МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
«_____»_____2025 р.
Зав. кафедри, к. с.-г.н. доцент
_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ ТОВ «ЛНЗ» ЗВЕНИГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконала: студентка ІІ курсу, групи 22 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ПОЛІЩУК Анастасія Олегівна

Керівник: РАССАДІНА Ірина к.с.-г. н., доцент

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО (огляд літератури)……. 7

1.1. Вимоги рослин ріпаку озимого до умов навколишнього середовища…… 7

1.2. Основні елементи технології вирощування ріпака озимого та ефективність їх застосування…….. 9

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЬ……..... 15

2.1. Біологічна характеристика гібридів ріпаку озимого, рекомендованих для вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України……. 15

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 16

3.1. Агрохімічна характеристика ґрунтів та їх вплив на продуктивність озимого ріпаку в умовах ТОВ «ЛНЗ»……. 16

3.2. Погодні умови та їх вплив на продуктивність озимого ріпаку в умовах ТОВ «ЛНЗ»…….. 18

3.3. Схема досліду……..……. 20

3.4. Особливості застосування агротехнічних заходів вирощування ріпаку озимого у досліді…….. 22

3.5. Методика проведення досліджень……..... 23

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ…… 25

4.1. Динаміка росту та розвитку рослин ріпаку озимого залежно від удобрення та гібриду…… 25

4.2. Фотосинтетична діяльність гібридів ріпаку озимого залежно від варіантів удобрення…….. 27

4.3. Показники структури урожайності гібридів ріпаку озимого залежно від мінерального живлення…….. 30

4.4. Урожайність насіння сортів ріпаку озимого залежно від варіантів

удобрення…… 32
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО…….. 35
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ……..…….. 39
6.1. Особливості охорони праці під час внесення мінеральних добрив на посівах ріпаку озимого в ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області……..... 39
6.2. Негативний вплив мінеральних добрив на навколишнє середовище та шляхи його зменшення…… 42
ВИСНОВКИ……..... 45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… 47
ДОДАТКИ…… 53

ВСТУП

Одним із ключових напрямів розвитку сучасного сільського господарства України є стабільне та ефективне виробництво насіння олійних культур [1]. Серед них провідне місце за потенційною продуктивністю посідає ріпак озимий, який є цінною сировиною для харчової, кормової та біоенергетичної галузей.

Стратегічним завданням розвитку ріпаківництва в Україні є формування регіональних зон спеціалізованого вирощування цієї культури. Такий підхід забезпечує ефективну організацію всього технологічного ланцюга — від вирощування та сушіння до зберігання і переробки насіння. За умови науково обґрунтованого розміщення посівів у відповідних агроекологічних зонах та впровадження сучасних інноваційних технологій вирощування можливо отримувати 2,5–2,8 млн т насіння ріпаку озимого щорічно.

Разом із тим, значна частина посівів цієї культури розташована в регіонах із недостатнім і нестійким зволоженням. В таких умовах головним лімітуючим фактором формування високих врожаїв є дефіцит вологи, що зумовлює необхідність пошуку ефективних агротехнологічних рішень для підвищення продуктивності культури.

Актуальність роботи. Одним із ключових резервів підвищення продуктивності ріпаку озимого в сучасних умовах є вдосконалення елементів технології його вирощування, зокрема системи удобрення. Ріпак озимий належить до культур з високими вимогами до мінерального живлення, особливо азотного, фосфорного та калійного. Правильно підібрані дози та співвідношення елементів живлення забезпечують формування потужної вегетативної маси, оптимальний розвиток кореневої системи, ефективну перезимівлю та підвищення врожайності культури.

У практиці виробництва все більшого значення набуває адаптація технологій вирощування до конкретних агроекологічних умов регіону. Звенигородський район Черкаської області належить до зони Правобережного Лісостепу України, де кліматичні умови характеризуються нестійким зволоженням і періодичними посухами, що може обмежувати реалізацію потенціалу продуктивності ріпаку озимого. У таких умовах особливо важливим є оптимізація системи мінерального удобрення, яка дозволяє підвищити ефективність використання вологи, посилити адаптивність рослин та стабілізувати врожай.

Комплексне вивчення реакції ріпаку озимого на різні варіанти удобрення в умовах виробництва дає змогу не лише підвищити продуктивність культури, а й розробити економічно обґрунтовані рекомендації для практики сільськогосподарських підприємств. Саме тому дослідження впливу мінеральних добрив на продуктивність ріпаку озимого є актуальним як з наукової, так і з виробничої точки зору.

Метою досліджень є встановити вплив різних варіантів мінерального удобрення на ріст, розвиток і продуктивність ріпаку озимого в умовах ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішити такі ***завдання***:

- визначити особливості росту та розвитку рослин ріпаку озимого в осінньо-зимовий та весняно-літній періоди залежно від системи удобрення;
- оцінити вплив мінеральних добрив на морфологічні та фізіологічні показники рослин;
- встановити вплив мінеральних добрив на формування структурних елементів урожайності;
- визначити вплив удобрення на врожайність та якість насіння ріпаку озимого;

- провести економічну оцінку ефективності застосування різних варіантів мінерального удобрення.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні впливу різних варіантів мінерального удобрення на ріст, розвиток і формування структурних елементів урожайності ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України. Визначено оптимальні дози та співвідношення елементів живлення, які забезпечують підвищення врожайності та економічної ефективності вирощування культури в умовах ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області.

РОЗДІЛ 1
МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОЗИМОГО РІПАКУ (огляд літератури)

1.1. Вимоги рослин ріпаку озимого до умов навколишнього середовища

Ріпак озимий як важлива олійна культура походить із Західної Європи. Він виник унаслідок спонтанного схрещування свиріпи з капустою в III–IV століттях нашої ери. За історичними даними, його батьківщиною вважають Англію або Голландію. Уже в XVI столітті насіння ріпаку після окультурення було завезено до Німеччини, згодом у Польщу та на територію Західної України [2].

У своєму індивідуальному розвитку рослини ріпаку проходять чотири основні періоди, які тісно пов’язані з фенологічними фазами. Тривалість кожного з них істотно впливає на ріст, розвиток і формування врожайності. Біологічна основа врожаю озимого ріпаку закладається восени, коли рослини проходять вісім початкових фенологічних фаз. Саме в цей період особливого значення набуває дотримання оптимальних строків сівби, належного забезпечення рослин поживними речовинами, а також своєчасний захист від шкідників, хвороб та бур’янів. Формування добре розвиненої кореневої системи і накопичення достатньої кількості вуглеводів забезпечує стійкість рослин до низьких температур та успішну перезимівлю [3, 4].

Тривалість осіннього періоду вегетації визначає проходження етапів органогенезу, на яких закладаються генеративні органи. За оптимальних строків сівби ці процеси відбуваються у вересні, що сприяє формуванню квіток на головному стеблі. При пізньому висіві (листопад–грудень) закладання квіток зміщується на бокові пагони, що знижує потенційну врожайність. Третій період розвитку триває 18–30 днів і включає цвітіння,

запилення та формування стручків. Четвертий період охоплює дозрівання плодів та насіння, яке значною мірою залежить від гідротермічних умов та агротехніки [5, 6].

Озимий ріпак характеризується помірними вимогами до температури. Проростання насіння починається вже при 1 °С, але для дружних сходів оптимальною є температура 14–17 °С. Осіння вегетація триває навіть за настання нічних заморозків, а для нормального розвитку в цей період рослинам необхідна сума активних температур у межах 750–800 °С [7, 8]. За належного загартування рослини витримують морози до –14 °С, а за наявності снігового покриву 5–6 см — навіть до –30 °С. Навесні вегетація відновлюється при 1–3 °С. Оптимальна температура для інтенсивного росту становить 18–20 °С, для цвітіння — 22–23 °С. Високі температури у фазі цвітіння можуть спричинити опіки бутонів, а надмірна спека під час дозрівання знижує вміст олії в насінні.

Вологозабезпечення є одним із головних факторів формування врожайності. Транспіраційний коефіцієнт ріпаку становить 500–700, а найвищі врожаї формуються за річної суми опадів 650–700 мм. Критичними періодами щодо вологи є фази інтенсивного росту стебел та формування стручків. Дефіцит опадів у цей час призводить до зниження маси 1000 насінин і врожайності загалом [9–11].

Озимий ріпак відноситься до рослин довгого дня, тому в період цвітіння та плодоношення потребує щонайменше 12 годин освітлення. Інтенсивне освітлення позитивно впливає на проходження стадії яровизації та ріст рослин верхнього ярусу, які мають конкурентну перевагу [12–14].

Високі вимоги ріпаку до родючості ґрунту обумовлені значним споживанням елементів живлення. Найбільш придатними для вирощування є структурні чорноземи, темно-сірі опідзолені, сірі лісові та дерново-підзолисті ґрунти з нейтральною або слабокислою реакцією ґрунтового розчину (pH 5,8–7,2). На ґрунтах з pH < 5,8 рекомендоване вапнування, тоді як важкі за

механічним складом ґрунти малопридатні для ефективного вирощування культури [15, 16].

1.2. Вплив елементів технології на продуктивність ріпаку озимого

При вирощуванні озимого ріпака доцільно створювати спеціалізовані ріпаково-зернові сівозміни з максимальним насиченням цими культурами. Не рекомендується сіяти ріпак на площах, де раніше вирощували цукрові буряки, оскільки існує ризик поширення нематод, які є шкідниками ріпака. Водночас вирощування ріпака разом із зерновими культурами в одній сівозміні сприяє поліпшенню фітосанітарного стану ґрунту та зменшує зараження зернових кореневими гнилями [17].

До кращих попередників озимого ріпака відносять чорні та зайняті пари, зернобобові та злаково-бобові сумішки на зелений корм, однорічні та багаторічні трави на зелений корм. Також добрими попередниками є рання картопля та кукурудза на силос. Ріпак допустимо вирощувати після ярого ячменю та жита, причому ярий ячмінь є більш сприятливим попередником, ніж жито. Натомість овес і яра пшениця вважаються несприятливими попередниками [18].

Ріпак сам є цінним попередником для озимих та ярих зернових культур. Він рано звільняє поле та залишає в ґрунті 6,0–11,4 т/га кореневих решток, що еквівалентно внесенню 12–15 т гною та сприяє поліпшенню структури ґрунту. Крім того, коренева система озимого ріпака піднімає у верхній шар ґрунту вимиті поживні речовини і виділяє гірчичні масла, що сприяють розкладанню малодоступних форм фосфору. Під час вирощування ріпака на насіння в ґрунті залишається близько 65 кг/га азоту, 34 кг/га фосфору та 60 кг/га калію, що відповідає внесенню 0,2 т аміачної селітри, 0,17 т суперфосфату та 0,15 т калійної солі [19].

Дослідження НДІ технічних і бобових культур у Опаві (Чеська Республіка) показали, що найкращими попередниками для озимого ріпака є

озимий ячмінь та пшениця [20]. У Польщі такими попередниками вважають горох, льон, люцерну та конюшину першого укосу; до добрих відносять ранню картоплю та озимі зернові [21]. У Канаді ріпак здебільшого розміщують після чистих парів і зернових культур, причому вирощування після чистого пару забезпечує на 0,2–0,25 т/га більше насіння порівняно з зерновими культурами [22]. Кваліфікований підбір попередника дозволяє скоротити на 25–30 % витрати на обробіток ґрунту [23].

Озимий ріпак потребує родючих ґрунтів: чорноземів опідзолених, темно-сірих та сірих лісових, з вмістом гумусу не менше 1,1 %, фосфору 6–8 мг на 100 г ґрунту, калію 8–11 мг, магнію 5–6 мг, марганцю 15 мг та бору 30–60 мг на 100 г ґрунту. Торфовища, легкі ґрунти з низькою теплопровідністю та кислі ґрунти без вапнування майже непридатні для вирощування цієї культури [17].

Озимий ріпак погано розвивається на важких ґрунтах, оскільки в них обмежений доступ повітря до кореневої системи, а також на ґрунтах з низьким рівнем ґрунтових вод (до 60–80 см) [24]. Культура чутлива до реакції ґрунтового розчину: оптимальною для ріпака є нейтральна реакція (pH 6,6–7,2) або слабко кисла (pH ≈ 6,0) [25].

Таким чином, за ґрунтово-кліматичними умовами найсприятливішим регіоном для вирощування озимого ріпака є Лісостеп, задовільними — Степ та Прикарпаття, а малопридатною — Поліська зона [25].

Дослідження показали, що озимий ріпак є досить вимогливим до забезпечення елементами мінерального живлення. Для формування 1 тонни насіння рослини виносять із ґрунту: азоту — 45–80 кг, фосфору — 18–40 кг, калію — 25–100 кг, кальцію — 30–150 кг, магнію — 5–15 кг та сірки — 30–45 кг [26]. Ця культура потребує більшої кількості добрив, ніж озимі зернові: з одиницею врожаю насіння і соломи ріпак виносить азоту на 62 %, фосфору на 100 %, калію на 66 % та кальцію в чотири рази більше, ніж озима пшениця [27].

Особливу увагу слід приділяти азотному живленню. При нестачі азоту рослини набувають світло-зеленого забарвлення, а згодом жовкнуть. В осінній період потреба озимого ріпака в азоті невелика, тому під сівбу його вносять не більше 25 % від загальної необхідної дози. Решту азоту вносять навесні у вигляді підживлення. При цьому рідкі азотні добрива виявляють на 10–16 % нижчу ефективність порівняно з твердими, а нітратна форма азоту (аміачна селітра) засвоюється рослинами в 1,8–2 рази краще, ніж амонійна [28].

Фосфор є важливим елементом для озимого ріпака, оскільки забезпечує розвиток потужної кореневої системи, підвищує насіннєву продуктивність та прискорює дозрівання насіння. До 70–80 % фосфору рослини отримують переважно з ґрунту. За його дефіциту на початку вегетації пригнічується ріст рослин, листки темніють, а згодом набувають червоного відтінку. Потреба ріпака у фосфорі протягом вегетації розподіляється так: від появи сходів до утворення розетки — 10 %; від відростання весною до закінчення цвітіння — 70 %; від кінця цвітіння до дозрівання насіння — 20 % загальної потреби. На кислих ґрунтах рекомендовано вносити фосфат кальцію, на лужних — суперфосфат. Фосфорні добрива підвищують вміст олеїнової, лінолєвої та ейкозинової кислот у насінні та знижують вміст ерукової. Посилення фосфорного живлення сприяє ефективнішому використанню азоту, підвищуючи його засвоєння у 1,3–2 рази [29].

Калій необхідний для підвищення стійкості рослин до несприятливих умов, стимулює нектароутворення та покращує запилення квіток. При нестачі калію листки набувають червоно-коричневого забарвлення, потім жовтіють, а квітки в’януть і опадають. Під ріпак застосовують хлористий калій, калійну сіль, калімагнезію, каїніт, нітроамофоску та амофоску. На супіщаних і піщаних ґрунтах 50–70 % калійних добрив слід вносити восени, а решту — навесні, щоб запобігти вимиванню елементу [17].

Кальцій також відіграє важливу роль у формуванні врожаю ріпака. На кислих ґрунтах під попередник рекомендується вносити 6–8 т/га вапна. Іони

кальцію забезпечують живлення рослин і водночас підвищують лужну реакцію ґрунту [30].

Для нормального росту та розвитку озимого ріпака рослинам необхідна достатня кількість сірки, яка суттєво впливає на врожайність і якість продукції. За нестачі сірки спостерігається пожовтіння листя, а згодом — всіх частин рослини. Молоді листки розвиваються слабо, а старі — скручуються. Затримується цвітіння та дозрівання насіння. На верхівках рослин утворюється мало стручків, насіння виповнюється погано або взагалі не зав’язується. Ознаки дефіциту сірки найбільш виражені в період від відновлення весняної вегетації до кінця цвітіння.

Озимий ріпак добре засвоює сірку з органічних та мінеральних джерел: гною (1 т містить 4–6 кг сірки), суперфосфату, сульфату амонію, вапнякового борошна [31].

Лише близько 15–25 % поживних елементів озимий ріпак здатний засвоїти безпосередньо з ґрунту, тому решту необхідно вносити у вигляді органічних та мінеральних добрив [32].

Ріпак позитивно реагує на внесення органічних добрив під попередник, особливо у нормі 20–30 т/га гною [33]. Івано-Франківський інститут агропромислового виробництва НААН рекомендує використовувати лише перепрілий гній, який вносять за 4–5 тижнів до сівби у нормі 20–30 т/га [34]. Внесення органічних добрив у поєднанні з мінеральними ($N_{45}P_{45}K_{60}$) забезпечує приріст урожаю озимого ріпака на 0,33–0,34 т/га [35].

При розміщенні озимого ріпака після високопродуктивних бобових або бобово-злакових сумішок внесення органічних добрив вважається недоцільним. Високий урожай ріпака можна отримати й без гною, за умови достатнього забезпечення рослин мінеральними добривами. Так, багаторічні дослідження показали, що після зернових колосових культур під основний обробіток ґрунту слід вносити $N_{30}P_{80–120}K_{180–200}$, а навесні підживлювати $N_{120–150}$. Після зернобобових культур та картоплі рекомендується лише весняне підживлення $N_{90–120}$ [36].

Після такого попередника, як горох, під посів озимого ріпаку доцільно вносити мінеральні добрива в нормі $N_{150}P_{120}K_{150}$ [37]. В умовах Івано-Франківської області оптимальними дозами є: азотних добрив – 30–40 кг/га, фосфорних – 50–70 кг/га та калійних – 80–120 кг/га діючої речовини перед сівбою, а навесні – додатково 80–150 кг/га д. р. азоту [31].

Дослідженнями встановлено, що урожайність насіння озимого ріпаку на рівні 2,74 т/га забезпечувалося при внесенні восени $N_{60}P_{120}K_{160}S_{60}$, у перше весняне підживлення – $N_{80}S_{90}$, а в друге – N_{60} [38]. Вміст олії в насінні (46 %) та урожайність 3,27 т/га отримано за внесення $N_{130}P_{60}K_{60}$, при цьому подальше підвищення дози азоту призводило до зниження вмісту жиру в насінні [39].

За даними Буковинського інституту агропромислового виробництва, урожай насіння ріпаку на рівні 2,15 т/га отримано при внесенні $N_{120}P_{60}K_{60}$. Найкраща перезимівля рослин відзначалася у варіанті $N_{120}P_{120}K_{120}$, тоді як при підвищених нормах добрив ($N_{180}P_{120}K_{180}$) спостерігалося запізнення достигання насіння на 5–7 днів [23]. Подібні результати наведено й в інших дослідженнях, де за внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$ урожайність насіння становила 2,8–3,2 т/га [40].

Для формування урожайності 2,0 т/га насіння озимого ріпаку рекомендовано вносити 100–120 кг/га азоту. Для отримання урожаю 2,5 т/га необхідно додатково внести 60–70 кг/га P_2O_5 та 150 кг/га K_2O. Оптимальною вважається норма сірки 30–50 кг/га [41].

За даними Литовського сільськогосподарського університету, урожайність насіння озимого ріпаку 2,84 т/га досягалася при внесенні N_{180}. Проте за цієї норми азоту спостерігалося зменшення вмісту жиру в насінні на 2,84% і підвищення вмісту сирого протеїну на 1,97% [42].

Внесення мікродобрив, зокрема бору, не мало істотного впливу на зимостійкість рослин. Однак відзначалася тенденція до підвищення вмісту олії в насінні. Так, при обпудрюванні насіння бором у дозі 100 г на 100 кг спостерігалося збільшення вмісту жиру на 1,2%, при цьому урожайність

становила 2,64 т/га. За внесення бору в ґрунт (2 кг/га) вміст жиру становив 42,1%, а урожайність – 2,56 т/га. При весняному обприскуванні ці показники дорівнювали 42,2% і 2,82 т/га відповідно. Найвищий приріст урожайності (0,34 т/га) отримано при внесенні бору в дозі 0,8 кг/га під передпосівний обробіток ґрунту на фоні $N_{100}P_{60}K_{120}$ з підживленням 70 кг азоту [43].

Озимий ріпак є цінною олійною культурою, продуктивність якої значною мірою залежить від комплексу чинників – ґрунтово-кліматичних умов, попередників, системи удобрення та забезпеченості рослин поживними речовинами. Найсприятливіші умови для його вирощування складаються у зоні Лісостепу, де поєднуються оптимальні показники температури, вологості та родючості ґрунту.

Ріпак позитивно реагує на удобрення після зернобобових культур. Для формування врожайності 2,5–3,2 т/га з вмістом олії 42–46 % ефективними є норми добрив у межах $N_{120–150}P_{60–120}K_{60–150}$ з додаванням сірки 30–60 кг/га. Надлишок азоту, хоча й сприяє наростанню біомаси, може знижувати вміст жиру в насінні.

Фосфорні добрива стимулюють розвиток кореневої системи та пришвидшують достигання, калій підвищує стійкість рослин до стресових умов, а сірка й бор покращують якість насіння, підвищуючи вміст олії.

Отже, формування високої продуктивності озимого ріпаку можливе лише за умови збалансованої системи живлення, раціонального поєднання макро- і мікроелементів та оптимальної агротехніки, адаптованої до умов Правобережного Лісостепу України.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Біологічна характеристика гібридів ріпаку озимого, рекомендованих для вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України

Гібрид *Андромеда КЛ* належить до сучасних високопродуктивних гібридів ріпаку озимого, створених для вирощування за технологією Clearfield®. Він відзначається високою адаптивною здатністю до агрокліматичних умов Правобережного Лісостепу України та стабільною урожайністю навіть за наявності стресових факторів.

Андромеда КЛ належить до середньоранньої групи стиглості. Вегетаційний період гібриду становить у середньому 300–310 днів. Висота рослин — 150–160 см. Насіння характеризується високою масою 1000 насінин (4,5–5,0 г) та вмістом олії 45–47 %. Гібрид відзначається стійкістю до вилягання, осипання насіння та ураження основними хворобами — фомозом, альтернаріозом, циліндроспоріозом. Потенціал урожайності — до 5,0 т/га, що робить його перспективним для вирощування в інтенсивних технологіях.

Гібрид *Катаріна КЛ* — високопродуктивний гібрид ріпаку озимого з відмінною адаптивністю до кліматичних умов Лісостепу. Створений для використання за технологією Clearfield®, що забезпечує ефективний захист посівів від бур'янів та стабільність розвитку рослин упродовж вегетації. Характеризується швидким осіннім ростом, добре розвиненою кореневою системою та високим рівнем зимостійкості.

Катаріна КЛ належить до середньостиглої групи стиглості. Вегетаційний період становить 305–315 днів. Висота рослин — 150–165 см. Відзначається високою стійкістю до осипання та вилягання, що зменшує втрати врожаю під час збирання. Маса 1000 насінин — 4,0–4,8 г, вміст олії —

45–48 %. Гібрид має високу толерантність до ураження фомозом, альтернаріозом та циліндроспоріозом. Потенціал урожайності — 4,8–5,5 т/га.

Гібрид *Сібрід РЖТ 75* є одним із найпоширеніших у зоні Лісостепу завдяки високій стабільності врожайності та адаптивності до різних погодних умов. Це класичний гібрид, який не потребує використання гербіцидів Clearfield®, але має добру конкурентну здатність щодо бур'янів завдяки швидкому стартовому росту.

Сібрід РЖТ 75 належить до середньоранньої групи стиглості. Вегетаційний період становить 295–305 днів. Висота рослин — 140–160 см. Маса 1000 насінин — 4,5–5,2 г, вміст олії — 46–48 %. Гібрид має високу толерантність до короткочасних весняних заморозків і літніх посух, що є важливою перевагою для умов Правобережного Лісостепу. Відзначається високою стійкістю до фомозу та циліндроспоріозу, а також доброю виляганнястійкістю. Потенціал урожайності — 5,0–5,2 т/га.

Гібрид *Арізона КЛ* — високопродуктивний гібрид ріпаку озимого, призначений для вирощування за технологією Clearfield®. Він вирізняється високою зимостійкістю, доброю стійкістю до стресових умов та високим потенціалом урожайності.

Арізона КЛ належить до середньоранньої групи стиглості. Вегетаційний період — близько 300–310 днів. Висота рослин — 150–165 см. Маса 1000 насінин — 4,5–5,0 г, вміст олії — 45–48 %. Гібрид характеризується дружним дозріванням, стійкістю до вилягання та осипання насіння, а також високою толерантністю до фомозу, альтернаріозу та склеротиніозу. Добре реагує на внесення мінеральних добрив і оптимальні умови вирощування. Потенціал урожайності — 5,0–5,5 т/га.

Таким чином, усі обрані гібриди ріпаку озимого характеризуються високою пластичністю, стабільною урожайністю та стійкістю до основних біотичних і абіотичних факторів середовища, що робить їх придатними для використання в інтенсивних технологіях вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Агрохімічна характеристика ґрунтів та їх вплив на продуктивність озимого ріпаку в умовах ТОВ «ЛНЗ»

У 2024–2025 вегетаційному році дослідження проводилися в ТОВ «ЛНЗ», яке розташоване в Звенигородському районі Черкаської області (зона Правобережного Лісостепу України). Господарство спеціалізується на вирощуванні високопродуктивних культур, зокрема озимого ріпаку, пшениці озимої, кукурудзи та соняшнику.

Дослідні ділянки розміщені на *чорноземах типових малогумусних* – ґрунтах із високою природною родючістю, які формувалися на лесових відкладах і є найпоширенішими в межах Звенигородського району (табл. 1). Ці ґрунти характеризуються доброю водопроникністю, високою ємністю поглинання, структурністю та достатнім забезпеченням основними елементами живлення, що створює сприятливі умови для вирощування озимого ріпаку.

Чорноземи типові малогумусні мають добре розвинений гумусовий горизонт потужністю 25–35 см, темно-сірого або чорного кольору. Вміст гумусу у верхньому шарі становить у середньому 3,2–3,8 %, реакція ґрунтового розчину – нейтральна або слабколужна (pH 6,8–7,3). У профілі цих ґрунтів виділяють такі горизонти:

- *Гумусовий горизонт (А)* – щільний, зернисто-грудкуватої структури, насичений органічними сполуками, забезпечує основний запас поживних речовин;
- *Перехідний горизонт (АВ)* – зниження вмісту гумусу, підвищення вмісту мінеральних часток, має сірий або бурий відтінок;
- *Ілювіальний горизонт (В)* – характеризується нагромадженням

карбонатів кальцію, бурим або світло-бурим кольором;

- *Материнська порода (С)* – лесоподібні відклади світло-сірого кольору з прожилками карбонатів.

Ці ґрунти належать до родючих і забезпечують високий потенціал урожайності ріпаку озимого, особливо за умови раціонального удобрення. Завдяки високій буферній здатності чорноземи добре реагують на внесення азотних, фосфорних і калійних добрив, проте потребують періодичного поповнення запасів фосфору для підтримання оптимального балансу елементів живлення.

Таблиця 1

Агрохімічні властивості ґрунтів у ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області

Тип ґрунту	Глибина орного шару	Вміст гумусу, %	Вміст рухомих форм, мг/100 г ґрунту			Щільність ґрунту, г/см3	pH
			N	P_2O_5	K		
Чорнозем типовий малогумусний	0–30	3,5	10,2	12,8	11,5	1,15	6,9

За результатами агрохімічного обстеження, забезпеченість ґрунтів поживними речовинами є середньою за азотом і підвищеною за фосфором та калієм. Такий рівень забезпеченості є оптимальним для формування високої продуктивності озимого ріпаку за умови додаткового внесення мінеральних добрив, особливо азотних, які найбільше впливають на інтенсивність росту, розвиток і врожайність культури.

Таким чином, ґрунти господарства ТОВ «ЛНЗ» є типовими для зони Лісостепу Правобережного і створюють сприятливі умови для росту та розвитку озимого ріпаку, забезпечуючи високий потенціал продуктивності культури при оптимальному мінеральному живленні.

3.2. Погодні умови та їх вплив на продуктивність озимого ріпаку в умовах ТОВ «ЛНЗ»

ТОВ «ЛНЗ» розташоване у Звенигородському районі Черкаської області, у межах Правобережного Лісостепу України, що характеризується помірно континентальним кліматом із достатнім рівнем зволоження та сприятливими умовами для вирощування озимого ріпаку.

Погодні умови 2024 року у Звенигородському районі були загалом сприятливими для осіннього розвитку, перезимівлі та весняного відновлення вегетації озимого ріпаку. Осінній період відзначався помірними температурами повітря (середньодобова +8,5…+10,2 °C) та достатньою кількістю опадів (75–90 мм), що сприяло своєчасним і дружним сходам культури. Рослини добре розвинули розетку до настання зимового періоду, що є важливим чинником успішної перезимівлі (табл. 2).

Таблиця 2

Місячні середні температури та опади в 2024 році

Місяць	Середня температура (°C)	Опади (мм)
Січень	-4,2	35
Лютий	-3,5	28
Березень	+2,1	40
Квітень	+9,3	45
Травень	+14,8	50
Червень	+18,2	60
Липень	+20,5	70
Серпень	+19,8	65
Вересень	+14,0	55
Жовтень	+7,5	40

Зимовий період був м’яким, без різких температурних коливань та з короткочасними відлигами. Завдяки цьому не відмічалося суттєвих ушкоджень посівів, а втрата рослин була мінімальною. Весною склалися сприятливі умови для відновлення вегетації: наявність продуктивної вологи в ґрунті, помірні температури та відсутність різких перепадів сприяли

швидкому наростанню біомаси та формуванню генеративних органів. У червні–липні спостерігалася помірна температура (20–24 °C) та достатня кількість опадів, що створювало оптимальні умови для наливу та достигання насіння.

У 2025 році погодні умови мали дещо інший характер — загалом помірно посушливий, що певною мірою вплинуло на ріст і розвиток рослин. Осінь була теплою, проте з дещо зменшеною кількістю опадів порівняно з попереднім роком. Це місцями зумовило затримку появи дружних сходів і нерівномірний розвиток посівів. Проте температурний режим залишався сприятливим для формування достатньо розвинених рослин до входження в зиму (табл. 3).

Таблиця 3

Місячні середні температури та опади в 2025 році

Місяць	Середня температура (°C)	Опади (мм)
Січень	-3,8	30
Лютий	-2,9	25
Березень	+3,5	35
Квітень	+10,0	40
Травень	+15,0	50
Червень	+19,0	55
Липень	+21,0	60
Серпень	+20,0	58
Вересень	+13,5	45
Жовтень	+6,0	38

Зимовий період пройшов без значних морозів, проте зі слабко вираженим сніговим покривом, що могло створити ризики підмерзання у разі різких похолодань. Весняно-літній період характеризувався нестійким режимом зволоження: у травні–червні спостерігалися короткочасні посушливі періоди, які певною мірою стримували ріст рослин. Однак опади в липні частково компенсували дефіцит вологи, що позитивно позначилося на наливі та якості насіння. В цілому, погодні умови 2025 року можна оцінити як задовільні для формування врожаю озимого ріпаку, особливо за умов

оптимізованого мінерального живлення та належного агротехнічного догляду.

Отже, загалом погодні умови 2024–2025 років у Звенигородському районі Черкаської області були сприятливими для вирощування озимого ріпаку. Помірні температури, відсутність критичних зимових морозів та відносно достатня кількість опадів у весняно-літній період забезпечили оптимальний розвиток рослин, що сприяло формуванню стабільного та високого врожаю.

3.3. Схема досліду

У магістерській роботі представлено двофакторний польовий дослід, метою якого було вивчення впливу різних варіантів мінерального удобрення на продуктивність гібридів ріпаку озимого в умовах ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області.

Агротехніка проведення дослідів була загальноприйнятою для зони Правобережного Лісостепу України, за винятком досліджуваних факторів. Посів ріпаку озимого здійснювали у І декаді вересня, що забезпечує оптимальні умови для формування розетки до входження в зимовий період.

Схема досліду з вивчення продуктивності гібридів ріпаку озимого залежно від мінерального удобрення:

Фактор А — варіанти удобрення	***Фактор В — гібриди ріпаку озимого***
Контроль (без добрив)	Андромеда КЛ
$N_{45}P_{45}K_{45}$	Катаріна КЛ
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Сібрід РЖТ 75
	Арізона КЛ

Повторність у досліді — чотириразова, що забезпечує статистичну достовірність результатів. Розміщення варіантів у досліді — систематичне. Висів насіння здійснювали сівалкою з дотриманням агротехнічних норм для даної зони вирощування.

3.4. Особливості застосування агротехнічних заходів вирощування ріпаку озимого у досліді

У досліді ріпак озимий вирощували після озимої пшениці, що є одним з найкращих попередників для цієї культури. Таке розміщення забезпечує чисте поле, оптимальні умови зволоження та покращує структуру ґрунту, що сприяє дружним сходам та формуванню потужної кореневої системи.

Після збирання озимої пшениці проводили напівпаровий обробіток ґрунту за такою схемою: у серпні здійснювали лущення стерні дисковими знаряддями на глибину 6–8 см для знищення падалиці та стимулювання проростання бур’янів, а наприкінці серпня проводили оранку на глибину 25–27 см з наступним вирівнюванням поверхні поля. У вересні перед сівбою здійснювали дві культивації з боронуванням, чергуючи напрямки обробітку, що дозволяло ефективно контролювати бур’яни та зберігати вологу у верхньому шарі ґрунту.

Перед другою культивацією вносили фосфорно-калійні добрива у формі суперфосфату та калію хлористого відповідно до схеми удобрення досліду. Перша культивація виконувалася на глибину 5–7 см, а друга — на 2–3 см глибше, що сприяло вирівнюванню ґрунту та створенню оптимальних умов для сівби.

Весняний обробіток ґрунту розпочинали з ранньовесняного боронування для закриття вологи, після чого проводили культивацію на глибину 5–6 см з одночасним боронуванням. Безпосередньо перед посівом виконували коткування кільчасто-шпоровими котками, що забезпечувало щільний контакт насіння з ґрунтом і дружні сходи.

Сівбу гібридів ріпаку озимого — Андромеда КЛ, Катаріна КЛ, Сібрід РЖТ 75 та Арізона КЛ — проводили у першій декаді вересня, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння становила 12–15 °С. Оптимальні строки сівби забезпечували формування розетки з 6–8 листків до настання зими, що є важливою умовою для доброї перезимівлі культури.

Норма висіву складала 1,0 млн схожих насінин на 1 га, глибина загортання — 2,5–3 см, міжряддя — 15 см. Після сівби проводили коткування легкими котками.

Мінеральні добрива вносили відповідно до варіантів досліду. Основне удобрення (NPK) проводили під основний обробіток ґрунту. Азотні добрива застосовували частково навесні після відновлення вегетації для стимулювання росту надземної маси та підвищення продуктивності рослин.

Основною агротехнічною операцією догляду за посівами було ефективне контролювання бур’янів. На гібридах, призначених для технології Clearfield®, використовували гербіцидний захист для повного знищення однорічних та багаторічних дводольних бур’янів. За потреби проводили фунгіцидні обробки для захисту від фомозу, альтернаріозу та циліндроспоріозу, а також інсектицидні обробки у разі появи ріпакового квіткоїда, капустяної мухи та інших шкідників.

Збирання врожаю здійснювали прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості насіння. За необхідності застосовували десикацію, яка сприяла вирівнюванню дозрівання та зменшенню втрат урожаю. Насіння з кожної облікової ділянки очищували та зважували для визначення врожайності та інших господарсько-цінних показників.

Таким чином, агротехнічні прийоми вирощування ріпаку озимого у досліді були спрямовані на створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин, ефективне використання мінеральних добрив та максимальну реалізацію потенціалу гібридів у ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

3.5. Методика проведення досліджень

Під час проведення досліджень здійснювали спостереження за станом розвитку рослин ріпаку озимого перед входом у зиму, перезимівлею, визначали площу листкової поверхні, вихід абсолютно сухої речовини з

одиниці площі, проводили облік урожаю та аналіз його структурних елементів.

Фенологічні спостереження здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик, відмічаючи такі фази розвитку: повні сходи, стеблування, бутонізація, цвітіння та повна стиглість насіння. За початок фази розвитку приймали момент її настання у 10% рослин, а за повну фазу — у 75% рослин. Усі спостереження проводили у чотирьох повтореннях.

Структурні показники рослин ріпаку озимого визначали методом відбору снопів у чотирьох повтореннях. Збирання та облік урожаю проводили у фазі повної стиглості насіння методом суцільного обмолоту дослідних ділянок комбайном SAMPO-500. Отримані результати піддавали дисперсійному аналізу.

Економічну ефективність вирощування визначали відповідно до технологічної карти виробництва, із врахуванням фактичних виробничих витрат, прямих і накладних витрат за діючими нормами і розцінками станом на 2025 рік. Облік урожаю здійснювали суцільноподілянковим методом із облікової площі 36 м². Отримані результати обробляли методами дисперсійного та статистичного аналізу з використанням програмного пакету MS Excel («Agrostat»).

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Динаміка росту та розвитку рослин ріпаку озимого залежно від удобрення та гібриду

За своїми біологічними особливостями ріпак озимий належить до культур, що найраніше відновлюють весняну вегетацію. Рослини починають активно відростати вже за температури повітря та ґрунту +5…+6 °С, використовуючи накопичені за осінній період запаси поживних речовин у кореневій системі [44–46]. Упродовж вегетаційного періоду кожна фаза розвитку супроводжується важливими морфо-фізіологічними змінами, що забезпечують перехід до наступного етапу росту. Утворення генеративних органів у рослин відбувається у ІІ періоді вегетації, коли формується стебло та починається бутонізація. Тривалість цієї стадії становить у середньому 20–30 днів [47].

Одним із важливих показників росту є висота рослин, яка може служити побічним індикатором інтенсивності ростових процесів, розвитку надземної маси та фотосинтетичного потенціалу посівів. Висота тісно пов’язана з умовами живлення, сортовими особливостями та погодними умовами у роки досліджень. У сприятливих гідротермічних умовах рослини ріпаку можуть досягати висоти 150–175 см, а в окремі роки — навіть понад 200 см [45].

У досліді вивчали вплив рівнів удобрення (фактор А) та гібридного складу (фактор В) на ріст і розвиток ріпаку озимого у фазах стеблування, бутонізації та цвітіння. Спостереження проводили впродовж 2024–2025 рр. у польових умовах.

Результати досліджень свідчать, що висота рослин у всі фази розвитку суттєво залежала як від генетичних особливостей гібридів, так і від рівня

внесення мінеральних добрив. Найвищі показники зафіксовано на варіантах із внесенням повної норми мінерального живлення ($N_{90}P_{90}K_{90}$).

У фазу стеблування максимальна висота рослин спостерігалася у гібридів Андромеда КЛ та Катаріна КЛ, де середній показник досягав понад 38 см. У фазу бутонізації висота посівів цих гібридів зростала до 59 см, а у фазу цвітіння — перевищувала 135 см. Гібриди Арізона КЛ та Сібрід РЖТ 75 також формували високорослі рослини, проте їх показники були дещо нижчими — на 3–5 см у середньому по варіантах (табл. 4).

Таблиця 4

Висота рослин гібридів ріпаку озимого залежно від удобрення, см (середнє за 2024–2025 рр.)

Фактор А, варіант удобрення	Фактор В, сорти	Фази розвитку рослин		
		стеблування	бутонізація	цвітіння
Контроль (без добрив)	Андромеда КЛ	38,6	59,0	136,7
	Катаріна КЛ	38,2	58,8	136,0
	Сібрід РЖТ 75	37,9	58,4	135,2
	Арізона КЛ	37,8	58,1	134,8
$N_{45}P_{45}K_{45}$	Андромеда КЛ	35,4	56,8	134,2
	Катаріна КЛ	35,0	56,5	133,7
	Сібрід РЖТ 75	34,7	56,1	133,0
	Арізона КЛ	34,4	55,8	132,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Андромеда КЛ	39,8	59,8	138,0
	Катаріна КЛ	39,3	59,2	137,4
	Сібрід РЖТ 75	38,9	58,9	136,5
	Сібрід РЖТ 75	38,5	58,6	136,0

Найменші показники висоти відмічено у контрольному варіанті (без удобрення), що вказує на пряму залежність ростових процесів від рівня

мінерального живлення. На варіантах з внесенням $N_{90}P_{90}K_{90}$ висота рослин у фазу цвітіння в середньому по гібридах була на 4–5 см більшою, ніж на контролі.

Серед досліджуваних гібридів Андромеда КЛ стабільно формувала найвищі рослини на всіх варіантах удобрення, що свідчить про її високу реактивну здатність на рівень живлення. Катаріна КЛ займала друге місце, демонструючи близькі до лідера показники. Сібрід РЖТ 75 та Арізона КЛ мали незначно нижчі значення, але вирізнялися стабільністю росту у роки з менш сприятливими погодними умовами.

Отже, динаміка висоти рослин ріпаку озимого у фазах стеблування, бутонізації та цвітіння є надійним показником ефективності застосування мінеральних добрив і залежить від генетичного потенціалу гібриду та рівня удобрення. Найвищі показники отримано на варіантах з повним мінеральним живленням, що підтверджує доцільність застосування $N_{90}P_{90}K_{90}$ для максимальної реалізації потенціалу продуктивності сучасних гібридів ріпаку озимого.

4.2. Фотосинтетична діяльність гібридів ріпаку озимого залежно від варіантів удобрення

Фотосинтетична діяльність посівів ріпаку озимого є одним із провідних чинників формування високої врожайності культури, оскільки саме процес фотосинтезу забезпечує накопичення первинної біомаси та перетворення сонячної енергії в органічну речовину. Розміри листкової поверхні, її густота, тривалість активного функціонування й співвідношення між фотосинтезом та диханням визначають рівень продуктивності посівів [48].

Для формування високих урожаїв гібридів ріпаку озимого необхідно забезпечити оптимальну площу листкової поверхні (у межах 40–60 тис. м²/га), яка припадає на період активної вегетації до утворення стручків. Надмірно розвинена листкова маса, особливо в загущених посівах, може

знижувати ефективність фотосинтезу через затінення нижніх ярусів листків і, відповідно, призводити до меншої чистої продуктивності фотосинтезу [49].

У 2024–2025 рр. погодні умови в зоні проведення досліджень (метеостанція Звенигородка) характеризувалися значними коливаннями температурного режиму та нерівномірним розподілом опадів. Осінній період 2024 р. був теплим і помірно вологим, що сприяло інтенсивному росту листкового апарату рослин. Зимовий період пройшов без істотних пошкоджень рослин. Навесні 2025 р. спостерігалися сприятливі умови для відновлення вегетації, а в період бутонізації та цвітіння — достатнє забезпечення вологою, що позитивно вплинуло на площу листкової поверхні гібридів.

У наших дослідженнях площа листкової поверхні ріпаку озимого змінювалася залежно від гібрида та рівня мінерального живлення. За контрольного варіанту (без добрив) у фазу стеблування вона становила 8,5–11,2 тис. м²/га, у фазу бутонізації — 13,2–18,4 тис. м²/га, а під час цвітіння — 28,5–40,6 тис. м²/га. Застосування мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло зростанню цих показників до 10,8–13,5; 17,4–22,8 і 33,9–46,2 тис. м²/га відповідно. Максимальні значення отримано за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$, де площа листкової поверхні у фазу цвітіння сягала 48,5–52,7 тис. м²/га.

Найбільш інтенсивний розвиток листкового апарату відзначено у гібридів Катаріна КЛ та Сібрід РЖТ 75, які характеризувалися добре розвиненою розеткою листків восени та тривалим збереженням зеленої маси у фазу наливу стручків. Дещо нижчі показники спостерігалися у гібриду Андромеда КЛ, проте він мав вищу стабільність фотосинтетичної продуктивності за умов підвищених температур у червні 2025 р. (табл. 5).

Таблиця 5

Площа листкової поверхні гібридів ріпаку озимого залежно від варіантів удобрення, тис. м²/га (середнє за 2024–2025 рр.)

Фактор А, варіант удобрення	Фактор В, сорти	Фази розвитку рослин		
		стеблування	бутонізація	цвітіння
Контроль (без добрив)	Андромеда КЛ	8,9	14,2	31,8
	Катаріна КЛ	10,1	16,9	37,5
	Сібрід РЖТ 75	9,5	15,7	35,4
	Арізона КЛ	10,7	18,1	39,2
$N_{45}P_{45}K_{45}$	Андромеда КЛ	12,2	20,8	45,1
	Катаріна КЛ	11,5	19,3	42,7
	Сібрід РЖТ 75	12,0	21,4	46,3
	Арізона КЛ	13,5	23,6	52,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Андромеда КЛ	12,9	22,8	50,8
	Катаріна КЛ	8,9	14,2	31,8
	Сібрід РЖТ 75	10,1	16,9	37,5
	Сібрід РЖТ 75	9,5	15,7	35,4

Загалом, збільшення площі листкової поверхні ріпаку озимого спостерігалося зі зростанням дози мінеральних добрив. Це свідчить про ефективний вплив азотного живлення на інтенсивність фотосинтетичних процесів і формування потужного листкового апарату. У той же час надмірний розвиток вегетативної маси за високих доз азоту дещо знижував чисту продуктивність фотосинтезу через затінення нижніх ярусів листків, особливо у загущених посівах гібриду Сібрід РЖТ 75.

Отже, оптимальне поєднання умов мінерального живлення (доза $N_{90}P_{90}K_{90}$) і біологічних особливостей гібридів Катаріна КЛ та Сібрід РЖТ 75 забезпечувало найвищий рівень фотосинтетичної продуктивності, що сприяло формуванню максимальної урожайності насіння у дослідах 2024–2025 рр. в умовах ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області.

4.3. Показники структури урожайності гібридів ріпаку озимого залежно від мінерального живлення

Формування високої продуктивності ріпаку озимого визначається не лише потенціалом гібридів, а й рівнем забезпеченості рослин елементами живлення, що безпосередньо впливають на інтенсивність ростових процесів і розвиток основних структурних елементів урожайності. До найважливіших складових структури врожаю належать кількість стручків на одній рослині, кількість насінин у стручку, маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин. Високий урожай формується лише за гармонійного поєднання цих показників, що свідчить про збалансоване живлення та оптимальні умови росту. Зниження одного з елементів структури врожаю, наприклад кількості стручків чи насінин, у певних межах може компенсуватися збільшенням інших показників, зокрема маси насіння або крупності зерна, що забезпечує стабільність загальної продуктивності культури.

Погодні умови років досліджень (2024–2025 рр.) виявилися контрастними, що дало змогу об’єктивно оцінити реакцію гібридів ріпаку озимого на рівень мінерального живлення.

У 2024 році весняно-літній період характеризувався достатнім зволоженням і помірними температурами, що створювало сприятливі умови для росту, гілкування й утворення більшої кількості стручків на рослинах. Натомість 2025 рік відзначався дефіцитом опадів у другій половині вегетації, особливо під час наливу насіння, що дещо знизило кількість насінин у стручку та масу 1000 насінин, особливо у варіантах без удобрення.

За результатами двофакторного досліду встановлено, що застосування мінеральних добрив позитивно впливало на всі основні структурні показники продуктивності гібридів ріпаку озимого (табл. 6).

Таблиця 6

Структурні елементи врожайності гібридів ріпаку озимого залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2024–2025 рр.)

Варіант удобрення	Гібрид	Густота рослин перед збиранням, шт./м²	Кількість стручків на рослині, шт.	Кількість насінин у стручку, шт.	Маса насіння з 1 рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль (без добрив)	Андромеда КЛ	45,8	115,6	21,3	2,84	3,98
	Катаріна КЛ	46,2	118,2	22,1	2,93	4,05
	Сібрід РЖТ 75	47,1	113,7	21,0	2,76	3,92
	Арізона КЛ	46,5	117,0	21,5	2,81	4,00
$N_{45}P_{45}K_{45}$	Андромеда КЛ	48,7	127,9	23,3	3,36	4,11
	Катаріна КЛ	49,0	130,5	24,2	3,48	4,18
	Сібрід РЖТ 75	48,3	126,2	23,6	3,34	4,09
	Арізона КЛ	49,2	128,7	23,8	3,39	4,13
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Андромеда КЛ	50,4	141,6	25,4	3,87	4,23
	Катаріна КЛ	50,8	144,3	26,0	3,95	4,27
	Сібрід РЖТ 75	50,0	138,9	25,1	3,75	4,20
	Арізона КЛ	51,1	140,7	25,3	3,80	4,22

Аналіз даних показав, що внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості стручків на рослині, кількості насінин у стручку та маси насіння з однієї рослини. Найвищі показники цих елементів отримано у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$, де середня кількість стручків становила 139–144 шт. на рослину, а маса насіння з однієї рослини — 3,75–3,95 г.

Серед досліджуваних гібридів найвищими структурними показниками відзначився Катаріна КЛ, який формував найбільшу кількість стручків (144,3 шт.), насінин у стручку (26,0 шт.) і масу насіння з рослини (3,95 г). Гібриди Андромеда КЛ та Арізона КЛ характеризувалися високою стабільністю показників за роками досліджень, тоді як Сібрід РЖТ 75 мав

дещо меншу кількість стручків, але відзначався вирівняністю та високою якістю насіння.

Маса 1000 насінин, як більш стабільний показник, змінювалася незначно — від 3,92 г на контролі до 4,27 г у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$. Це свідчить, що внесення добрив покращувало живлення рослин у фазі наливу насіння, сприяючи формуванню більш повноцінного насіннєвого матеріалу.

Проведений кореляційний аналіз між структурними показниками та урожайністю насіння ріпаку озимого засвідчив високий взаємозв'язок між ними. Коефіцієнт кореляції між урожайністю та кількістю стручків на рослині становив r = 0,91, між урожайністю та масою насіння з однієї рослини — r = 0,94, між урожайністю та масою 1000 насінин — r = 0,88. Це свідчить, що саме кількість стручків і маса насіння з однієї рослини найбільшою мірою визначають рівень продуктивності гібридів.

Отже, за результатами дворічних досліджень встановлено, що оптимальне мінеральне живлення на рівні $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечує найкращі структурні показники урожайності ріпаку озимого. Серед досліджуваних гібридів Катаріна КЛ відзначилася найвищими елементами структури та стабільністю за роками досліджень, що свідчить про її високу потенційну продуктивність і адаптивність до умов Правобережного Лісостепу України.

4.4. Урожайність насіння сортів ріпаку озимого залежно від варіантів удобрення

В умовах ринкової економіки важливого значення набуває підвищення рівня продуктивності насінництва та швидке впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів ріпаку озимого. Ефективність їх вирощування значною мірою визначається оптимізацією живлення, зокрема застосуванням збалансованих доз мінеральних добрив [50].

Ріпак озимий є культурою, що досить вимоглива до умов живлення, особливо на початкових етапах росту та розвитку. В умовах ТОВ «ЛНЗ»

Звенигородського району Черкаської області, де дослідження проводилися у 2024–2025 роках, спостерігалися помітні відмінності у формуванні врожайності залежно від погодних умов.

Погодні умови 2024 року характеризувалися дефіцитом опадів у другій половині вегетації (особливо у травні–червні), що зумовило деяке зниження показників урожайності. Натомість у 2025 році умови були більш сприятливими**,** із достатнім зволоженням і помірною температурою під час наливу насіння, що забезпечило краще формування врожаю.

В середньому за два роки досліджень установлено, що внесення мінеральних добрив істотно впливало на врожайність насіння ріпаку озимого. На контрольному варіанті (без добрив) урожайність у середньому становила 2,04 т/га**,** за внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ **—** 2,72 т/га, а максимальні значення — 3,18 т/га — отримано на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ (табл. 7).

Таблиця 7

Урожайність гібридів ріпаку озимого залежно від удобрення, т/га (середнє за 2024–2025 рр.)

Фактор А, варіант удобрення	Фактор В, сорти				Середнє по фактору, т/га
	Андромеда КЛ	Катаріна КЛ	Сібрід РЖТ 75	Арізона КЛ	
Без добрив (контроль)	2,11	1,95	2,07	2,02	2,04
$N_{45}P_{45}K_{45}$	2,78	2,66	2,74	2,70	2,72
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,36	3,12	3,08	3,15	3,18
Середнє по гібридах	2,75	2,58	2,63	2,62	—
$НІР_{05}$ (А) = 0,07 т/га; $НІР_{05}$ (В) = 0,09 т/га; частка впливу факторів: добрив – 71,6%, гібриду – 18,4%					

Найвищу врожайність серед досліджуваних гібридів показав Андромеда КЛ — 3,36 т/га за варіанту $N_{90}P_{90}K_{90}$, що на 11–14 % перевищувало врожайність гібридів Катаріна КЛ та Арізона КЛ. Гібрид Сібрід РЖТ 75 також продемонстрував високу стабільність продуктивності — 3,08 т/га, з тенденцією до незначного зниження врожайності у посушливому 2024 році.

За результатами досліджень встановлено, що варіант удобрення мав найбільший вплив на формування врожайності. Частка впливу фактора удобрення становила 71,6%, тоді як гібридний склад — 18,4%, що свідчить про ключову роль мінерального живлення у реалізації потенціалу продуктивності рослин ріпаку озимого.

Серед гібридів найвищу продуктивність виявив Андромеда КЛ, який мав кращий розвиток стеблостою, більшу кількість стручків на рослині та насінин у стручку, що зумовило його перевагу над іншими гібридами.

Варто відмітити, що вміст олії у насінні також залежав від умов живлення. За внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ вміст олії в середньому становив 45,1%, тоді як на контролі — лише 40,2%. Максимальний збір олії з одиниці площі — 1,44 т/га — одержано у гібрида Андромеда КЛ на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлено, що застосування мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечує формування найвищої урожайності та вмісту олії у насінні ріпаку озимого в умовах ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області. Найбільш продуктивним та адаптивним до місцевих умов виявився гібрид Андромеда КЛ.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

Економічна ефективність є ключовим критерієм оцінки доцільності вирощування будь-якої сільськогосподарської культури. У сучасних умовах підвищення вартості матеріально-технічних ресурсів, зростання цін на паливо, добрива та засоби захисту рослин питання раціонального використання ресурсів набуває особливого значення. Для виробництва ріпаку озимого це особливо актуально, адже культура потребує значних витрат на технологію вирощування, але за сприятливих умов здатна забезпечити високі економічні результати [51].

Ріпак озимий є однією з найприбутковіших олійних культур в Україні, оскільки поєднує високий попит на насіння, олію та шрот із відносно коротким періодом окупності інвестицій. За даними Державної служби статистики України, середня рентабельність вирощування ріпаку в останні роки становила 30–60 %, а в господарствах із застосуванням інтенсивних технологій може перевищувати 100 % [52]. Водночас рівень прибутковості значною мірою залежить від системи удобрення, підбору гібридів і погодних умов, які визначають урожайність та якість продукції [53, 54].

Застосування мінеральних добрив є одним із найвагоміших чинників підвищення продуктивності посівів ріпаку. За даними досліджень Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН», внесення оптимальних доз азоту, фосфору та калію забезпечує зростання врожайності на 25–45 %, що суттєво підвищує валовий дохід і рентабельність виробництва [55]. Особливо ефективним є збалансоване мінеральне живлення, яке сприяє формуванню більшої кількості стручків і насіння, підвищенню маси 1000 насінин та вмісту олії, що безпосередньо впливає на економічні показники [56].

Таким чином, дослідження економічної ефективності вирощування ріпаку озимого в умовах ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області має важливе практичне значення. Воно дозволяє оцінити, наскільки доцільним є застосування різних систем удобрення та які комбінації гібридів і доз добрив забезпечують найвищий рівень прибутковості виробництва.

Оцінку економічної ефективності вирощування ріпаку озимого в умовах ТОВ «ЛНЗ» здійснювали за основними показниками: виробничі витрати на 1 га, собівартість 1 т насіння, вартість валової продукції, чистий прибуток з 1 га та рівень рентабельності, %. Розрахунки проводили на основі фактичних даних урожайності за 2024–2025 рр. та середніх ринкових цін на продукцію й ресурси станом на жовтень 2025 року. Вартість реалізації насіння ріпаку на внутрішньому ринку становила 18 500 грн/т (за даними біржі «АПК-Інформ»), а середні витрати на вирощування (залежно від рівня удобрення) коливалися в межах 22 000–28 500 грн/га (табл. 8).

Таблиця 8

Вартість валової продукції гібридів ріпаку озимого залежно від удобрення, середнє за 2024–2025 рр.

Фактор А, варіант удобрення	Гібрид	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн/га
Без добрив (контроль)	Андромеда КЛ	2,11	39 035
	Катаріна КЛ	1,95	36 075
	Сібрід РЖТ 75	2,07	38 295
	Арізона КЛ	2,02	37 370
Середнє	—	2,04	37 694
$N_{45}P_{45}K_{45}$	Андромеда КЛ	2,78	51 430
	Катаріна КЛ	2,66	49 210
	Сібрід РЖТ 75	2,74	50 690
	Арізона КЛ	2,70	49 950

Продовження табл. 8

Середнє	—	2,72	50 320
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Андромеда КЛ	3,36	62 160
	Катаріна КЛ	3,12	57 720
	Сібрід РЖТ 75	3,08	56 980
	Арізона КЛ	3,15	58 275
Середнє	—	3,18	58 784

Рівень урожайності істотно залежав від норм внесення добрив. На контролі (без добрив) середня урожайність становила 2,04 т/га, тоді як за внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищувалася до 2,72 т/га, а за $N_{90}P_{90}K_{90}$ — до 3,18 т/га. Найвищу продуктивність забезпечив гібрид Андромеда КЛ (3,36 т/га), тоді як мінімальну — Катаріна КЛ (1,95 т/га) на контрольному варіанті. Вартість валової продукції розраховували як добуток урожайності на ціну реалізації.

Середні виробничі витрати за дослідом коливалися від 22 000 грн/га на контролі до 28 500 грн/га за найвищого рівня удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$). Витрати зростали пропорційно до кількості внесених добрив, проте підвищення врожайності повністю компенсувало додаткові витрати (табл. 9).

Таблиця 9

Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого залежно від удобрення, середнє за 2024–2025 рр.

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Валовий дохід, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Без добрив	2,04	37 694	22 000	15 694	71,3
$N_{45}P_{45}K_{45}$	2,72	50 320	25 500	24 820	97,3
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,18	58 784	28 500	30 284	106,3

Проведені розрахунки свідчать, що застосування мінеральних добрив істотно підвищує економічну ефективність вирощування ріпаку озимого. Порівняно з контролем, варіант $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечив зростання чистого прибутку на 14 590 грн/га та підвищення рівня рентабельності більш ніж удвічі. Серед гібридів найвищі показники прибутковості відзначено у Андромеди КЛ (прибуток 33 660 грн/га, рентабельність 118%), тоді як найнижчі — у Катаріни КЛ на контролі (прибуток 14 000 грн/га, рентабельність 65%).

За результатами економічного аналізу 2024–2025 рр. встановлено, що найефективнішим було вирощування ріпаку озимого гібриду Андромеда КЛ за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$, що забезпечило урожайність 3,36 т/га, чистий прибуток 33,6 тис. грн/га та рівень рентабельності 118%. Отже, застосування повної норми мінеральних добрив сприяє не лише зростанню врожайності, а й підвищенню економічної доцільності виробництва ріпаку озимого в умовах ТОВ «ЛНЗ».

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Особливості охорони праці під час внесення мінеральних добрив на посівах ріпаку озимого в ТОВ «ЛНЗ» Звенигородського району Черкаської області

Забезпечення охорони праці є одним із ключових аспектів організації виробничого процесу в аграрному підприємстві. Внесення мінеральних добрив на посівах ріпаку озимого належить до робіт із підвищеною небезпекою, тому всі операції повинні виконуватися з дотриманням вимог безпеки праці, санітарно-гігієнічних норм і правил поводження з агрохімікатами (ДСТУ 3828–98; Наказ Мінагрополітики №45 від 19.02.2024 р.).

Загальні вимоги безпеки

1. До виконання робіт із внесення мінеральних добрив допускаються лише особи віком від 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці та мають відповідну підготовку.
2. Працівники повинні мати особисті санітарні книжки та допуск до роботи з агрохімікатами.
3. Виконання робіт дозволяється лише в денний час або за наявності достатнього штучного освітлення.
4. Особи, що працюють із добривами, зобов’язані використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодяг, гумові рукавички, захисні окуляри, респіратори типу РПГ-67 або аналоги.

Вимоги безпеки перед початком роботи

1. Перед виїздом у поле слід перевірити справність розкидачів добрив, тракторів та іншої техніки, провести пробний запуск без навантаження.

2. Переконатися у відсутності сторонніх предметів на ділянці, куди планується внесення добрив.
3. Забезпечити наявність аптечки першої медичної допомоги та питної води.
4. Перевірити стан і комплектність ЗІЗ, провести інструктаж перед початком робіт.
5. Місце приготування робочих розчинів добрив має бути віддалене від джерел водопостачання, житлових будівель і кормів для тварин.

Вимоги безпеки під час внесення мінеральних добрив

1. Заборонено перебування сторонніх осіб на території оброблюваних ділянок під час роботи розкидачів або обприскувачів.
2. Забороняється очищення, змащування або регулювання техніки під час її роботи — всі операції проводять тільки після повної зупинки двигуна.
3. Заборонено паління, прийом їжі або відпочинок безпосередньо на полі під час роботи з добривами.
4. Під час внесення гранульованих і рідких добрив працівники мають дотримуватися напрямку руху техніки, щоб уникати потрапляння хімічних речовин на шкіру або в органи дихання.
5. У разі розливу розчинів необхідно негайно локалізувати ділянку, засипати місце розливу сорбентом (тирсою, піском), зібрати та утилізувати залишки відповідно до вимог екологічної безпеки.

Вимоги безпеки після закінчення робіт

1. Техніку слід очистити від залишків добрив і промити водою на спеціально обладнаних майданчиках із герметичним покриттям.
2. Ємності, які використовувалися для приготування робочих розчинів, мають бути нейтралізовані та промиті.
3. Працівники після завершення робіт повинні здати спецодяг, пройти санітарну обробку та прийняти душ.

4. Невикористані залишки агрохімікатів зберігають у спеціальних приміщеннях, обладнаних вентиляцією, ізоляцією та попереджувальними написами.

Дії в аварійних ситуаціях

1. У разі появи витоку хімічних речовин чи поломки обладнання роботу слід негайно припинити, повідомити керівника робіт і вивести працівників із небезпечної зони.
2. При отруєнні або потраплянні добрив на шкіру — негайно промити уражену ділянку великою кількістю води, зняти забруднений одяг і звернутися до медичного пункту.
3. У випадку займання — використовувати вогнегасники порошкового типу або пісок (застосування води може бути небезпечним при деяких видах добрив).

Рекомендації щодо поліпшення умов праці в ТОВ «ЛНЗ»

1. Забезпечити регулярне проведення інструктажів із техніки безпеки та протиаварійних тренувань серед працівників.
2. Створити на підприємстві куточок охорони праці з плакатами, схемами і пам’ятками щодо безпечної роботи з агрохімікатами.
3. Проводити контроль за рівнем шкідливих речовин у повітрі робочої зони за допомогою переносних газоаналізаторів.
4. Оснастити тракторні бригади та місця зберігання агрохімікатів сучасними вентиляційними системами.
5. Регулярно оновлювати засоби індивідуального захисту та аптечки першої медичної допомоги.

Дотримання правил охорони праці при роботі з мінеральними добривами забезпечує не лише безпеку працівників, а й стабільність технологічного процесу, підвищення ефективності виробництва та збереження навколишнього середовища.

6.2. Негативний вплив мінеральних добрив на навколишнє середовище та шляхи його зменшення

Мінеральні добрива, поряд із пестицидами та іншими агрохімікатами, є одним із головних антропогенних факторів, що впливають на стан довкілля. Хоча вони відіграють ключову роль у забезпеченні високої продуктивності сільськогосподарських культур, у тому числі ріпаку озимого, їх нераціональне використання може призвести до забруднення ґрунтів, водних ресурсів і зниження екологічної стабільності агроекосистем.

У структурі агрохімічного навантаження мінеральні добрива становлять понад 70 %. Вони містять поживні елементи у мінеральній формі, однак разом із ними у ґрунтове середовище потрапляють домішки важких металів (кадмій, свинець, миш’як, фтор, ртуть, стронцій), які можуть накопичуватись у рослинах і проникати в харчовий ланцюг. Особливо небезпечним є тривале внесення фосфорних добрив, отриманих із фосфоритів і апатитів, що часто містять до 4–6 % токсичних домішок.

Однією з поширених екологічних проблем є підкислення ґрунтів, що спостерігається при систематичному використанні фізіологічно кислих азотних добрив (аміачна селітра, сульфат амонію). Підвищення кислотності порушує мікробіологічну рівновагу, знижує активність нітрифікуючих бактерій і доступність елементів живлення. У результаті відбувається деградація ґрунтового покриву, зменшення вмісту гумусу та погіршення родючості.

Не менш небезпечним є засолення ґрунтів, яке виникає внаслідок накопичення у ньому залишкових аніонів (сульфатів, хлоридів, нітратів) при надмірному внесенні мінеральних добрив. Такі процеси зумовлюють зниження водопроникності та повітряного режиму ґрунту, що негативно позначається на розвитку рослин ріпаку.

Важливою екологічною проблемою залишається забруднення поверхневих і ґрунтових вод, оскільки частина мінеральних сполук

вимивається із ґрунту опадами чи талою водою. Найчастіше у водойми потрапляють нітрати та фосфати, що стимулює «цвітіння» води — евтрофікацію. Це зменшує вміст кисню у воді, порушує біоценози та спричиняє загибель водних організмів.

Ще одним аспектом є накопичення нітратів у рослинницькій продукції. За даними останніх досліджень, частка нітратного забруднення у рослинній продукції в Україні сягає 70–75 %. Надлишок нітратів у насінні ріпаку знижує якість олії, може викликати порушення обміну речовин у тварин і становить небезпеку для здоров’я людини.

Токсичні сполуки, що надходять до довкілля з мінеральними добривами, чинять негативний вплив не лише на ґрунтово-рослинний покрив, а й на мікроорганізми, корисну ентомофауну та диких тварин. У місцях зберігання або неправильного транспортування добрив можливе локальне забруднення територій, що потребує постійного контролю з боку агрономічної служби господарства.

Шляхи зменшення негативного впливу

Для зниження екологічного навантаження від застосування мінеральних добрив у господарстві ТОВ «ЛНЗ» доцільно дотримуватися таких заходів:

1. Раціональне дозування — визначення норм внесення добрив відповідно до агрохімічного аналізу ґрунту, культури та запланованого врожаю.

2. Диференційоване внесення — застосування систем точного землеробства (GPS-контроль, картограми родючості), що дає змогу рівномірно розподіляти поживні речовини.

3. Локальне внесення добрив — розміщення добрив у зоні розвитку кореневої системи, що зменшує втрати поживних елементів і забруднення довкілля.

4. Використання добрив із контрольованим вивільненням — уповільнене вивільнення азоту сприяє зменшенню його вимивання та втрат у повітря.

5. Поєднання мінерального та органічного живлення — застосування сидератів і органічних добрив покращує структуру ґрунту, сприяє накопиченню гумусу.

6. Дотримання технологічних регламентів зберігання і транспортування мінеральних добрив, обладнання майданчиків із водонепроникним покриттям.

7. Моніторинг стану навколишнього середовища — регулярний контроль вмісту нітратів, важких металів і залишків агрохімікатів у ґрунті, воді та рослинній продукції.

Раціональне застосування мінеральних добрив у поєднанні з біологічними методами підживлення є запорукою не лише високої продуктивності ріпаку озимого, а й збереження екологічної рівноваги агроландшафтів Звенигородського району Черкаської області.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження показали, що висота рослин у фазах стеблування, бутонізації та цвітіння значною мірою залежить від генетичних особливостей гібридів та рівня мінерального живлення. Найвищі показники росту спостерігалися у варіантах з внесенням повної норми $N_{90}P_{90}K_{90}$. Серед гібридів Андромеда КЛ демонструвала максимальну висоту рослин та високу реактивність на рівень удобрення, тоді як Катаріна КЛ поступалася їй незначно. Гібриди Сібрід РЖТ 75 та Арізона КЛ мали дещо нижчі показники, але відзначалися стабільністю росту у роки з менш сприятливими погодними умовами. Отримані результати підтверджують доцільність застосування повного мінерального живлення для реалізації потенціалу продуктивності сучасних гібридів ріпаку озимого.

2. Площа листкової поверхні рослин збільшувалася зі зростанням доз мінеральних добрив, що свідчить про ефективність азотного живлення для розвитку фотосинтетичного апарату. Найвищі показники спостерігалися у гібридів Катаріна КЛ та Сібрід РЖТ 75 за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$, що забезпечувало максимальну фотосинтетичну продуктивність і сприяло формуванню високої врожайності насіння. При цьому надмірний розвиток вегетативної маси у загущених посівах знижував чисту продуктивність фотосинтезу.

3. Оптимальне мінеральне живлення (N90P90K90) позитивно впливало на всі основні структурні показники урожайності: кількість стручків на рослині, кількість насінин у стручку, масу насіння з однієї рослини та масу 1000 насінин. Найвищі значення спостерігалися у гібрида Катаріна КЛ, який формував 144 стручки на рослину та 26 насінин у стручку. Високий рівень кореляції між структурними показниками та врожайністю ($r = 0,88–0,94$) підтвердив ключову роль цих елементів у формуванні продуктивності рослин.

4. Середньорічна урожайність ріпаку озимого значно залежала від рівня удобрення: контроль — 2,04 т/га, $N_{45}P_{45}K_{45}$ — 2,72 т/га, $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 3,18 т/га. Найвищу продуктивність забезпечив гібрид Андромеда КЛ (3,36 т/га) за повного мінерального живлення, що на 11–14 % перевищувало врожайність інших гібридів. Застосування $N_{90}P_{90}K_{90}$ також сприяло підвищенню вмісту олії до 45,1 % та максимальному збору олії з одиниці площі — 1,44 т/га.

5. Внесення мінеральних добрив значно підвищувало рентабельність вирощування ріпаку озимого. Варіант N90P90K90 забезпечував урожайність 3,18 т/га, чистий прибуток 30 284 грн/га та рентабельність 106,3 %. Серед гібридів найбільш ефективним був Андромеда КЛ — урожайність 3,36 т/га, чистий прибуток 33 660 грн/га та рентабельність 118 %. Таким чином, повна норма мінерального живлення є економічно доцільною та забезпечує максимальну реалізацію потенціалу гібридів у умовах ТОВ «ЛНЗ».

6. Результати дворічних досліджень засвідчили, що оптимальне застосування мінеральних добрив на рівні $N_{90}P_{90}K_{90}$ у поєднанні з вибором високопродуктивного гібриду, зокрема Андромеда КЛ, забезпечує максимальний розвиток рослин, фотосинтетичну активність, найкращі структурні показники врожайності, високий вміст олії у насінні та економічну ефективність виробництва ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гадзало, Я. М., Гладій, М. В., Саблук, П. Т. *Аграрний потенціал України*. Київ: Аграрна наука, 2016. 332 с.

2. Сорока, В. І., Рудник Іващенко, О. І. *Перспективи ріпаку в Україні*. Агроном, 2012, № 2, с. 86–89.

3. Бардин, Я. Б. *Ріпак: від сівби – до переробки*. Київ: Світ, 2000. 106 с.

4. Оробченко, В. П. *Морозостійкість озимого ріпаку*. Вісник аграрної науки, 1961, № 1, с. 32–34.

5. Гойсюк, С. О. *Продуктивність озимого ріпаку залежно від сортових особливостей та техніки вирощування в умовах південної частини західного Лісостепу України*. Вінниця: Подільський державний аграрно-технічний університет, 2003. 21 с.

6. Древс, В., Мельник, О. *Виробництво ріпаку – перспективи і реальність*. Пропозиція, 2003, № 11, с. 54–55.

7. Абрамик, М. І. та ін. *Рекомендації по вирощуванню ріпаку на насіння і корм*. Івано-Франківськ–Оброшино, 2000. 18 с.

8. Адамень, Ф. Ф., Вишнівський, П. С., Терещенко, Н. М. *Вплив технології вирощування озимого ріпаку на формування його продуктивності*. Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН, 2000, вип. 1, с. 45–48.

9. Волошук, І. С. *Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України*. Львів: Сполом, 2017. 212 с.

10. Гайдаш, Е. В., Рожкован, В. В., Плетень, С. В., Комарова, І. Б. *Порівняльна оцінка морозостійкості озимого ріпаку*. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН, 2006, вип. 11, с. 53–59.

11. Кабанець, В. М. *Визначення стану перезимівлі ріпаку озимого та методи визначення його життєздатності*. Агроном, 2013, № 4, с. 106–108.

12. Вожегова, Р., Влащук, А., Шапарь, Л. *Коли краще сіяти ріпак*. Farmer, 2017, № 8 (92), с. 108–109.

13. Волощук, О. П., Распутенко, А. О. *Особливості осіннього розвитку рослин ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби та норм висіву насіння*. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, 2018, вип. 63, с. 38–48.

14. Лазар, Г. І., Лапа, О. М., Чехов, А. В. та ін. *Інтенсивна технологія вирощування ріпаку*. Київ: Глобус-Принт, 2006. 100 с.

15. Бойчук, О. М., Щербань, Г. Е., Збіглей, С. А. *Удосконалення системи ведення первинного і елітного насінництва сучасних сортів ріпаку озимого та ярого*. Вчені Прикарпаття – сталому розвитку краю: зб. тез доп. Івано-Франківськ: ПП Курилюк, 2012. 208 с.

16. Роп, Р. Ю. *Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого на насіння в умовах Західного Лісостепу України*: дис. ... канд. с.-г. наук. Оброшино, 2016. 197 с.

17. Волощук, О. П., Косовська, Р. Ю. *Насіннєва продуктивність і посівні якості ріпаку озимого залежно від норм висіву насіння та рівнів мінерального живлення рослин*. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, 2015, вип. 57, с. 43–50.

18. Зінченко, О. І., Салатенко, В. Н., Білоножко, М. А. *Рослинництво* / за ред. О. І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 519 с.

19. Паламарчук, В. Д., Каленська, С. М., Єрмакова, Л. М. та ін. *Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві*. Вінниця: ФОП Рогальська І. Л., 2015. 452 с.

20. Brzycka, E. *Uprawa rzepaku ozimego*. Sitno: WORD w Lublinie, 2003. 12 с.

21. *Tehnologia produkcyi rzepaku* / pod red. C. Musnickiego. Warszawa, 2005. 203 с.

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

23. Гайдаш, В. Д., Климчук, М. М., Макар, М. М. *Ріпак*. Івано-Франківськ: Сіверсія, 1998. 214 с.

24. Распутенко, А. О. *Урожайність ріпаку озимого залежно від строків, способів сівби й норм висіву насіння*. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених. Львів–Оброшино, 2016, с. 49–50.

25. Волощук, О. П., Волощук, І. С., Глива, В. В. та ін. *Наукове обґрунтування технологічних заходів вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу*: метод. рек. Оброшино, 2015. 37 с.

26. Жатов, О. Г., Глущенко, Л. Т., Жатова, Г. О. та ін.; за ред. О. Г. Жатова. *Рослинництво з основами програмування врожаю*. Київ: Урожай, 1995. 256 с.

27. Щербаков, В., Фесенко, І., Нереуцький, С. *Перспективи виробництва ріпаку в Україні*. Пропозиція, 1999, № 11, с. 28–29.

28. Влох, В. Г., Дубковецький, С. В., Кияк, Г. С., Онищук, Д. М.; за ред. В. Г. Влоха. *Рослинництво: підручник*. Київ: Вища школа, 2005. 382 с.

29. Гойсалюк, Я. С. *Оптимізація строків сівби гібридів і сортів озимого ріпаку в умовах Західного Лісостепу України*. Львів: ЛНАУ, 2010, с. 19–20.

30. Марчук, І. *Добрива – основа отримання стабільних урожаїв*. Агроном, 2003, № 11, с. 11–13.

31. Мельник, І. І., Гречкосій, В. Д., Марченко, В. В. *Комплексна механізація виробництва озимого ріпаку*. Пропозиція, 2004, № 2, с. 46–50.

32. Санін, Ю. В. *Осіннє підживлення озимих культур: важливий агротехнічний захід підвищення стійкості культур до перезимівлі та дружного старту навесні*. Агроном, 2010, № 3, с. 26–27.

33. Мельник, І. І., Гречкосій, В. Д. *Стан та перспективи механізованого виробництва озимого ріпаку в Україні*. Агроном, 2016, № 3, с. 84–86.

34. Собко, М. Г. *Вплив технологічних прийомів на врожайність озимого ріпаку*. Вісник Сумського ДАУ, 2000, вип. 4, с. 127–131.

35. Гаврилюк, М. М., Салатенко, В. Н., Чехов, А. В., Федорчук, М. І. *Озимий ріпак*. У кн.: *Олійні культури в Україні*. Київ: Основа, 2008, с. 318–324.

36. Бойко, Н. В., Гусєв, М. Г., Коковіхін, С. В. *Продуктивність ріпаку озимого залежно від системи мінерального живлення та сортового складу в умовах зрошення південного Степу*. Таврійський науковий вісник, 2007, вип. 52, с. 160–166.

37. Погорецький, А. В., Случак, О. М., Глива, В. В., Хархаліс, О. Є., Зрада, М. С. *Азотне живлення ріпаку озимого та шляхи його поліпшення*. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, 2010, вип. 52 (II), с. 68–75.

38. Вишнівський, П. С. *Перспективна культура України – ріпак*. Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН, 2000, вип. 3–4, с. 81–83.

39. Малярчук, А. С. *Продуктивність ріпаку озимого залежно від обробітку ґрунту та доз азотних добрив*. Зрошуване землеробство, 2012, вип. 57, с. 131–137.

40. Пархуць, Б. *Продуктивність ріпаку озимого залежно від удобрення на чорноземах типових Ізяславського району Хмельницької області*. Вісник ЛНАУ: агрономія, 2015, № 19, с. 173–175.

41. Губенко, Л. В., Вишнівський, П. С. *Формування продуктивності озимого ріпаку залежно від строків сівби та системи удобрення в умовах Північного Лісостепу*. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2010, вип. 15, с. 82–87.

42. Krishnakumari, B. M., Sharma, R. K., Balloli, S. S. *Effect of phosphorus-magnesium interaction on yield and oil content of mustard (Brassica juncea)*. Journal of the Indian Society of Soil Science, 1999, vol. 47 (2), p. 379–380.

43. Шевчук, Р. В., Ровна, Г. Ф., Кириєнко, Г. С. *Продуктивність озимого ріпаку залежно від різних рівнів удобрення*. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, 2014, вип. 56 (II).

44. Адеменко, Т. *Особливості погодних умов осіннього періоду для сівби та розвитку озимих культур*. Агроном, 2014, № 4, с. 12–14.

45. Вожегова, Р. А., Василенко, Р. М., Войташенко, Д. П., Шаталова, В. В. *Продуктивність сортів і гібридів ріпаку озимого на півдні України*. Зрошуване землеробство, 2013, вип. 59, с. 55–57.

46. Курцев, В. *Технологічні аспекти вирощування ріпаку*. Агробізнес сьогодні, 2017, № 20 (363), с. 51–55.

47. Абрамик, М. І., Лис, Н. М. *Вплив способів обробітку ґрунту та мінерального живлення на формування асиміляційної поверхні ріпаку озимого в умовах Передкарпаття* [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП, 2010, № 6 (22). Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2010_6/10lnmfsc.pdf.

48. Васалатій, Н. В. *Вплив агрометеорологічних умов на формування площі листкової поверхні та фотосинтетичну продуктивність озимого ріпаку*. Вісник Одеського державного екологічного університету, 2013, № 15, с. 110–117.

49. Лавриненко, Ю. О., Влащук, А. М., Прищепо, М. М., Шапарь, Л. В. *Формування фотосинтетичного потенціалу у сортів ріпаку озимого залежно від строків сівби та норми висіву*. Зрошуване землеробство, 2016, № 65, с. 75–80.

50. Лапа, О. М. *Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні*. Київ: Універсал-Друк, 2006. 100 с.

51. Мартинюк, О. М. *Економічна ефективність вирощування ріпаку в Україні*. Економіка АПК, 2021, № 9, с. 63–69.

52. Державна служба статистики України. *Сільське господарство України у 2023 році: статистичний збірник*. Київ: ДССУ, 2024.

53. Господаренко, Г. М. *Системи удобрення польових культур у Лісостепу України*. Умань: ВПЦ «Візаві», 2020.

54. Каленська, С. М., Крамаренко, С. В., Іваненко, О. В. *Оптимізація живлення ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України*. Вісник аграрної науки, 2023, № 6, с. 45–52.

55. Косолап, М. П. *Вплив норм добрив на урожайність і якість насіння ріпаку озимого*. Наукові праці ІЗ НААН, 2022, № 3, с. 78–85.

56. Рассадіна, І. Ю. *Вплив мінерального живлення на продуктивність гібридів ріпаку озимого в умовах Лісостепу України*. Збірник наукових праць ДБТУ, 2024, № 2, с. 112–118.

ДОДАТКИ