полягала у визначенні впливу дози та кратності позакореневого внесення бору на формування біометричних показників, елементів структури врожаю, урожайність, якість насіння, економічну віддачу та біоенергетичну ефективність вирощування ріпаку озимого в умовах конкретного виробничого господарства.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- проаналізувати сучасні підходи до інтенсифікації вирощування ріпаку озимого, зокрема роль бору в технології живлення;
- охарактеризувати природно-виробничі умови господарства ТОВ «Степ» (земельні ресурси, машинно-тракторний парк, кліматичні умови);
- описати схему досліду, у якій змінювались доза та кратність позакореневого внесення бору;
- оцінити вплив варіантів борного живлення на біометричні показники посівів;
- визначити зміни структури врожаю, урожайності та вмісту олії в насінні;
- визначити економічну та біоенергетичну ефективність різних варіантів; порівняти їх із контрольним прийомом господарства;
- підготувати практичні рекомендації виробництву.

Об'єкт дослідження – посіви ріпаку озимого у виробничих умовах.

Предмет дослідження – ефективність різних схем позакореневого внесення бору.

Наукова новизна роботи полягає у кількісній оцінці ефекту дробного внесення бору (1,0 + 0,5 л/га) в критичні фази розвитку ріпаку (ВВСН 30–32 та ВВСН 50–55) порівняно зі стандартною для господарства одноразовою обробкою 1,0 л/га. Практична цінність полягає в обґрунтованій пропозиції до виробництва: застосовувати не стільки вищу разову дозу, скільки повторну обробку помірною кількістю бору, що забезпечує стабільний приріст урожайності (~5 %), підвищення прибутку (~21 тис. грн/га) і рентабельності

($\approx 64\%$), а також покращення біоенергетичного коефіцієнта використання енергії.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Стан виробництва культури в Україні

Ріпак (*Brassica napus* L.) займає одне з провідних місць серед олійних культур у глобальному сільському господарстві. Його цінність зумовлена високим вмістом олії в насінні (40-50%), яка широко використовується в харчовій промисловості (як рослинна олія), для виробництва біодизеля, а також у технічних цілях (мастила, гідравлічні рідини). Крім того, продукти переробки ріпаку, такі як ріпаковий шрот та макуха, є цінними кормами для тваринництва завдяки високому вмісту білка.

Виробництво ріпаку озимого в Україні:

Ріпак озимий відіграє важливу роль у сільському господарстві України, особливо в останні десятиліття. Його значення зумовлене високою рентабельністю, можливістю раннього збирання (що звільняє площі для інших культур) та експортним потенціалом.

Посівні площі: Станом на 2025 рік, площі, зайняті під ріпаком озимим в Україні, становили близько 1,3 млн га. Це свідчить про значну увагу аграріїв до цієї культури. Ріпак озимий традиційно вирощується переважно в західних, центральних та північних областях України, де кліматичні умови є найбільш сприятливими для його перезимівлі та розвитку.

Середня урожайність: Середня урожайність ріпаку озимого в Україні у 2025 році склала близько 2,47 т/га. Цей показник є середнім по країні та може суттєво варіюватися залежно від регіону, конкретних ґрунтово-кліматичних умов, рівня застосування технологій вирощування, якості насіння та погодних умов протягом вегетації. У передових господарствах при застосуванні інтенсивних технологій врожайність може значно перевищувати середній показник.

Експортна складова: Експорт ріпаку та продуктів його переробки (насамперед ріпакової олії та шроту) є важливою складовою зовнішньої

торгівлі України. Основними напрямками експорту є країни Європейського Союзу, де український ріпак цінується за свою якість та використовується як для харчових цілей, так і для виробництва біодизеля. Розвинена портова інфраструктура України сприяє транспортуванню значних обсягів ріпаку на зовнішні ринки.

Фактори, що впливають на розвиток ріпакового виробництва в Україні:

Розвиток ріпаківництва в Україні є динамічним процесом, на який впливає ряд різноманітних факторів:

Кліматичні зміни: Нестабільність погодних умов, зокрема часті посухи в літньо-осінній період, недостатнє зволоження під час сівби, різкі перепади температур взимку та навесні, можуть негативно впливати на сходи, перезимівлю та врожайність ріпаку. Адаптація технологій вирощування до мінливих кліматичних умов стає ключовим завданням.

Ріст цін на засоби захисту рослин (ЗЗР) та добрива: Збільшення вартості мінеральних добрив, гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів підвищує собівартість виробництва ріпаку та може впливати на його рентабельність. Це спонукає аграріїв до оптимізації витрат, пошуку більш ефективних та економічно обґрунтованих систем захисту та живлення рослин.

Попит на біодизель: Зростаючий інтерес до відновлюваних джерел енергії в світі, особливо в країнах ЄС, стимулює попит на ріпакову олію як сировину для виробництва біодизеля. Це створює додатковий ринок збуту для українського ріпаку та підтримує ціни на нього. Державна політика в країнах-імпортерах щодо розвитку біоенергетики має значний вплив на кон'юнктуру ринку ріпаку.

Розвиток переробної галузі: Наявність в Україні розвиненої інфраструктури для переробки насіння ріпаку на олію та шрот (олійно-екстракційні заводи) сприяє збільшенню внутрішнього попиту на ріпак та підвищує його економічну привабливість для сільгоспвиробників. Розширення

потужностей переробних підприємств може стати додатковим стимулом для збільшення посівних площ та підвищення врожайності ріпаку.

Державна підтримка: Аграрна політика держави, включаючи програми субсидування, пільгового кредитування, може мати значний вплив на розвиток ріпаківництва в Україні.

Впровадження нових технологій: Застосування сучасних інтенсивних та ресурсозберігаючих технологій, використання високопродуктивних сортів та гібридів, систем точного землеробства, інтегрованого захисту рослин сприяє підвищенню врожайності та якості ріпаку, а також зниженню собівартості його виробництва.

Незважаючи на певні виклики, ріпак озимий залишається важливою стратегічною культурою для сільського господарства України, що має значний експортний потенціал та сприяє розвитку аграрного сектору економіки. Подальший розвиток галузі буде залежати від здатності аграріїв адаптуватися до змін клімату, оптимізувати витрати, використовувати новітні технології та знаходити вигідні ринки збуту.

1.2. Сортовий потенціал культури

Станом на 1 січня 2025 року Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, налічував понад 120 сортів і гібридів ріпаку озимого. Цей реєстр є офіційним переліком сортів, які пройшли державну кваліфікаційну експертизу та показали свою придатність для вирощування в різних агрокліматичних зонах України. Включення сорту або гібриду до цього реєстру є обов'язковою умовою для його легального виробництва та реалізації на території країни.

Аналіз сортового складу ріпаку озимого, зареєстрованого в Україні на початок 2024 року, демонструє чітку тенденцію до переважання гібридів іноземної селекції. Це свідчить про активну роботу міжнародних селекційних компаній на українському ринку та високий попит аграріїв на їхню продукцію.

Серед провідних іноземних селекційних компаній, гібриди яких широко представлені в Україні, слід відзначити:

- **RAGT:** Французька селекційна компанія, що пропонує широкий спектр гібридів ріпаку озимого, відомих своєю стабільною врожайністю, високим вмістом олії та комплексною стійкістю до хвороб.
- **Limagrain:** Міжнародна насіннева компанія зі штаб-квартирою у Франції, що розробляє гібриди ріпаку з високим потенціалом урожайності, адаптовані до різних умов вирощування та стійкі до основних абіотичних та біотичних стресів.
- **Dekalb (Bayer Crop Science):** Відома американська компанія, що пропонує гібриди ріпаку, які характеризуються високою продуктивністю, стійкістю до вилягання та осипання, а також толерантністю до гербіцидів на основі гліфосату (Roundup Ready®).
- **KWS:** Німецька селекційна компанія з багаторічною історією, що спеціалізується на виведенні високоврожайних гібридів ріпаку з високою якістю олії та стійкістю до поширених захворювань.
- **Saatbau Linz:** Австрійська насіннева компанія, що пропонує гібриди ріпаку, адаптовані до європейських умов вирощування, з високим вмістом олії та доброю зимостійкістю.

Основні характеристики гібридів іноземної селекції, що переважають в Україні:

Високий потенціал урожайності (до 5–6 т/га): Сучасні гібриди ріпаку озимого іноземної селекції мають значно вищий генетичний потенціал урожайності порівняно з сортами попередніх поколінь. За умови дотримання інтенсивної технології вирощування та сприятливих погодних умов, вони здатні формувати врожай на рівні 5–6 тонн на гектар і навіть вище.

Стійкість до вилягання: Селекціонери приділяють значну увагу створенню гібридів з міцним стеблом та добре розвиненою кореневою системою, що забезпечує їхню стійкість до вилягання навіть при високій

густоті посіву та інтенсивному живленні. Вилягання може призвести до значних втрат урожаю та ускладнення збирання.

Стійкість до осипання: Генетично обумовлена стійкість до розтріскування стручків при перестої на корені є важливою характеристикою сучасних гібридів, що дозволяє проводити збирання в оптимальні строки з мінімальними втратами врожаю.

Стійкість до хвороб (фомозу, склеротиніозу): Селекційні програми включають відбір гібридів, які мають підвищену стійкість або толерантність до основних хвороб ріпаку озимого, таких як фомоз (рак стебла) та склеротиніоз (біла гниль). Це дозволяє зменшити залежність від хімічних засобів захисту рослин та знизити витрати на їхнє застосування.

Зимостійкість: Для успішного вирощування ріпаку озимого в умовах українського клімату, висока зимостійкість є критично важливою характеристикою гібридів. Сучасні гібриди іноземної селекції, як правило, мають добру або високу зимостійкість, що забезпечує збереження оптимальної густоти рослин після перезимівлі.

Інші важливі характеристики: Крім зазначених, сучасні гібриди ріпаку озимого також характеризуються високим вмістом олії в насінні, низьким вмістом ерукової кислоти та глюкозинолатів (що відповідає вимогам до якості насіння ріпаку), а також адаптованістю до різних ґрунтово-кліматичних умов України.

Представленість вітчизняної селекції:

Українські науково-дослідні установи, зокрема Інститут олійних культур НААН (Національної академії аграрних наук України) та Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, також ведуть активну роботу з селекції ріпаку озимого та мають у Державному реєстрі певні сорти.

Характеристика вітчизняних сортів: Сорти вітчизняної селекції часто характеризуються кращою адаптованістю до специфічних ґрунтово-

кліматичних умов окремих регіонів України та можуть мати підвищену стійкість до місцевих рас шкідників та хвороб.

Потенціал урожайності: Загалом, сорти вітчизняної селекції поступають за потенційною врожайністю сучасним гібридам іноземної селекції. Це пов'язано з меншими обсягами фінансування селекційних програм та меншою інтенсивністю селекційного процесу порівняно з великими міжнародними компаніями.

Напрямки селекції: Основні зусилля вітчизняних селекціонерів спрямовані на створення сортів з підвищеною зимостійкістю, стійкістю до посухи, адаптованістю до різних типів ґрунтів та покращеною якістю олії.

Незважаючи на те, що за загальним потенціалом урожайності вітчизняні сорти можуть дещо поступатися іноземним гібридам, вони відіграють важливу роль у забезпеченні різноманітності сортового складу ріпаку в Україні та можуть бути оптимальним вибором для певних агроекологічних умов або господарств, які орієнтуються на певні специфічні характеристики.

Загалом, станом на початок 2025 року українські аграрії мали широкий вибір високопродуктивних гібридів ріпаку озимого іноземної селекції з комплексом цінних агрономічних характеристик, а також певний перелік сортів вітчизняної селекції, адаптованих до місцевих умов. Вибір конкретного сорту чи гібриду залежить від цілей виробництва, агрокліматичних умов регіону, рівня інтенсивності технології вирощування та економічних міркувань.

1.3. Опис та характеристика інтенсивної технології вирощування ріпаку

Інтенсивна технологія вирощування ріпаку озимого являє собою високоефективну систему агротехнічних заходів, спрямованих на повне розкриття генетичного потенціалу сучасних високоврожайних сортів та гібридів ріпаку озимого. Її головна мета полягає в одержанні максимально можливих і стабільних урожаїв насіння з високими показниками якості (вмісту

олії, низького рівня ерукової кислоти та глюкозинолатів) за рахунок створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин на кожному етапі вегетації.

Інтенсивна технологія вимагає чіткого дотримання всіх елементів технологічного процесу, своєчасного та якісного виконання всіх агротехнічних операцій, а також гнучкого реагування на зміни погодних умов та фітосанітарного стану посівів. Розглянемо детальніше основні елементи цієї технології:

1.3.1. Обробіток ґрунту

Мета обробітку ґрунту в інтенсивній технології вирощування ріпаку озимого полягає у створенні оптимальних фізико-хімічних властивостей ґрунту для проростання дрібного насіння ріпаку, швидкого розвитку потужної кореневої системи, забезпечення достатнього аерації та вологозабезпечення, а також ефективного контролю бур'янів.

Комбінований обробіток: Часто є кращим варіантом, особливо після просапних попередників або при наявності ущільненого шару ґрунту. Він може включати:

- **Лущення стерні:** Проводиться відразу після збирання попередника для подрібнення пожнивних решток, провокування проростання бур'янів та збереження вологи.
- **Оранка або глибоке розпушування:** Застосовується для глибокого розпушення ґрунту, покращення його аерації та вологопроникності, загортання пожнивних решток та насіння бур'янів на глибину. Глибина оранки зазвичай становить 20-25 см, а глибокого розпушування – до 30-35 см.
- **Передпосівна культивування:** Проводиться безпосередньо перед сівбою для створення дрібногрудкуватої структури ґрунту на глибині загортання насіння (2-3 см), вирівнювання поверхні поля та знищення пророслих бур'янів. Може включати використання комбінованих агрегатів, які за один прохід виконують кілька операцій (розпушування, вирівнювання, коткування).

Мінімальний обробіток: Застосовується з метою зменшення кількості механічних обробок ґрунту для збереження ґрунтової вологи, структури ґрунту, зменшення витрат палива та часу. Може включати:

- Дискування: Застосовується замість оранки на легких ґрунтах або після культур, що залишають мало пожнивних решток.
- Поверхнєве розпушування: Проводиться для розпушення верхнього шару ґрунту та підготовки посівного ложа.
- Смуговий обробіток (strip-till): Обробляються лише смуги, в які буде висіватися насіння, міжряддя залишаються необробленими.

Вибір системи обробітку ґрунту залежить від типу ґрунту, попередника, наявної техніки, рівня забур'яненості поля та вологозабезпечення регіону. У будь-якому випадку, метою є створення оптимальних умов для проростання насіння та початкового розвитку ріпаку.

1.3.2. Сівба

Якість та своєчасність проведення сівби є критично важливими для формування оптимальної густоти стояння рослин, їх рівномірного розвитку та, як наслідок, високого врожаю.

Оптимальні строки сівби (середина - кінець серпня): Ранні строки сівби (початок серпня) дозволяють рослинам сформувати добре розвинену розетку з 8-12 листків, товсту кореневу шийку (не менше 1 см в діаметрі) та накопичити достатню кількість запасних поживних речовин до настання зимових холодів, що забезпечує їхню високу зимостійкість. Пізніші строки сівби (початок вересня) можуть призвести до недостатнього розвитку рослин восени та зниження їхньої зимостійкості. Конкретні строки можуть варіюватися залежно від регіону та погодних умов.

Густота посіву (450–550 тис. схожих насінин/га): Забезпечення оптимальної густоти стояння рослин є ключовим для ефективного використання світла, води та поживних речовин. Занадто низька густота може призвести до надмірного розгалуження рослин, нерівномірного досягання та

ускладнення збирання. Занадто висока густина спричиняє загущення посівів, посилення конкуренції між рослинами, витягування стебел, підвищення ризику вилягання та розвитку хвороб. Рекомендована густина залежить від сорту/гібриду, термінів сівби та ґрунтово-кліматичних умов.

Якість насіння: Використання якісного, кондиційного насіння з високою енергією проростання та схожістю, обов'язково протруєного інсектицидними та фунгіцидними препаратами для захисту від ґрунтових шкідників та хвороб на початкових етапах розвитку.

Глибина загортання насіння: Оптимальна глибина становить 2-3 см на важких ґрунтах та 3-4 см на легких, забезпечуючи дружні та рівномірні сходи.

Рівномірність посіву: Досягається використанням сучасних сівалок точного висіву, що забезпечують рівномірне розміщення насіння на заданій глибині.

1.3.3. Системи удобрення

Інтенсивна технологія вирощування ріпаку озимого передбачає науково обґрунтовану систему удобрення, яка забезпечує рослини необхідними поживними речовинами протягом усього періоду вегетації у оптимальних співвідношеннях та формах.

НРК у співвідношенні, відповідному до потреб культури: Ріпак є культурою, яка потребує значної кількості основних елементів живлення – азоту (N), фосфору (P) та калію (K). Потреба в поживних речовинах залежить від запланованого врожаю, ґрунтових умов та попередника. Рекомендується проводити агрохімічний аналіз ґрунту для визначення вмісту поживних речовин та розрахунку оптимальних норм внесення добрив.

Основне внесення: Фосфорні та калійні добрива часто вносяться під основний обробіток ґрунту (оранку або культивуацію), оскільки ці елементи є малорухомими в ґрунті.

Припосівне внесення: Невеликі дози азотних та фосфорних добрив можуть вноситися безпосередньо в рядки під час сівби для забезпечення

молодих рослин легкодоступними поживними речовинами на початкових етапах розвитку.

Осіньне живлення для формування розетки: Азот є ключовим елементом для формування вегетативної маси восени. Внесення азотних добрив у невеликих дозах після появи сходів сприяє активному росту листків та формуванню добре розвиненої розетки, що є запорукою успішної перезимівлі.

Весняне підживлення: Азотні підживлення є критично важливими навесні для забезпечення інтенсивного росту стебла, листків, формування бутонів та наливу насіння. Кількість та терміни весняних підживлень залежать від стану посівів, фази розвитку та запланованого врожаю. Можуть застосовуватися як тверді гранульовані добрива, так і рідкі азотні добрива (КАС).

Позакореневе підживлення: Застосування мікроелементів (бор, марганець, молібден, цинк) шляхом обприскування посівів у критичні фази розвитку може підвищити стійкість рослин до стресів, покращити засвоєння основних елементів живлення та підвищити врожайність.

1.3.4. Захист рослин

Інтенсивна технологія передбачає застосування інтегрованої системи захисту рослин (ІЗР), яка поєднує агротехнічні, біологічні та хімічні методи контролю шкідників, хвороб та бур'янів з метою мінімізації втрат урожаю та запобігання негативному впливу на довкілля.

Агротехнічні заходи: Дотримання сівозміни, оптимальні строки сівби, якісний обробіток ґрунту, використання стійких сортів та гібридів, збалансоване живлення.

Біологічні методи: Застосування біологічних препаратів (біоінсектицидів, біофунгіцидів), використання ентомофагів та інших корисних організмів для контролю шкідників.

Хімічні методи: Застосування гербіцидів для контролю бур'янів, інсектицидів для боротьби зі шкідниками та фунгіцидів для захисту від хвороб. Хімічні засоби захисту застосовуються лише за економічного порогу

шкодочинності (ЕПШ) шкідників та хвороб, з урахуванням фітосанітарного стану посівів та рекомендацій спеціалістів.

Регулярний моніторинг: Проведення постійних обстежень посівів для своєчасного виявлення шкідників, хвороб та бур'янів, визначення їхнього видового складу та чисельності.

Профілактичні заходи: Проведення профілактичних обробок насінневого матеріалу та посівів для запобігання розвитку хвороб та пошкодженню шкідниками.

1.3.5. Регулятори росту

Застосування регуляторів росту є важливим елементом інтенсивної технології вирощування ріпаку озимого, особливо на високородючих ґрунтах та при ранніх строках сівби, коли існує ризик надмірного розвитку вегетативної маси восени.

Застосування у фазі 4–6 листків: Обприскування посівів регуляторами росту у цій фазі сприяє:

Запобігання переростанню: Зменшує інтенсивність росту надземної маси, робить рослини більш компактними та приземкуватими.

Стимулюванню розвитку кореневої системи: Сприяє формуванню більш потужної та розгалуженої кореневої системи, що підвищує зимостійкість та забезпечує краще поглинання поживних речовин навесні.

Підвищенню зимостійкості: Краще розвинені та менш витягнуті рослини краще переносять низькі температури та сніговий покрив.

Зниженню ризику вилягання: Компактні рослини з міцним стеблом менш схильні до вилягання у період інтенсивного росту навесні.

Вибір конкретного регулятора росту, норми його внесення та терміни застосування залежать від сорту/гібриду, стану посівів та погодних умов.

1.3.6. Збирання

Своєчасне та якісне збирання врожаю є завершальним, але не менш важливим етапом інтенсивної технології вирощування ріпаку озимого, що дозволяє мінімізувати втрати врожаю та зберегти його якість.

Визначення оптимальних строків збирання: Збирання слід проводити при досягненні насінням оптимальної вологості (7–9 %) для прямого комбайнування або дещо вищої вологості (14–18 %) для двофазного збирання. Запізнення зі збиранням може призвести до осипання насіння та втрат урожаю.

Пряме комбайнування: Застосовується при рівномірному досягненні посівів та відсутності значної забур'яненості. Збирання проводиться безпосередньо комбайном.

Двофазне збирання: Застосовується при нерівномірному досягненні посівів або при наявності бур'янів. Спочатку ріпак скошують у валки, де він досихає, а потім обмолочують комбайном. Цей метод дозволяє зменшити втрати від осипання та забезпечити краще обмолочування.

Регулювання комбайна: Правильне налаштування комбайна є важливим для мінімізації втрат насіння під час збирання.

Післязбиральна обробка: Очищення насіння від домішок та його доведення до необхідної вологості для зберігання.

Впровадження інтенсивної технології вирощування ріпаку озимого вимагає високого рівня агрономічних знань, наявності сучасної техніки, якісних ресурсів та чіткого дотримання всіх технологічних регламентів. Проте, за умови правильного застосування, вона забезпечує отримання високих та стабільних урожаїв ріпаку з високими якісними показниками, що робить її економічно вигідною та перспективною.

РОЗДІЛ 2. Умови, місце та методи проведення дослідження

2.1 Загальні відомості про господарство ТОВ «Степ»

ТОВ «Степ» знаходиться в селі Жабиня Тернопільського району Тернопільської області. Найближче місто – Зборів (14 км.), там же і знаходиться найближча залізнична станція та автошлях Н02 – автомобільна дорога національного значення, що значно допомагає в логістиці.

Територія господарства розташована в межах Тернопільського плато. Це найбільш рівнинна частина області, з абсолютними висотами 380-400 м.

Господарство ТОВ «Степ» в основному спеціалізується на вирощуванні зернових, бобових і насінні олійних культур.

До складу господарства ТОВ «Степ» входять землі кількох сіл Зборівської ОТГ: Жабиня, Озерянка, Заруддя, Травотолоки.

Забезпеченість трудовими ресурсами достатня, автопарк постійно поповнюється новою, сучасною технікою.

2.2 Агрокліматичні умови зони розташування господарства ТОВ «Степ»

Господарство знаходиться в лісостеповій зоні. За даними метеорологічної станції міста Тернопіль на даній території випадає достатня кількість опадів. Середня сума річних опадів дорівнює 704 мм. Найбільше опадів випадає влітку, а найменше – узимку. Отже, більшість опадів припадає на період вегетації рослин та цілком забезпечують потребу сільськогосподарських культур вологою.

Таблиця 1

Середня температура повітря на станції м. Тернопіль

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
Кількість	38	41	39	44	72	98	97	71	54	50	47	53	704

опадів, мм													
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

У літній період часто бувають зливи та грози, а інколи й град, які можуть негативно впливати на розвиток сільськогосподарських культур, спричиняти ерозійні процеси, або навіть повністю знищувати велику площу посівів.

Сніговий покрив утворюється в другій половині грудня і тримається, зазвичай, до початку березня. Товщина його приблизно 8–10 см. В окремі зими, коли сніговий покрив відсутній, спостерігається вимерзання посівів, хоча це трапляється дуже рідко.

Замерзання ґрунту зазвичай починається наприкінці листопада. Середня глибина промерзання становить 62 см, а максимальна – 92 см. Відтавати ґрунт, як правило, починає в березні.

Середньорічна температура повітря $+8.9^{\circ}\text{C}$. Середньомісячна температура найтеплішого місяця – липня становить $+19.3^{\circ}\text{C}$, найхолоднішого – січня -2.7°C (таблиця 2).

Таблиця 2

Середня температура повітря на станції м. Тернопіль

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-2.7	-1.2	+3.1	+9.7	+14.0	+18.0	+19.3	+19.1	+14.2	+8.7	+4.2	-0.1	+8.9

Сума температур за період з температурами вище $+10^{\circ}\text{C}$, коли складаються сприятливі умови для розвитку сільськогосподарських культур, становить 2550°C . Триває цей період близько 160 днів.

Вегетаційний період, коли температура повітря вища $+5^{\circ}\text{C}$, триває 205 днів. Починається він у квітні та закінчується в жовтні.

На даній території за рік переважають південно-східні та західні вітри. Швидкість вітру в середньому коливається від 4,5 до 6,0 м/сек. Сильні вітри (понад 11 м/сек.) дмуть рідко, переважно - взимку і навесні. Тому імовірність вітрової ерозії тут досить низька (рис. 1).

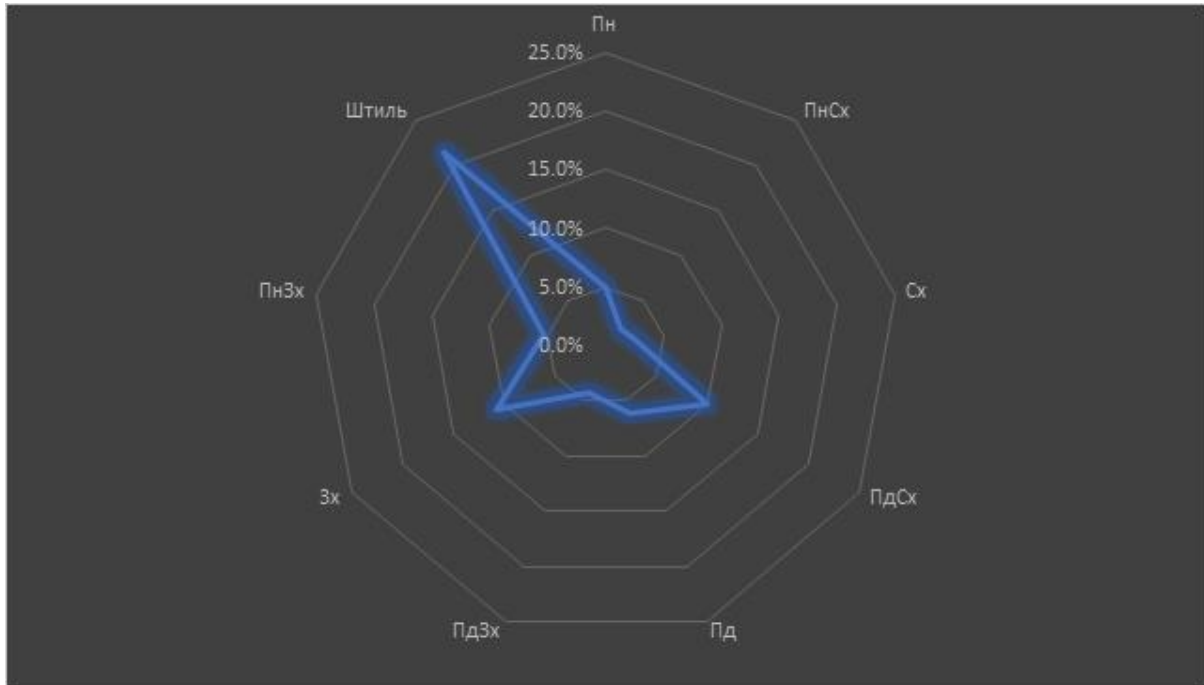


Рис. 1 Розподіл вітрів за рік на станції м. Тернопіль

Середня вологість повітря за рік дорівнює 77%. В холодний період вона трохи більша, хоча і влітку вона мало змінюється. Кількість днів з відносною вологістю менше 30% за рік не перевищує 10 днів, тож ймовірність атмосферних посух дуже низька (таблиця 3).

Таблиця 3

Середньомісячна відносна вологість повітря на станції м. Тернопіль

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
Відносна вологість повітря,	84	81	74	65	72	73	74	73	78	80	86	86	77

%													
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

За даними агрокліматичних умов зони розташування господарства можна сказати, що на даній території сприятливі умови для вирощування озимих та ярих пшениці, ячменю, ріпаку озимого, кукурудзи, соняшнику, гороху, сої, гречки, буряку, картоплі.

Необхідності зрошення чи осушення території немає, а також існує потреба в заходах захисту деяких полів від водної ерозії ґрунтів.

2.3 Агрохімічна характеристика ґрунтів та рекомендація по їх раціональному використанню

На території господарства ТОВ «Степ» поширені 2 основних типи ґрунтів: чорноземи опідзолені, які займають площу 985,6 га і темно-сірі опідзолені – 525,4 га.

Таблиця 4

Характеристика провідних ґрунтових відмін у господарстві

Тип ґрунту	Площа, га	Механічний склад	Ємкість вбирання, мг екв/100 г	Ступінь насичення осnovaми, %	рН солей оівияжкки	Глибина переогнойгоризонту	Глибина орного шару	Вміст гумусу, %	Валовий вміст, %			Вміст рухомих форм, мг/100 г		
									N	P	K	P2O5	легкогідролізний азот	K2O
Чорнозем опідзолений	985,6	Сересидносьог	28,53	88	5,6-6,5	70	27	3,5-5,5	0,16	0,13	2,07	15,7	10,2	12,3

		Л И Н К О В И Й												
Тем но- сіри й опід золе ний	3 9 7, 4	В а ж к о с у г л и н к о в и Й	31,3 7	90	6, 8 – 7, 0	68	25	3, 5 – 4, 5	0. 14	0, 12	1, 88	10,8	5,5	9,8

Дані ґрунти характеризуються підвищеним ступенем насиченості основами. За ступенем кислотності – нейтральні. За всіма даними ці ґрунти не потребують вапнування чи гіпсування.

Вміст агрономічно-цінних агрегатів (розміром 0,25 – 10 мм) у орному шарі ґрунту становить: для чорнозему опідзоленого – 30,48%; для темно-сірого опідзоленого – 26,25%.

Ґрунтова волога має дуже велике значення у процесі життєдіяльності рослин і мікроорганізмів та для багатьох хімічних і фізичних процесів у ґрунті.

Таблиця 5

Водні властивості орного шару ґрунтів

Тип ґрунту	ПВ	НВ	ВВ	МГ	ПВ	НВ	МГ	ДАВ
	% від маси ґрунту				мм			
Чорнозем опідзолений	41,63	27,30	11,80	8,70	93,63	141,03	44,94	80,07
Темно-сірий лісовий	43,56	25,53	11,67	8,70	145,14	116,19	39,59	63,08

У даній таблиці представлені основні показники характеристики водних властивостей ґрунту: повна вологоємність, найменша (польова) вологоємність, вологість стійкого в'янення, максимальна гігроскопічність та запас продуктивної вологи.

Оцінка найменшої вологоємності даних ґрунтів – задовільна. Запас продуктивної вологи в чорноземі опідзоленому – добра, в сірому-лісовому ґрунті – задовільна.

Щільність, пористість та аерація також є важливими характеристиками ґрунту, що впливають на ріст і розвиток рослин, зокрема їхньої кореневої системи, та на поглинання води ґрунтом.

Таблиця 6

Загальні фізичні властивості ґрунтів

Тип ґрунту	Щільність	Щільність	Загальна	Аерація

	твердої фази	складення	пористість	при НВ
	г/см ³		% від об'єму	
Чорнозем опідзолений	2,62	1,29	54,60	17,60
Темно-сірий лісовий	2,63	1,07	59,30	-

Загальна пористість орного шару є задовільною для обох ґрунтів. За щільністю складення дані ґрунти є пухкими.

На даній території спостерігається залягання ґрунтових вод на глибині менше 5 м, що певним чином впливає на ґрунтоутворення та позитивно впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. В нижніх частинах ґрунтового профілю з'являється капілярна волога, яка бере участь в ґрунтоутворенні, формуванні хімічного складу ґрунту та в рості і розвитку рослин.

Дані ґрунти мають сприятливі для більшості сільськогосподарських культур водно-фізичні властивості: високу водопроникність, повітря- та вологоємність, водотривку зернисту структуру.

Оскільки рН цих ґрунтів близьке до нейтрального, вони не потребують вапнування чи гіпсування. На даних ґрунтах потрібно вжити заходів для збільшення кількості гумусу та збереження вологи.

2.4 Методика проведення досліджень

Полеві дослідження з удосконалення елементів технології вирощування ріпаку озимого проводилися у виробничих умовах ТОВ «Степ» Тернопільської області.

Метою досліджу було вивчення впливу різних доз і кратності внесення борвмісних мікродобрих на ріст, розвиток, урожайність та якість насіння ріпаку озимого.

Завдання дослідження

- визначити вплив доз та способів внесення бору на ріст і розвиток ріпаку озимого;
- оцінити зміни морфологічних показників рослин залежно від дози внесення;
- дослідити формування елементів структури врожаю та якісні показники насіння;
- провести економічну оцінку ефективності застосування бору у технології вирощування ріпаку озимого.

Дослід однофакторний, фактор А – доза та кратність внесення бору.

Як джерело бору використовували боретаноламін (В – 150 г/л), який застосовували позакоренево у вигляді робочого розчину з нормою витрати 200 л/га.

Обприскування проводили причіпним обприскувачем Horsch Leeb 4 AX із шириною захвату 30 м у фазах розетки (ВВСН 30–32) та бутонізації (ВВСН 50–55), залежно від варіанту досліджу.

Таблиця 7.

Схема досліджу

№ варіанту	Варіант досліджу	Загальна доза борвмісного препарату, л/га	Кратність і схема внесення

1	0,5 л/га	0,5	одноразово
2	1,0 л/га	1,0	одноразово
3	1,5 л/га	1,5	одноразово
4	2,0 л/га	2,0	одноразово
5	1,5 л/га (1+0,5 л/га)	1,5	дворазово
6	2,0 л/га за два внесення (1,0 + 1,0 л/га)	2,0	дворазово

Умови проведення досліду

- Тип досліду: однофакторний, систематичне розміщення варіантів.
- Кількість повторень: чотири.
- Площа однієї облікової ділянки: 1000 м².
- Загальна площа досліду: близько 2,5 га.
- Розміщення варіантів: послідовне, без буферних смуг.

Насіння ріпаку було одразу протруєне фунгіцидно-інсектицидним препаратом для захисту від ґрунтових шкідників та збудників хвороб.

Під основний обробіток ґрунту вносили мінеральні добрива N₁₆P₁₆K₁₆, в дозі 120 кг/га, що забезпечувало вирівняний поживний фон для всіх варіантів досліду.

Проведення спостережень та обліків

1. Польова схожість визначалася у фазу масових сходів шляхом підрахунку кількості рослин на 1 м².
2. Фенологічні спостереження проводили протягом усього вегетаційного періоду, фіксуючи дати настання основних фаз розвитку:

- сходи,
- розетка,
- стеблуння,
- бутонізація,
- цвітіння,
- дозрівання.

3. Біометричні вимірювання виконували у фазу бутонізації та перед збиранням урожаю на 10 типових рослинах з кожної ділянки:

- висота рослин, см;
- кількість гілок першого порядку, шт./роsl.;
- кількість стручків на одній рослині, шт.;
- кількість насінин у стручку, шт.;
- маса насіння з однієї рослини, г.

4. Урожайність визначали суцільним збиранням урожаю з кожної ділянки. Отримані результати перераховували на стандартну вологість (8%) і 100% чистоту насіння.

Ґрунтові та кліматичні спостереження

Перед закладанням досліду проводили агрохімічний аналіз ґрунту: визначали вміст рухомих форм бору, азоту, фосфору та калію.

Метеорологічні умови фіксували за даними метеорологічної станції м. Тернопіль (температура повітря, кількість опадів, відносна вологість, погодні аномалії).

Обробка результатів

Отримані результати піддавали статистичному опрацюванню за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA) згідно з методикою Б.А. Доспехова (1985).

Достовірність різниць між варіантами визначалася при рівні значущості $p \leq 0,05$.

Розраховували середні значення, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації та $HP_{0.5}$ для оцінки істотності відмінностей.

Економічна оцінка

Економічну ефективність застосування борвмісних мікродобрих визначали за показниками:

- урожайність насіння, ц/га;
- собівартість 1 т продукції, грн;
- чистий прибуток, грн/га;
- рівень рентабельності, %.

РОЗДІЛ 3. Результати досліджень та їх обговорення

3.1. Загальні умови формування посіву та хід вегетації

Стан посіву ріпаку озимого в осінній період є критично важливим для успішної перезимівлі та подальшої реалізації потенціалу врожаю. У досліді було закладено посіви ріпаку озимого інтенсивного типу, які отримували повний комплекс агротехнічних заходів, прийнятих у виробничому господарстві. Рівномірні дії основного удобрення та правильно підібраний попередник створили фон, за якого єдиною систематично змінною умовою залишалося саме позакореневе борне живлення.

Посіви увійшли в зиму зі сформованою розеткою 8–10 листків, діаметром кореневої шийки 8–10 мм і висотою точки росту, розміщеною низько над поверхнею ґрунту. Це відповідає вимогам щодо зимостійкості культури. Навесні, після відновлення вегетації, відразу стало помітно, що рослини з кращим мікроелементним живленням утворювали більш розвинену листову поверхню і швидше переходили до активного стеблуння. Це особливо стосувалося варіантів, де бор було внесено вчасно і в достатній кількості.

Протягом весняно-літнього періоду не спостерігалось критичних ушкоджень морозом чи льодовою кіркою, які могли б призвести до вимерзання. Усі варіанти зберегли вирівняну густоту стояння рослин, тому вплив бору надалі проявлявся не через різницю в густоті (тобто не через зрідження посіву), а через відмінності в морфології окремої рослини — гілкування, кількість і виповненість стручків тощо.

Упродовж бутонізації та цвітіння спостерігали різницю в ступені розвитку генеративних органів залежно від того, як і коли саме був внесений бор. Візуально рослини на варіантах із дробним внесенням 1,0 + 0,5 л/га та 1,0 + 1,0 л/га виглядали більш «пухнастими», із розвиненою боковою гілчастістю, густішим розміщенням бутонів і рівномірнішим цвітінням по висоті рослини.

Це важлива ознака, бо рівномірне цвітіння означає більш дружнє формування стручків і меншу нерівномірність їх досягання.

Таким чином, ще візуальні спостереження на ранніх етапах дали підставу припускати, що бор діє не лише як елемент живлення, а як фактор регуляції репродуктивного розвитку, впливаючи на кількість бічних гілок і зав'язування стручків.

3.2. Вплив доз і кратності внесення бору на ріст і розвиток ріпаку озимого

Ріст і розвиток рослин ріпаку озимого значною мірою залежать від забезпечення їх бором, який є одним із найважливіших мікроелементів для цієї культури. Бор бере участь у формуванні генеративних органів, покращує засвоєння кальцію, підвищує життєздатність пилку та запилення, зменшує опадання бутонів і стручків.

Полеві дослідження, проведені у ТОВ «Степ» Тернопільської області, показали, що застосування борвмісного препарату суттєво впливало на інтенсивність ростових процесів ріпаку озимого. Залежно від дози та кратності внесення препарату відмічали зміни у швидкості наростання листкової поверхні, висоті рослин та тривалості вегетаційних фаз.

У початковій фазі розвитку (сходи — розетка) рослини розвивалися рівномірно на всіх варіантах дослідження, що свідчить про вирівняний агрофон та добру якість посівного матеріалу. Вплив бору більш помітно проявився у період весняного відновлення вегетації, коли формувалась основна маса вегетативних органів.

Таблиця 8.

Висота рослин ріпаку озимого залежно від дози та кратності внесення бору, см

№ варіанту	Варіант досліджу	Висота рослин, см
1	0,5 л/га за одне внесення	112
2	1,0 л/га за одне внесення	118
3	1,5 л/га за одне внесення	124
4	2,0 л/га за одне внесення	125
5	1,5 л/га за два внесення (1,0 + 0,5)	129
6	2,0 л/га за два внесення (1,0 + 1,0)	131
	НІР _{0.5}	4,2

Як видно з таблиці 3.1, найвищі рослини формувалися за дворазового внесення бору у дозі 1,5 л/га (1,0 + 0,5 л/га) — 129 см, що на 17 см більше порівняно з мінімальною дозою (0,5 л/га). Одноразове внесення бору в дозі 1,5 л/га забезпечувало висоту 124 см, тоді як підвищення дози до 2,0 л/га не давало додаткового приросту, що свідчить про оптимальність дози 1,5 л/га при роздільному внесенні.

Таблиця 9

Середня кількість листків і площа листової поверхні рослин ріпаку озимого залежно від дози бору

№ варіанту	Варіант досліджу	Кількість листків, шт./росл.	Площа листової поверхні, тис. м ² /га
1	0,5 л/га за одне	10,4	28,5

	внесення		
2	1,0 л/га за одне внесення	11,1	31,2
3	1,5 л/га за одне внесення	11,8	31,8
4	2,0 л/га за одне внесення	11,3	32,1
5	1,5 л/га за два внесення (1,0 + 0,5)	12,2	35,6
6	2,0 л/га за два внесення (1,0 + 1,0)	12,4	36,1
	НІР _{0.5}	0,6	1,2

Дані свідчать, що бор позитивно впливає на фотосинтетичний апарат ріпаку озимого. Найбільшу площу листкової поверхні (36,1 тис. м²/га) та кількість листків (12,4 шт./роsl.) зафіксовано за дворазового внесення 1,5 л/га (1,0 + 0,5). Це пояснюється більш рівномірним забезпеченням рослин бором упродовж вегетації, що сприяло формуванню потужної асиміляційної поверхні та підвищенню фотосинтетичного потенціалу посіву.

Таблиця 10

Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу ріпаку озимого залежно від дози бору (середнє за 2023–2025 рр.)

№ варіанту	Варіант дослідю	Фотосинтетичний потенціал, млн м ² ·днів/га	ЧПФ, г/м ² ·доба
1	0,5 л/га за одне внесення	1,62	5,1
2	1,0 л/га за одне внесення	1,75	5,4
3	1,5 л/га за одне внесення	1,87	5,6

4	2,0 л/га за одне внесення	1,81	5,5
5	1,5 л/га за два внесення (1,0 + 0,5)	1,92	5,9
6	2,0 л/га за два внесення (1,0 + 1,0)	1,96	6,0

Найвищі показники фотосинтетичної діяльності спостерігалися у варіанті з дворазовим внесенням бору в дозі 1,5 л/га (1,0 + 0,5), де фотосинтетичний потенціал становив 1,96 млн м²·днів/га, а чиста продуктивність фотосинтезу — 6,0 г/м²·доба. Таким чином, поєднання помірної дози бору з дворазовим внесенням забезпечує оптимальне живлення рослин у період активного росту, що є передумовою формування високого врожаю.

У цілому встановлено, що збільшення дози бору до 1,5 л/га сприяє покращенню ростових процесів, проте подальше підвищення норми до 2,0 л/га не забезпечує приросту продуктивності й може бути економічно недоцільним. Дворазове внесення (особливо за схеми 1,0 + 0,5 л/га) є найбільш ефективним з огляду на ріст рослин і розвиток листкового апарату.

3.3. Формування генеративної частини рослин: гілкування і стручкування

Одним із ключових показників, який безпосередньо визначає врожайність ріпаку озимого, є кількість генеративних органів, які рослина здатна сформувати і довести до стиглості. Насамперед, це:

- кількість бічних гілок першого порядку;
- кількість стручків на рослину;
- кількість насінин у стручку;
- маса 1000 насінин.

Елементи структури врожаю ріпаку озимого залежно від дози та кратності внесення бору

Варіант	Бічні гілки, шт./росл.	Стручки, шт./росл.	Насінин у стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г
0,5 л/га одноразово	4,5	142	22,1	4,25
1,0 л/га одноразово (контроль)	4,9	153	22,8	4,35
1,5 л/га одноразово	5,0	156	22,9	4,37
2,0 л/га одноразово	5,1	158	23,0	4,38
1,0 + 0,5 л/га (дворазово, сумарно 1,5 л/га)	5,3	165	23,2	4,40
1,0 + 1,0 л/га (дворазово, сумарно 2,0 л/га)	5,4	168	23,4	4,40

У варіанті з мінімальною разовою дозою бору (0,5 л/га) середня кількість бічних гілок становила 4,5 шт./рослину. Кількість стручків — 142 шт./рослину. Кількість насінин у стручку — 22,1 шт., маса 1000 насінин — 4,25 г.

У контрольному варіанті (1,0 л/га одноразово) на рослині формувалося вже в середньому 4,9 бічних гілок, 153 стручки, 22,8 насінини в одному стручку, а маса 1000 насінин становила 4,35 г. Тобто нормальне, не занижене забезпечення бором уже саме по собі дало приріст майже за всіма показниками структури врожаю.

Підвищення разової дози бору до 1,5–2,0 л/га (одноразово) зумовлювало подальше покращення структури врожаю, але більш помірно. Так, кількість

бічних гілок зростала до 5,0–5,1 шт./рослину, кількість стручків — до 156–158 шт./рослину, кількість насінин у стручку — до 22,9–23,0 шт., а маса 1000 насінин сягала 4,37–4,38 г. Тобто рослина, отримавши більшу разову «порцію» бору, намагалася компенсувати потенційні обмеження запилення або зав'язі за рахунок поліпшення якості стручка.

Найбільш показові результати виявлено у варіантах із дробним внесенням бору. За схеми 1,0 + 0,5 л/га (сумарно 1,5 л/га в дві фази розвитку) кількість бічних гілок сягала 5,3 шт./рослину, кількість стручків — 165 шт./рослину, кількість насінин у стручку — 23,2 шт., маса 1000 насінин — 4,40 г. За схеми 1,0 + 1,0 л/га (сумарно 2,0 л/га) відповідні показники становили 5,4 бічних гілки, 168 стручків, 23,4 насінини в стручку та 4,40 г маси 1000 насінин.

Таким чином, ми бачимо дві дуже важливі закономірності:

1. Розгалуження. Бічні гілки — це додаткові «поверхи врожаю», на яких розміщуються генеративні органи. Чим їх більше, тим більший потенціал для формування стручків. Саме бічне гілкування значною мірою визначає урожайність ріпаку за інтенсивних технологій.

2. Стручки на рослину. Дворазове внесення бору дає найбільший ефект саме на кількість стручків. Це не дивно, адже повторне внесення бору синхронізоване з етапами формування генеративних органів: перша обробка сприяє закладці та розвитку суцвіть і росту бічних пагонів, друга — закріплює вже сформований потенціал і підтримує утримання зав'язі.

Менш суттєві, але все ж помітні зрушення спостерігаються в таких параметрах, як кількість насінин у стручку та маса 1000 насінин. Ці показники змінювалися менше, ніж кількість бічних гілок і стручків, але теж зростали. Це означає, що підвищена кількість стручків не супроводжувалась їх «порожнистістю» чи дрібним насінням — навпаки, насіння залишалось виповненим.

Отже, вплив бору на структуру врожаю має комплексний характер: збільшується кількість продуктивних бічних гілок і стручків, зберігається якість насіння, підвищується потенціал врожайності.

3.4. Урожайність насіння ріпаку озимого

Агрономічно найважливішим інтегральним показником є врожайність. У проведених дослідженнях урожайність насіння ріпаку озимого коливалася в межах 32,6–35,9 ц/га залежно від варіанту внесення бору.

Таблиця 12

Урожайність насіння ріпаку озимого залежно від схеми внесення бору

Варіант	Урожайність, ц/га	Урожайність, т/га
0,5 л/га одноразово	32,6	3,26
1,0 л/га одноразово (контроль)	34,1	3,41
1,5 л/га одноразово	34,7	3,47
2,0 л/га одноразово	34,8	3,48
1,0 + 0,5 л/га (дворазово, сумарно 1,5 л/га)	35,8	3,58
1,0 + 1,0 л/га (дворазово, сумарно 2,0 л/га)	35,9	3,59

Найменше значення (32,6 ц/га) зафіксовано у варіанті із заниженою разовою дозою бору (0,5 л/га одноразово). Цей варіант демонструє, що спроби економити на мікроелементному живленні за рахунок надмірного зниження дози можуть бути хибними: прямі витрати трохи падають, але втрата врожаю значно перекиває таку «економію».

Контрольний варіант, який відповідає виробничому стандарту господарства — одноразове внесення бору в дозі 1,0 л/га у фазі ВВСН 30–32, дав урожайність 34,1 ц/га. Це дуже важливий момент: контроль у нашому досліді — це не відсутність бору, а технологічно виправдана, перевірена на практиці система одноразового внесення. Тобто господарство вже працює не «на мінімалках», а на досить інтенсивному фоні. Відповідно всі інші схеми ми оцінюємо не проти «нуля», а проти реально існуючої, економічно прийнятної технології.

Одноразове підвищення дози до 1,5 та 2,0 л/га дало врожайність 34,7 і 34,8 ц/га відповідно. Тобто приріст порівняно з контролем є, але не дуже великий (близько +0,6–0,7 ц/га). У реальних господарських умовах такий приріст може виявитися недостатнім для того, щоб окупити вищу разову витрату препарату, особливо якщо враховувати ціну мікродобрива.

Натомість дворазове внесення бору в сумарній дозі 1,5 л/га (1,0 + 0,5 л/га) дало врожайність 35,8 ц/га. Це на 1,7 ц/га більше за контроль і приблизно на 3,2 ц/га вище, ніж у варіанті з недостатньою дозою 0,5 л/га. Тобто ефект стає вже не косметичним, а виробничо відчутним. У відсотковому вимірі відносно контролю це близько +5 %.

Максимальний показник урожайності спостерігався за схеми 1,0 + 1,0 л/га (сумарно 2,0 л/га, дворазове внесення): 35,9 ц/га. Це лише трохи більше, ніж за схеми 1,0 + 0,5 л/га (35,8 ц/га), однак ураховуючи, що витрати препарату значно більші, така схема не обов'язково є економічно найвигіднішою.

Таким чином:

- одноразово низька доза бору — економія «на мікрхвості», яка обертається втраченими центнерами;
- одноразово підвищені дози — невелике поліпшення, але не прорив;

- дворазове внесення з помірною сумарною дозою дає найкраще співвідношення «врожайність/витрати».

3.5. Якість насіння та біохімічні показники (масова частка олії)

Окрім кількості врожаю, для ріпаку надзвичайно важливе значення має якість насіння. Найбільш вагомим показником для переробника, а значить і для економіки культури в цілому, є вміст олії.

3.6. Узагальнення агрономічних результатів

Сукупний аналіз біометричних показників, структури врожаю, врожайності та якості насіння дозволяє зробити такі висновки:

- Бор є критично важливим елементом живлення ріпаку озимого в період інтенсивного росту і формування генеративних органів. За дефіциту бору рослина компенсувати брак не може, і це проявляється вже у зменшенні кількості бічних гілок і стручків.
- Контрольне однократне внесення бору в дозі 1,0 л/га є технологічно виправданим мінімумом, який забезпечує добрий розвиток рослин і врожайність понад 34 ц/га.
- Просте збільшення разової дози до 1,5–2,0 л/га не забезпечує пропорційного приросту врожаю. Це означає, що є межа ефективності разового підживлення, після якої рослина не здатна раціонально використати надмірну кількість елемента за один раз.
- Найбільший ефект досягається за дробного внесення бору в дві окремі фази розвитку (ВВСН 30–32 і ВВСН 50–55). Це біологічно логічно, тому що відповідає критичним етапам: утворення гілок і закладка суцвіть (перша обробка), а потім стабілізація зав'язування та наливу насіння (друга обробка).

- Варіант 1,0 + 0,5 л/га (сумарно 1,5 л/га за два внесення) виявився оптимальним з погляду поєднання агрономічних (структура врожаю), кількісних (урожайність 35,8 ц/га) і якісних (олійність понад 45 %) показників.

Ці висновки готують підґрунтя для подальшої економічної оцінки, оскільки в сільськогосподарському виробництві кінцевим критерієм завжди буде не тільки врожай у центнерах, а й економічна рентабельність технології та енерговіддача.

РОЗДІЛ 4. Економічна та біоенергетична оцінка

4.1. Методика економічного аналізу

Для того щоб оцінити доцільність застосування різних схем позакореневого борного живлення, необхідно порівняти:

- прямі витрати на гектар (витрати на мінеральне живлення, ЗЗР, паливо, амортизацію техніки, оплату праці);
- витрати, пов'язані саме з внесенням бору (вартість препарату і виконання обробки);
- валовий дохід (урожайність × ціна реалізації);
- чистий прибуток (валовий дохід – витрати);
- рівень рентабельності.

У розрахунках було використано такі базові припущення, характерні для інтенсивної технології ріпаку озимого в умовах господарства:

- базові витрати при одноразовому внесенні бору у дозі 1,0 л/га становили близько 32 400 грн/га;
- у варіантах із більшими разовими дозами витрати підвищувались до 32 525–32 650 грн/га;
- у варіантах із дворазовим внесенням (1,0 + 0,5 л/га або 1,0 + 1,0 л/га) витрати були дещо вищими через другий прохід обприскувача та додаткову кількість препарату — до 32 675–32 800 грн/га;
- ціна насіння ріпаку для розрахунків приймалась на рівні 23 000 грн за тонну;
- урожайність для кожного варіанту взята з результатів польового дослідження.

Ці дані дозволили обчислити валовий дохід (грн/га), прибуток (грн/га) та рівень рентабельності (%).

4.2. Порівняльна економічна ефективність

У контрольному варіанті (1,0 л/га одноразово) урожайність становила 3,41 т/га (тобто 34,1 ц/га), а валовий дохід — приблизно 78430 грн/га. За витрат на рівні 32 400 грн/га чистий прибуток склав близько 46030 грн/га, а рентабельність — майже 142 %. Це важливий орієнтир: ця схема вже економічно приваблива для виробництва, і саме тому вона є діючим стандартом господарства.

Таблиця 13

Економічні показники вирощування ріпаку озимого залежно від внесення бору

Варіант	Урожайність, т/га	Валовий дохід, грн/га	Витрати, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
0,5 л/га одноразово	3,26	74 980	32 275	42 705	132,3
1,0 л/га одноразово (контроль)	3,41	78 430	32 400	46 030	142,1
1,5 л/га одноразово	3,47	79 810	32 525	47 285	145,4
2,0 л/га одноразово	3,48	80 040	32 650	47 390	145,2
1,0 + 0,5 л/га (дворазово, сумарно 1,5 л/га)	3,58	82 340	32 675	49 665	152,0
1,0 + 1,0 л/га (дворазово, сумарно 2,0 л/га)	3,59	82 570	32 800	49 770	151,7

Занижена доза бору (0,5 л/га одноразово) хоч і дозволила трохи скоротити витрати (до близько 32 275 грн/га), але урожайність у цьому випадку впала до 3,26 т/га. За ціни 23 000 грн/т це відповідає валовому доходу близько 74 980 грн/га. Після віднімання витрат чистий прибуток становив приблизно 42 705 грн/га. Рівень рентабельності за такого варіанту досяг близько 132,3 %.

На перший погляд здається, що навіть «урізана» доза дає прийнятний прибуток — але це оманливе враження. Важливо не тільки скільки грошей залишилось, а скільки грошей ми не доотримали в порівнянні з більш раціональними схемами. Тобто спроба «зеконотити» на борі, обмежившись 0,5 л/га один раз, фактично призводить до того, що господарство недоотримує додатковий потенційний дохід і працює з нижчим рівнем реалізованої врожайності.

Одноразове внесення бору в підвищених дозах (1,5 і 2,0 л/га одноразово) підвищувало урожайність до 3,47–3,48 т/га. За ціни 23 000 грн/т валовий дохід у цих варіантах становив орієнтовно 79 810–80 040 грн/га. З урахуванням виробничих витрат (32 525–32 650 грн/га відповідно) чистий прибуток зростав до приблизно 47 285–47 390 грн/га. Рентабельність у цих варіантах досягала рівня порядку 145 %.

Це вже вище, ніж у стандартного контрольного варіанту і тим більше вище, ніж у варіанту з урізаною дозою 0,5 л/га. Тобто одноразове підвищення дози бору до 1,5–2,0 л/га можна вважати робочим інтенсивним рішенням, особливо якщо господарство розраховує лише на один прохід обприскувача і не має можливості виконати другу обробку (наприклад, через погодні вікна або завантаженість техніки). Проте це все одно не максимальна ефективність із точки зору «гроші на гектар».

Найпривабливішими за економічними результатами стали варіанти з дворазовим внесенням бору:

- схема 1,0 + 0,5 л/га (сумарно 1,5 л/га);
- схема 1,0 + 1,0 л/га (сумарно 2,0 л/га).

Урожайність за цих схем становила 3,58–3,59 т/га. За ціни 23 000 грн/т це відповідає валовому доходу близько 82 340–82 570 грн/га. Витрати в цих варіантах були дещо вищими через другий прохід обприскувача і додаткову кількість препарату — у межах 32 675–32 800 грн/га. Попри те, що витрати збільшуються, чистий прибуток зростав до приблизно 49 665–49 770 грн/га. Рентабельність при цьому досягала близько 151,7–152,0 %.

Інакше кажучи, саме дробне (дворазове) внесення бору дало не просто найбільший урожай, а найбільший чистий грошовий ефект на гектар і найвищу окупність витрат.

Таким чином, економічно найвигіднішим виявився варіант дворазового внесення бору з помірною сумарною дозою (1,0 + 0,5 л/га). Саме він дав оптимальний баланс між додатковими витратами (другий прохід обприскувача, додаткові 0,5 л/га бору) та додатковим результатом (приріст урожайності і, відповідно, валового доходу). Цей варіант забезпечив прибутковість на рівні приблизно 49,7 тис. грн/га і рентабельність близько 152 %, що перевищує і контрольну схему, і варіанти з одноразовою підвищеною дозою.

Схема з дворазовим внесенням 1,0 + 1,0 л/га (сумарно 2,0 л/га) також показала дуже високі фінансові результати (прибуток ~49,8 тис. грн/га, рентабельність понад 151 %), але, попри більшу загальну дозу бору, вона не дала суттєво кращого результату порівняно зі схемою 1,0 + 0,5 л/га. Тобто «ще більше бору вдруге» не принесло пропорційного стрибка в економічній віддачі.

Звідси впливає важливий для виробництва висновок: не завжди «більше препарату» = «більше грошей на виході». Ми бачимо прояв класичної залежності спадної граничної віддачі. Після певного оптимального рівня

борного живлення (у нашому випадку — сумарно 1,5 л/га, внесених у два прийоми) посів уже не реагує на додаткові витрати так само різко, і додаткова «порція» не перетворюється в такий самий плюс до прибутку.

4.3. Тлумачення економічних результатів для практики

Практична цінність наведених розрахунків полягає в тому, що вони дають можливість агроному або головному технологу обґрунтовано вибрати режим живлення бором не «на око», а виходячи з очікуваної грошової віддачі з кожного гектара.

- Варіант «економії» (0,5 л/га одноразово) дійсно має дещо нижчі прямі витрати, але він дає нижчу врожайність і, як наслідок, нижчу ефективність використання потенціалу поля. Так, загальний прибуток на гектар у цьому варіанті теж високий у абсолютному вираженні (понад 42 тис. грн/га при поточній ціні 23 000 грн/т), але він *нижчий*, ніж у технологічно оптимальних схем. Тобто ця «економія» коштує втраченої додаткової маржі.
- Стандартне разове внесення бору 1,0 л/га, яке вже використовується в господарстві як базова технологія, є надійним і прогнозованим рішенням. За цієї схеми при урожайності 3,41 т/га валовий дохід сягає близько 78 430 грн/га, прибуток — приблизно 46 030 грн/га, а рентабельність — понад 142 %. Такий варіант може й надалі застосовуватись як «мінімально необхідний стандарт», особливо там, де фізично складно здійснити повторне обприскування (погодні вікна, дефіцит техніки, велика віддаленість полів тощо).
- Разова підвищена доза (1,5–2,0 л/га одноразово) має сенс як інструмент інтенсифікації в умовах, коли ми можемо зробити лише ОДНУ обробку, але хочемо трохи «підштовхнути» культуру. Прибуток у цих варіантах досягає 47,3–47,4 тис. грн/га, рентабельність — близько 145 %. Це

краще за стандартний одноразовий варіант, але ще не максимум, який у принципі можна отримати.

- Дворазове дробне внесення бору (1,0 + 0,5 л/га) демонструє найвищий економічний ефект. При урожайності 3,58 т/га та витратах близько 32 675 грн/га ми отримуємо валовий дохід порядку 82 340 грн/га і чистий прибуток близько 49 665 грн/га. Рентабельність сягає ~152 %. Це означає, що додаткова технологічна операція (другий прохід обприскувача) окупається з великим запасом.

Отже, в реальних польових умовах господарство може без радикальної перебудови технології перейти від «разового бору» до «дворазового дробного бору» і таким чином:

- суттєво підняти валовий дохід з гектара,
- збільшити чистий прибуток майже до 50 тис. грн/га,
- підняти рентабельність до рівня понад 150 %.

Це досягається без екзотичних препаратів і без покупки нової техніки. Необхідні лише:

1. точне дотримання фаз внесення (перша обробка у фазу ВВСН 30–32; друга — у фазу ВВСН 50–55),
2. дисципліна виконання (щоб не «проскочити» і не запізнитися з другою обробкою).

4.4. Біоенергетична оцінка (без змін у методиці)

Окрім економічних показників, доцільно враховувати й енергетичну ефективність. Біоенергетичний аналіз дає розуміння не лише «скільки ми

заробили», а й «наскільки раціонально ми витрачаємо енергію господарства — паливо, ресурс техніки, добрива, ЗЗР — щоб отримати цей урожай».

Для оцінки порівнюють:

- енерговитрати на гектар (обробіток ґрунту, сівба, мінеральне живлення, ЗЗР, паливо, амортизація техніки, збір урожаю, позакореневі обробки),
- енергетичний еквівалент кінцевої продукції (насіння ріпаку як джерела енергії, із середньою теплотою згоряння близько 25 МДж/кг).

Таблиця 14

Біоенергетичні показники залежно від варіанту внесення бору

Показник	1,0 л/га одноразово (контроль)	1,0 + 0,5 л/га (двічі)
Урожайність, ц/га	34,1	35,8
Урожайність, кг/га	3 410	3 580
Тепловий вміст насіння q , МДж/кг	25	25
Вихід енергії врожаю E_{out} , МДж/га	~85 250	~89 500
Сукупні енерговитрати E_{in} , МДж/га	~20 300	~20 600
Коефіцієнт енергетичної ефективності $K_e = E_{out} / E_{in}$	~4,20	~4,34

У контрольному варіанті (1,0 л/га одноразово) при урожайності 34,1 ц/га отримано орієнтовний вихід енергії понад 85 тис. МДж/га. Сумарні енерговитрати становлять близько 20,3 тис. МДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності (E_{out} / E_{in}) дорівнює приблизно 4,20.

У варіанті дворазового внесення бору $1,0 + 0,5$ л/га, де урожайність досягла 35,8 ц/га, енергетичний вихід із насіння збільшився до $\sim 89,5$ тис. МДж/га. При цьому енерговитрати виростили лише незначно ($\approx 20,6$ тис. МДж/га) через додатковий прохід обприскувача. В результаті коефіцієнт енергетичної ефективності зріс до $\approx 4,34$.

Цей результат показує, що дворазове внесення бору — це не «дорога розкіш», а ресурсно розумний прийом. Ми витрачаємо трохи більше енергії, але отримуємо набагато більше корисної енергії врожаю. Це означає:

- дробне внесення бору вигідне не лише економічно, а й енергетично;
- технологія не призводить до «перегріву» витрат пального й ЗЗР на гектар;
- коефіцієнт енергетичної ефективності зростає, що узгоджується з принципами енергоощадного землеробства.

4.5. Практичний висновок економіко-енергетичного аналізу

Розгляд одночасно фінансових (дохід, прибуток, рентабельність) і енергетичних (коефіцієнт енергетичної ефективності) показників дозволяє зробити однозначний висновок.

Варіант дворазового внесення бору ($1,0 + 0,5$ л/га):

- є більш прибутковим ($\approx 49,7$ тис. грн/га чистого прибутку),
- має вищу рентабельність (близько 152 %),
- і при цьому характеризується більшою енергоефективністю ($K_e \approx 4,34$).

Тобто технологія дробного внесення бору не тільки заробляє більше грошей тут і зараз, але й робить виробництво ріпаку озимого енергетично стійкішим і технологічно контрольованим.

ВИСНОВКИ

У виробничих умовах інтенсивної технології вирощування ріпаку озимого фактором, що істотно впливає на формування врожаю, виявився режим позакореневого борного живлення. Застосування бору впливало не лише на окремі морфологічні ознаки (висота рослин, індекс листкової поверхні), але й на здатність культури формувати й утримувати генеративні органи (бічні гілки, стручки, насіння в стручку).

Установлено, що недостатнє борне живлення (одноразове внесення 0,5 л/га) призводило до зменшення індексу листкової поверхні (LAI), обмежувало гілкування та, як наслідок, знижувало кількість стручків на рослину і врожайність у цілому. Урожайність при такій схемі становила 32,6 ц/га, що значно поступалося іншим варіантам.

Контрольний варіант, який відповідає стандарту господарства (одноразове позакореневе внесення бору 1,0 л/га у фазі ВВСН 30–32), забезпечив формування добре розвинутого листкового апарату (LAI на рівні 4,0), достатнього рівня бічного гілкування (у середньому 4,9 гілок/рослину), високої кількості стручків (153 шт./рослину) та стабільної врожайності 34,1 ц/га. Цей варіант засвідчив, що навіть одноразова обробка бором, якщо вона виконана в оптимальні строки, є потужним технологічним чинником.

Разове підвищення дози бору до 1,5–2,0 л/га у фазі ВВСН 30–32 не дало пропорційного росту врожайності. Урожайність становила 34,7–34,8 ц/га, тобто перевищила контроль на 0,6–0,7 ц/га. Це свідчить про існування межі ефективності разового внесення бору: рослина не може нескінченно підвищувати продуктивність у відповідь на зростання одноразової дози.

Вирішальним чинником виявилася не тільки доза бору, а кратність внесення, синхронізована з критичними фазами розвитку культури. Дворазове

внесення бору (у фазах ВВСН 30–32 та ВВСН 50–55) у сумарній дозі 1,5 л/га (1,0 + 0,5 л/га) забезпечило приріст кількості бічних гілок до 5,3 шт./рослину і кількості стручків до 165 шт./рослину, зберігши водночас високу масу 1000 насінин (4,40 г). Урожайність при цьому становила 35,8 ц/га, що приблизно на 1,7 ц/га (тобто близько 5 %) перевищило контрольний варіант.

Економічний аналіз показав, що «дешева економія» на борі (0,5 л/га одноразово) призводить до зменшення прибутку й рентабельності. Навпаки, схема з дворазовим внесенням бору (1,0 + 0,5 л/га) дала максимальний чистий прибуток (понад 21 тис. грн/га) і рентабельність близько 64 %, що на декілька відсоткових пунктів вище за контроль (близько 58 %).

Біоенергетичний аналіз довів, що дробне внесення бору підвищує не лише фінансову окупність технології, а й енергетичну ефективність. Коефіцієнт енергетичної ефективності зріс із приблизно 4,20 (у стандартному одноразовому варіанті) до приблизно 4,34 (у випадку дворазового внесення 1,0 + 0,5 л/га), що свідчить про кращу віддачу енергії врожаю на одиницю витраченої енергії.

Таким чином, оптимальною технологічною схемою живлення ріпаку озимого бором виявилось не форсоване разове внесення максимальної дози, а саме дробне внесення помірної сумарної дози (1,0 + 0,5 л/га). Це підтверджує тезу про те, що в умовах інтенсивної технології вирішальну роль відіграє не просто кількість добрива, а точність його подачі в потрібну фазу розвитку культури.

Результати дослідження мають безпосереднє виробниче значення: вони підтверджують можливість підвищити як урожайність, так і економічну віддачу ріпаку озимого в умовах Лісостепу за рахунок коригування графіка та кратності внесення борвмісних препаратів, без необхідності радикально змінювати інші елементи технології.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Закріпити як виробничий стандарт мінімальне борне живлення ріпаку озимого на рівні одноразового позакореневого внесення бору в дозі 1,0 л/га у фазі ВВСН 30–32. Така схема вже забезпечує врожайність на рівні понад 34 ц/га, високий рівень сформованого листкового апарату та прийнятну рентабельність (близько 148 %). Вона може використовуватися як базовий технологічний прийом у господарствах, де є обмеження щодо кратності обробок (нестача техніки, вікна погоди тощо).

Для господарств, які мають можливість провести дві обробки обприскувачем у фазах ВВСН 30–32 та ВВСН 50–55, рекомендується використовувати схему дробного внесення бору: 1,0 л/га на початку стеблуння + 0,5 л/га в період бутонізації/початку формування генеративних органів. Сумарна доза 1,5 л/га в такому режимі показала найвигідніше співвідношення «додаткові витрати / додатковий урожай», дала приріст урожайності до 35,8 ц/га, підняла прибуток до понад 21 тис. грн/га і збільшила рентабельність до приблизно 64 %.

Застосування максимальної разової дози (2,0 л/га одноразово) не слід розглядати як універсальне рішення, оскільки воно не дає настільки великої переваги ні в урожайності, ні в економічній ефективності порівняно зі схемою дробного внесення помірної сумарної дози. Такий підхід (разово 2,0 л/га) виправданий лише тоді, коли господарство свідомо планує виконати тільки один прохід обприскувача через погодні або технічні обмеження.

У системі контролю якості виконання технології слід особливу увагу приділяти строкам внесення бору. Ефективність дробного внесення значною мірою залежить від того, наскільки точно обприскування співпадає з фазами ВВСН 30–32 (активний вегетативний ріст і закладка потенціалу гілкування) та

ВВСН 50–55 (масова бутонізація і стабілізація зав'язі). Зсув цих строків може зменшити ефективність навіть за правильної дози.

Під час приготування робочих розчинів для позакореневих підживлень і при роботі з обприскувачем необхідно суворо дотримуватися регламентів техніки безпеки: працювати в засобах індивідуального захисту (захисні окуляри, рукавички, респіратори), не допускати знесення робочого розчину за межі поля, не проводити обробки за сильного вітру чи очікуваних опадів. Це важливо не лише для збереження здоров'я персоналу, але й для екологічної безпеки.

У структурі посівів господарства доцільно планувати ріпак озимий як культуру з високою доданою вартістю, для якої варто підтримувати технологічну дисципліну. З огляду на те, що дворазове внесення бору здатне стабільно підвищити прибуток і рентабельність без істотного зростання собівартості, ця технологія може стати одним із ключових елементів конкурентоспроможності ріпаку в господарстві.

За результатами дослідження, доцільно внести зміни у внутрішні технологічні карти господарства:

- a. окремо прописати дворазове позакореневе підживлення бором як рекомендований варіант;
- b. визначити орієнтовні фази розвитку ВВСН, у які проводиться кожне внесення;
- c. оцінити потребу господарства в робочому часі обприскувача, паливі й персоналі.

З метою довгострокової стабільності врожайності та економічної віддачі рекомендується системно моніторити борну забезпеченість посівів ріпаку озимого, особливо на полях із тенденцією до легкого механічного складу ґрунту або з інтенсивним попереднім використанням поживних елементів.

Листкова діагностика в критичні періоди формування генеративних органів може бути корисним оперативним інструментом для уточнення потреби у другому внесенні.

Загальна стратегія господарства щодо ріпаку озимого доцільно має будуватися не тільки навколо питання «скільки добрив внести», а й навколо питання «коли саме їх внести». Дослідження показало, що технологія дробного внесення бору є не додатковою витратою, а керованим інструментом підвищення ефективності всього виробництва ріпаку озимого як комерційної культури.

Загалом, запропоновані рішення можуть бути впроваджені в типовому господарстві Лісостепу без необхідності складних інвестицій, забезпечуючи стабільнішу врожайність, кращу якість насіння, вищу рентабельність та кращу енерговіддачу культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік. Олійні культури: ріпак озимий. — К.: Мінагрополітики України, 2025. — 212 с.
2. Методичні рекомендації з вирощування ріпаку озимого в умовах Лісостепу України / за ред. Іванюка П.М. — Київ: ІАЕ НААН, 2022. — 54 с.
3. Технологічний регламент вирощування ріпаку озимого в господарствах Лісостепу України. — К.: НААН України, 2023. — 32 с.
4. Календарні строки виконання основних агротехнічних операцій у ріпаку озимому. Відомчі рекомендації Мінагрополітики України. — К., 2023. — 18 с.
5. Дані метеорологічної станції м. Тернопіль за 2022–2024 рр.: температурний режим, сума опадів, показники промерзання ґрунту. — Тернопіль: Укргідрометцентр (Тернопільська філія), 2024. — 17 с.
6. Виробнича характеристика господарства ТОВ «Степ»: структура землекористування, технічне забезпечення, структура посівних площ, технологічні карти вирощування ріпаку озимого. — Внутрішній документ ТОВ «Степ». — Тернопільський р-н, Тернопільська обл., 2024. — 26 с.
7. Звіт ТОВ «Степ» про результати вирощування ріпаку озимого в 2023–2024 рр.: урожайність, якість насіння, собівартість, валовий дохід. — Тернопільський р-н, 2024. — 19 с.
8. Картка польового дослід з ріпаком озимим на полі №___ ТОВ «Степ»: схема варіантів, умови проведення, кратність і дози позакореневого внесення бору. — Тернопільська обл., 2024. — 11 с.
9. Банніков О.В., Ковальчук Л.С. Ріпак озимий: біологія, технологія вирощування, економіка. — Вінниця: Нова Книга, 2021. — 196 с.

10. Література кафедри землеробства та гербології щодо інтенсивної технології вирощування ріпаку озимого: структура врожаю, регламенти удобрення та захисту. — Тернопіль: ЗВО аграрного профілю, 2022. — 48 с.
11. Біологічні особливості ріпаку озимого (*Brassica napus* L.) та формування його продуктивності / навч.-метод. посібник / за ред. Коломійця С.В. — Харків: ХНАУ, 2020. — 72 с.
12. Вергунов В.А., Балюк С.А. Удобрення сільськогосподарських культур: макро- і мікроелементи. — К.: Аграрна наука, 2020. — 284 с.
13. Тарасюк О.М. Позакореневе підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. — Київ: Урожай, 2019. — 112 с.
14. Роль бору в живленні ріпаку озимого та інших капустяних культур / наук.-практ. бюлетень. — Ін-т землеробства НААН. — Чабани, 2021. — Вип. 17. — 28 с.
15. Сіренко О.В. Мікроелементи в технології інтенсивного землеробства. — Дніпро: Агротех, 2022. — 64 с.
16. Проценко І.Ю. Фізіологія живлення ріпаку озимого: формування генеративних органів і вміст олії. — К.: НУБіП України, 2021. — 138 с.
17. Вплив бору на ріст і розвиток ріпаку озимого / Методичний лист для агрономів виробництва. — Львів: Західний аграрний консультаційний центр, 2023. — 14 с.
18. Зінченко О.І., Шевченко І.В., Гончаренко В.М. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. — К.: Аграрна освіта, 2022. — 528 с.
19. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / за ред. Медведєва В.В. — Харків: Еспада, 2020. — 624 с.
20. Кучеренко М.П., Дяченко П.Й. Інтенсивні технології вирощування олійних культур: ріпак, соняшник, соя. — Кіровоград: КОД, 2021. — 176 с.

- 21.Коваленко Г.О. Система удобрення озимого ріпаку на чорноземах Лісостепу. — Полтава: ПДАА, 2022. — 58 с.
- 22.Система інтегрованого захисту ріпаку озимого від бур'янів, хвороб і шкідників / Методичні рекомендації. — К.: ІЗР НААН, 2022. — 43 с.
- 23.Гербіцидний, фунгіцидний та інсектицидний захист ріпаку озимого в період бутонізації – цвітіння / Практичні поради для виробництва. — Тернопіль: КонсалтАгро, 2023. — 21 с.
- 24.Техніка безпеки при роботі з обприскувачами, приготуванні бакових сумішей і внесенні мікродобрив / Галузеві правила охорони праці в рослинництві. — К.: Мінагрополітики України, 2022. — 37 с.
- 25.Правила екологічної безпеки під час застосування пестицидів і агрохімікатів у сільському господарстві. — Офіц. вид. Мінагрополітики України. — К., 2021. — 28 с.
- 26.Енергетична ефективність технологій вирощування ріпаку озимого в умовах Лісостепу України / Аналітичний огляд / НААН України. — К.: Центр енергетичного балансу АПК, 2022. — 33 с.
- 27.Біоенергетична оцінка технологій вирощування олійних культур: методичні підходи до розрахунку енергетичних витрат і виходу енергії врожаю / Метод. рек. — К.: УААН, 2020. — 25 с.
- 28.Показники енергетичної ефективності у виробництві біопаливної сировини (ріпак, ріпакова олія, біодизель) / Аналіт. записка. — Львів: Інститут енергетики АПК, 2021. — 19 с.
- 29.Гудзенко В.М. Економіка рослинництва: методика розрахунку собівартості та рентабельності культур. — К.: Центр агроєкономіки, 2021. — 146 с.
- 30.Методика визначення економічної ефективності технологічних заходів у рослинництві / за ред. Мельника Л.В. — Полтава: ПДАУ, 2020. — 52 с.

- 31.Костюк С.В. Економічна оцінка впливу мікроелементів на продуктивність ріпаку озимого. — Економіка АПК. — 2022. — №4. — С. 41–47.
- 32.Статистичні матеріали щодо цін реалізації насіння ріпаку на внутрішньому ринку України (2023–2024 рр.). — Тернопіль: аналітичний відділ ТОВ «Степ», 2024. — 7 с.