МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра загального землеробства

Допущено до захисту
«____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент
_____ О.Б. Карнаух

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПІСЛЯЖНИВНОЇ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 25 м-а
спеціальності 201 Агрономія
Диченко Яна Русланівна
Керівник: к.с.-г.н., доцент Новак А.В.

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП..... 4

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПІСЛЯЖНИВНИХ ПОСІВІВ (огляд літератури) 7

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 15

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика редьки олійної …..... 15

2.2. Особливості сорту Журавка ……..... 16

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 17

3.1. Характеристика ґрунту..... 17

3.2. Погодні умови..... 18

3.3. Схема досліду..... 19

3.4. Агротехніка вирощування редьки олійної у досліді..... 20

3.5. Методика проведення досліджень..... 21

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 22

4.1. Поживний режим ґрунту за внесення різних кількостей азотних добрив …….. 22

4.2. Запас продуктивної вологи в ґрунті та використання її післяжнивною редькою олійною ……. 33

4.3. Урожайність післяжнивної маси редьки олійної ……. 37

РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ РІЗНИХ ДОЗ АЗОТУ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПІСЛЯЖНИВНИХ ПОСІВІВ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ 39

РОЗДІЛ 6. ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ УДОБРЕННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ……... 42

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСОВУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ……. 46

ВИСНОВКИ ……. 49

ПРОПОЗИЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ..... 50

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 51

ДОДАТКИ 57

ВСТУП

Протягом останнього періоду усі світові вчені все більше хвилюються через зменшення кількості органічних речовин у ґрунті. Процеси гуміфікації у сучасних агроландшафтах зменшилися в 1,5–2,0 рази. Щоб забезпечити високі врожаї сільськогосподарських культур, потрібно використовувати підвищені або навіть завищені норми мінеральних добрив. Для позитивного балансу гумусу необхідно вносити достатню кількість органічної речовини в ґрунт. Високий рівень гумусованості ґрунтів суттєво зменшує негативний вплив на рослини, пов'язаний з дефіцитом л елементів живлення, підвищеною кислотністю та невисоким гранулометричним складом.

Проте вважається, що компенсувати систематичне видалення значної кількості біологічних елементів з ґрунту виключно за допомогою органічних добрив неможливо.

Недостатній обсяг надзвичайно корисних органічних добрив, таких як гній підстилковий та нерентабельність його перевезення на віддалені поля призводять до використання у сільському господарстві побічних продуктів рослинництва, а також сидератів. Використання зелених добрив виступає одним із альтернативних методів забезпечення трьох ключових факторів для підтримки розвитку біосфери: удобрення ґрунту (збагачення його органічними речовинами), фотосинтез (повне використання періоду вегетації) та азотфіксація. Дуже ефективними є сидерати, які можуть бути використані після збирання основного врожаю, які, крім властивостей, зазначених вище, також сприяють значному зменшенню розповсюдження бур'янів. Один із найпоширеніших сидератів для використання у проміжних посівах є редька олійна.

Цей вид сидерату може сформувати навіть понад 300 центнерів високобілкової зеленої маси на гектар протягом короткого періоду вегетації (приблизно 40–50 днів). Однак при використанні хрестоцвітних (капустяних) сидератів слід також пам'ятати, що обсяг біомаси редьки олійної залежить від наявності азоту в ґрунті та загального рівня родючості у цілому. Тобто, на

бідних ґрунтах з низьким вмістом азоту капустяні сидерати взагалі не приносять врожаю [1].

Розглянуте питання є досить актуальним і як нами з'ясувалося мало дослідженим в ґрунтово-кліматичних умовах центрального Лісостепу.

Актуальність теми. Ураховуючи високі витрати на мінеральні добрива та недостатню кількість підстилкового гною, дослідження з пошуку альтернативних джерел органічних речовин, зокрема сидератів, є обґрунтованими. Використання сидератів в умовах серйозного дефіциту органічних добрив сприятиме урівноваженню органічної речовини в ґрунті, стабілізації його гумусового стану, підвищенню балансу елементів живлення та поліпшенню фізико-хімічних і біологічних характеристик кореневмісного шару. Безперечно, залишаються невирішеними питання щодо того, яку сидеральну культуру найкраще вирощувати та як її удобрювати.

Ефективність сидерації при використанні мінеральних добрив не має однозначного висновку, і наявні результати свідчать про складність та важливість дослідження цього питання. Це особливо актуально для Правобережного Лісостепу України, де сидеральні посіви досі не використовувалися, особливо за задовільних умов зволоження та відповідну структуру сівозмін.

Наукова новизна. В умовах Правобережного Лісостепу України вперше проведено дослідження, що досліджують вплив різних кількостей азотних добрив на утворення біомаси редьки олійної, її хімічний склад та основні агрохімічні показники плодючості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового типу.

Розрахунки економічної та енергетичної ефективності обґрунтовують доцільність впровадження різноманітних доз азотних добрив під час вирощування післяжнивних посівів редьки олійної.

Отримані результати мають практичне значення у покращенні ефективності використання післяжнивної редьки олійної як сидерату шляхом оптимізації азотного удобрення цієї культури. Це підтримує позитивний

вплив на родючість ґрунту та сприяє покращенню екологічного стану навколишнього середовища.

Отримані основні результати цього дослідження були опубліковані в збірнику студентських наукових праць та представлені на студентській науковій конференції (Умань–2023) та засіданні студентського наукового гуртка кафедри рослинництва.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПІСЛЯЖНИВНИХ ПОСІВІВ (огляд літератури)

В умовах сучасних глобальних змін клімату, включаючи Україну, важливо розв'язувати завдання з охорони родючості ґрунту та підвищення його продуктивності, враховуючи характеристики ґрунтів та особливостей клімату різних зон. Це потребує комплексного підходу та впровадження адаптивно-ландшафтних систем землеробства, спрямованих на збереження родючості та ефективне використання поновлювальних ресурсів. Важливо, щоб ці системи сприяли як відновленню родючості ґрунтів, так і збереженню агроландшафтів та забезпеченню екобезпеки для мешканців. Саме тому в сучасній сільськогосподарській практиці велике значення має використання сидеральних культур [2].

Умови непостійного зволоження Південно-Західного Лісостепу, обумовленого глобальним потеплінням та зсувом межі переходу Лісостепу на північ [3], підкреслюють важливість використання проміжних культур як сидератів. Це є додатковим джерелом органічної речовини, яка надходить у ґрунт.

При належному підборі рослинних складових агроценозу з урахуванням конкретних умов природного середовища можна покращувати умови агроекосистеми. Це обумовлено тим, що однорідність сортів або гібридів поступово призводить до пониження її стійкості [4].

Вирощування культур для отримання зеленого добрива має важливе значення як з погляду сільськогосподарських перспектив, так і з економічної точки зору. Використання сидератів у землеробстві сприяє відновленню органічних складових у ґрунті. Ефективність цього виду добрив залежить від вибору конкретної культури та технології вирощування [5].

Однією з безсумнівних переваг сидератів є їх здатність знищувати бур'яніи та мінімізувати ерозійні процеси, сприяючи поліпшенню структури та підвищенню вмісту гумусу в ґрунті. Крім того, важливим є суттєве зменшення втрат поживних речовин внаслідок промивання, покращення аерації та утримання вологи в ґрунті, стимулювання мікробіологічної активності та перетворення поживних елементів у більш доступні форми. Також важливим є запобігання висушуванню орного шару між основними культурами. Багато видів сидератів, таких як гречка, люпин, буркун, фацелія, ефективно засвоюють мікроелементи та фосфор з ґрунту та перетворюють їх у розчинну форму [6].

За думкою Д. Рахметова [7], сидерація є складним агротехнологічним заходом у сільському господарстві, який позитивно впливає на ґрунт, врожайність та якість продукції, а також на навколишнє природне середовище. Використання сидерації передбачає уважний відбір культур, враховуючи конкретні умови ґрунту та клімату. У кожному випадку слід підбирати культури різних видів, при цьому, найкраще для сидерації підходять однорічні трави з коротким періодом росту.

Розведення рослин для використання як сидерат слід здійснювати з метою отримання великої органічної маси. Для цього рекомендується використовувати культури, які не вимагають занадто високої родючості ґрунту [8]. Крім того, важливо вибрати сидерат, який має низький коефіцієнт транспірації (для економії ґрунтової вологи), невелику норму висіву (для зменшення витрат на насіння) та забезпечує формування великого урожаю біомаси та її ефективне впровадження у ґрунт [9].

У залежності від кількості опадів, тепла, місцевих умов, наявності добрив і насіння для сидератів, а також від гранулометричного складу ґрунту, можна обирати певні види культур. До бобових культур відносяться люпин, буркун білий і жовтий, вику озиму та яру, пелюшка, горох та інші. Злакові культури включають жито озиме, райграс, а також багаторічні трави, які є бобовими та злаковими, при цьому перший укіс може бути використаний як

корм для худоби, а отава – як зелене добриво. У разі наявності достатньої кількості азотних добрив для сидерації рекомендується використовувати культури родини капустяні, такі як ріпак озимий та ярий, редька олійна, гірчиця біла, фацелія, кормовий горох та інші або їх комбінації. У якості сидератів можна використовувати також астрагал, чину, люцерну, кінські боби, еспарцет, сочевицю, сою та інші [10].

Глобальне потепління клімату значно змінює наше розуміння щодо різноманіття біологічного відбору та технологічних можливостей традиційних культур. Ці культури можуть проявити нові можливості та продемонструвати високу продуктивність у раніше невідомих умовах [11].

У Німеччині для використання як зелене добриво переважно обирають бобові рослини, такі як конюшина лугова, гібридна, пасовищна, перська та олександрійська, а також зернобобові, включаючи віку озиму та яру, люпин, сераделу, горох польовий та кормові боби. Також використовують тонконогі рослини, такі як райграси уельський, гібридний, однорічний та німецький, а капустяні культури, такі як редька олійна, гірчиця, ріпак ярий та озимий, а також фацелія та інші. Популярні також різні комбінації, наприклад, райграс однорічний з ріпаком або конюшиною олександрійською, пелюшка з ріпаком, пелюшка з кормовими бобами та вика яра [12].

Використання ароматичних рослин, таких як нагідки, м'ята, чорнобривці, геранії та інші, як зеленого добрива, знаходить позитивну оцінку у практиці [13].

Жуйков О. Г. та його колеги наголошують [14], що поширення вирощування випадкових культур з різних родин (фацелія, суданська трава, соняшник та ін.) спотворює концепцію ефективної сидерації, оскільки ці рослини, вбираючи поживні речовини з ґрунту, в основному просто перерозподіляють їх, значущо не поповнюючи загальної кількості.

Важливо розуміти, що сидерати та їх комбінації повинні бути належним чином добре доглянуті, оскільки тоді вони наближаються до впливу

багаторічних трав та сприяють більш ефективному стримуванню небажаної рослинності [15].

Вирощування сидератів без мінеральних добрив значно знижує їх ефективність через низький врожай біомаси [16]. Щоб отримати достатню кількість сидеральної маси, зокрема 15–20 т/га та більше, потрібно внести не менше 60-90 кг/га добрив азоту, фосфору та калію [17, 18].

Також рекомендується навіть для бобових сидератів використовувати азотні добрива. Проте не існує однозначної думки щодо доцільності внесення мінеральних азотних добрив під бобові культури, такі як буркун, вика яра та ін. Деякі дослідники вважають, що навіть невеликі дози добрив (40-60 кг добрив) можуть пригнічувати діяльність бульбочкових бактерій. Важливо зазначити, що досягти високих врожаїв тільки завдяки азотфіксації неможливо [19].

В інформації від Л. П. Музики [20] зазначено, що використання на сидерацію рослин з родини капустяних з внесенням N60 у їх зелену масу приводить до накопичення азоту в кількості 195 кг/га, Р205 – 67, К20 – 247 і СаО – 242 кг/га. У випадку вирощування сидератів без внесення добрив, ці значення виявилися на 21–27% нижчими.

У роботах В. М. Польового [21] було показано, що мінеральна система удобрення з внесенням N60P60K60 для однорічних трав забезпечує врожайність сидеральної маси на рівні 33,4 т/га, що є в 2,2 рази більше, ніж в варіанті без удобрення. Застосування комбінації органічних і мінеральних добрив істотно поліпшує умови живлення рослин та значно підвищує їхню продуктивність [22].

Система внесення добрив під сидерати залежить від попередника та конкретного виду культури на зелене добриво. Якщо зернобобова культура виступає як сидерат, то добрив взагалі не вносять або вносять лише фосфорні та калійні добрива, які призначені для основної культури. У цьому випадку доцільно використовувати фосфорні та калійні добрива з низьким вмістом та важкорозчинними, особливо вирощуючи люпини. При використанні культур

родини тонконогових як сидератів, а також при їхньому висіванні після попередників із стерньових, рекомендується внести третину чи половину норм азотних добрив, передбачених для основної культури, під сидерат. Цей підхід був успішно застосований при вирощуванні картоплі, коли фосфорні та калійні добрива, а також половина норми азотних добрив, були внесені під сидерат. У такому випадку біомаса сидерату збільшилась удвічі, зникла загроза нагромадження нітратів у бульбах картоплі, а її рослини ефективно засвоювали поживні речовини протягом усього періоду мінералізації зеленого добрива [23].

Введення чистих зелених добрив (без використання рідких органічних добрив або мінерального азоту) може спричинити зниження врожайності основної культури через фіксацію азоту мікрофлорою ґрунту та його тимчасове утримання у формах, недоступних для рослин. Також фіксація азоту добрив у ґрунті значно зростає при внесенні рослинних залишків з низьким вмістом азоту. Отже, в системі удобрення слід передбачати додавання до зеленої маси не менше 10 кг/т мінерального азоту або 6–8 т рідкого гною або гноївки, або ж рідкого пташиного посліду [23, 24]. Також важливо зазначити, що чим менше міститься азоту у фітомасі, тим більше його фіксація з ґрунту. Іншими словами, мікроорганізми віддають перевагу азоту з рослинної матерії, і при низькому вмісті азоту у рослинних залишках їм доводиться використовувати азот із ґрунту [25].

Зерно-бобові культури здатні акумулювати повітряний азот, що дозволяє знижувати потребу у мінеральних азотних добривах. Однорічні бобові мають велике різноманіття видів та отримали значну популярність. До переваг таких сидератів можна віднести той факт, що навіть після збору зеленої маси на корм для худоби, вміст гумусу та азоту в ґрунті не зменшується, завдяки великій масі кореневих залишків [26]. Окрім фіксації азоту, їх важливість полягає у розрушенні глибоких шарів підземної води та зменшенні водонепроникного шару. Серед них буркун білий є найкращим варіантом, оскільки він відзначається стійкістю до посух та морозів, високим

насіннєвим врожаєм та низькими вимогами до кількості насіння, яке потрібно висівати [27].

Ще однією особливістю зерно-бобових культур є їх вміст кальцію [28]. У Північному Степу України як сидерати, які передують вирощуванню озимої пшениці, рекомендовано вирощувати горох, буркун білий, вику яру, еспарцет, ріпак ярий та озимий, гірчицю білу, гречку та редьку олійну [29]. Однією з найцінніших бобових культур, що стабільно формує високу зелену масу, є буркун білий однорічний. Його відзначають комплексом господарських та еколого-біологічних особливостей. Саме тому введення цієї рослини найповніше сприятиме біологізації сільськогосподарського виробництва та запровадженню екологічно безпечних та прогресивних технологій [30]. Буркун виявляє високу пластичність, він може рости на різних типах ґрунтів, за винятком кислих ґрунтів. Важливо зазначити, що на тяжких ґрунтах з важким гранулометричним складом, де материнська порода - малопроникні суглинки, він теж добре росте. Його глибока коренева система дозволяє проникати в ґрунт навіть на глибину 3-4 метри [19].

Буркун білий однорічний є стійким до посух та високих температур культурою з надійними врожаями. Використання його як зеленого добрива призводить до повернення в ґрунт до 150–200 кг/га азоту. Крім того, цей вид культури є відмінним джерелом нектару для бджіл. Проте, нестача рекомендацій з вирощування буркуну білого однорічного вимагає розробки та удосконалення ключових аспектів технології його культивування [31].

Ця рослина має значну кількість твердих насінин (до 60-80%), тому перед посівом важливо провести їхню обробку шляхом скарифікації.

Висновки досліджень свідчать, що ґрунтові шкідники, такі як дротяники та псевдодротяники, були повністю викорінені з полів, де вирощувався буркун. Однією з можливих причин цього є наявність дикумарину, досить отруйної речовини, яка утворюється при мінералізації рослинних залишків. Крім того, вирощування буркуну відоме здатністю значно зменшити кількість одного з основних шкідників – зернової нематоди [32].

Вика яра є важливим попередником для більшості культур, оскільки вона може накопичувати до 80–100 кг/га біологічного азоту у ґрунті, а також залишає значну кількість органічної маси після свого росту [33]. Необхідність введення мінеральних добрив безпосередньо під вику виникає на менш родючих ґрунтах. На більш збагачених ґрунтах після належного удобрення попередників можна обмежитися лише передпосівною обробкою насіння кобальтом та молібденом, а також введенням гранульованого суперфосфату у рядки під час сівби в нормі 10 кг/га добрив [34]. У випадку висівання культури на менш багатих ґрунтах рекомендується додаткове введення фосфорних та калійних добрив [34].

В той же час, збільшення фітомаси вики ярої можна досягти, внісши невелику стартову дозу азотних добрив під час посіву. Залежно від внесеного добрива, урожайність зеленої маси може варіювати від 18,0 до 36,0 т/га [14].

Посів вики ярої без супровідного злакового компоненту призводить до того, що вона стелиться по поверхні ґрунту, затінюючи бур'яни та захищаючи ґрунт від вітру та дощу. В таких умовах склад бур'янового компоненту змінюється, і деякі з бур'янів гинуть ще на етапі проростання [35]. Міцна коренева система цієї культури має габітус, що відповідає надземній масі, і проникає в ґрунт на глибину понад 1 м, значно таким чином покращуючи структуру ґрунту [36].

Якщо у посівах переважають злакові культури [37, 38], то вимоги до санітарного стану ґрунту за рахунок використання сидератів зростають [39]. Використання культур з даної ботанічної групи на Правобережному Лісостепу України є нецільовим.

Гречка, завдяки значній кількості поживних речовин, які залишаються після її вирощування, сприяє зниженню забур'яненості полів та загальному поліпшенню агрофізичних і хімічних властивостей ґрунту [40]. Оскільки гречка має не дуже розвинену кореневу систему та високі вимоги до живлення, вона добре відгукується на додаткове удобрення. Процес засвоєння елементів живлення гречкою відбувається нерівномірно; у фазу бутонізації

співвідношення між N : P2O5 : K2O у рослинах складає близько 2,4 : 1 : 4,6 [41]. Після вирощування гречки ґрунт стає більш розпушеним та вільним від бур'янів, що сприяє покращенню врожаю як для озимих, так і для інших культур [42].

У ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області гречку першого урожаю зеленої маси відбирають на стадії перших стиглих плодів, після чого проводять дискування. Збирані плоди проростають, і на стадії «цвітіння-утворення перших стиглих плодів у рослин» проводиться повторне дискування. При наявності достатньої кількості опадів може виникнути і третій урожай зеленої маси гречки, який також використовують як зелене добриво. Завдяки цій методології вноситься приблизно 65 тонн біомаси в ґрунт, яка містить 200 кг азоту, 140 кг P2O5 та 300 кг K2O [43].

Отже, використання зелених добрив є ключовим елементом стійкості та саморегуляції агроекосистем польових угідь. Крім того, сидеральні культури покращують агрохімічні та агрофізичні показники ґрунту, його мікробіологічну активність та зменшують міграцію нітратів вздовж ґрунтового профілю, що має важливий екологічний вплив.

РОЗДІЛ 2
ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика редьки олійної

Редька олійна, наукова назва якої Raphanus sativum d. var. olifera Metrg., входить до родини хрестоцвітих (Cruciferae). Це трав'яна однорічна рослина з сизим, розгалуженим та прямостоячим стеблом заввишки від 40 до 120 см і більше. Корінь тонкий і стрижневий, дуже розгалужений, проникає в ґрунт на глибину 2,5–3 м, дозволяючи рослинам отримувати вологу і поживні речовини з глибоких шарів ґрунту.

Листки прикореневі великі, черешкові, вкриті густо сидячими волосками, мають ліроподібну форму та є перисто-розсіченими. Верхні листки цілі, гладенькі і мають ланцетну форму, тоді як середні наближаються до нижніх листків за формою.

Суцвіття має щитковидну китицю, в якій може бути від 25 до 80 квіток. Квітки двостатеві, без приквітників. Чашечка складається з 4 опадаючих чашолистиків. Квітки мають блідо-фіолетовий колір. У кожної квітки є 6 тичинок, 2 з яких короткі і 4 довгі. Маточка складається з 2 плодолисточків, які зрослися, і верхня зав'язь.

Плід представляє собою лінійний, чотиригранний стручок завдовжки від 3 до 6 см і завширшки від 2 до 3,5 мм. Він має бугристу поверхню та розкривається при дозріванні. В стручках міститься від 16 до 22 насінин. Насіння мають дрібний розмір та овально-округлу форму, вони можуть бути коричневого, чорно-сизого або жовтого кольору. Насіння не слизнюється у воді та мають дуже гіркий смак. Вага 1000 насінин становить від 7 до 12 г.

Редька олійна дуже чутлива до характеристик ґрунту, що впливає на врожайність та стійкість до посухи. Її насіння проростають при температурі близько 1–2°. Редька олійна потребує 1600 – 1650° тепла протягом вегетаційного періоду. Ця рослина відзначається стійкістю до короткотермінових приморозків навіть у фазу розетки та пізніше. Це дозволяє

сіяти її восени.

Вегетаційний період редьки олійної триває 40 – 50 днів до початку цвітіння. Ця рослина відноситься до довгоденних рослин, і вегетаційний період може скорочуватися зі збільшенням широти вирощування. Навіть у післяукісних і післяжнивних посівах у Лісостепу і на Поліссі вона може формувати до 300 ц/га високобілкової зеленої маси. Редька олійна має невисокий ризик ураження шкідниками та хворобами. Її склад містить 12 – 14% сухої речовини, 26 – 29% сирого протеїну, а також сірку, фосфор, кальцій та каротин [44].

2.2. Особливості сорту Журавка

На момент 2023 року в Україні було занесено до реєстру сортів рослин, які можна вирощувати, три сорти редьки олійної. Два з них, Райдуга і Либідь, були зареєстровані відповідно у 1984 та 1995 роках, а сорт Журавка – у 2000 році. Ми зосередили наше дослідження саме на сорті Журавка, який був розроблений Івано-Франківським інститутом агропромислового виробництва.

Цей сорт характеризується високою продуктивністю, набираючи сім балів за десятибальною шкалою. В порівнянні з сортом Либідь, він перевершує його за продуктивністю на 2 бали або на 20%.

Журавка є сортом двобічного використання, який може бути використаний як олійна і кормова культура, здобуваючи врожайність зеленої маси від 290 до 380 ц/га (згідно з результатами державного сортовипробування).

За десятибальною шкалою його оцінка становить 6 балів щодо стійкості до посухи і хвороб, 7 балів щодо стійкості до осипання і 8 балів щодо стійкості до хвороб. За трьома господарсько-цінними показниками – стійкість до посухи, осипання і хвороб – цей сорт перевищує сорт Либідь на один бал.

Сорт Журавка рекомендований для вирощування як в Лісостепу так і Степу [45].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

Фермерське господарство «Богдан-Агро-М» розташоване в північній частині Лісостепу у селі Мошни Черкаської області. Більшість грунтів на території господарства представлені темно-сірими лісовими грунтами. Ці грунти охоплюють поля польової сівозміни та в обмеженій кількості присутні в кормовій сівозміні. Характеризуються темно-сірим гумусовим горизонтом товщиною 32–35 см, який є середньогумусованим та має слабу ілювіацію. За своїми характеристиками та властивостями вони подібні до чорноземів, які пройшли опідзолення. Процеси опідзолення виявляються слабко помітними, а накопичення гумусу відбувається інтенсивно. Гранулометричний склад відзначається середньо- або легкосуглинковою структурою, яка, хоча має кращу структуру, але меншу водостійкість. Лінія залягання карбонатів розташована в нижній частині перехідного горизонту або в материнській породі. [46]. Основні агрохімічні показники ґрунту представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика темно-сірого ґрунту
ФГ «Богдан-Агро-М»

Показник	Метод визначення	Шар ґрунту, см	
		0–30	30–50
Гумус, %	За Тюріним	2,85	2,40
Азот легкогідролізований, мг/кг	За Корнфілдом	81	64
Рухомі фосфати, мг/кг	За Чириковим	93	78
Рухомий калій, мг/кг	За Чириковим	101	85
pH сольової суспензії	Потенціометричний	5,08	5,23

Отже, з урахуванням всіх фізико-хімічних властивостей, ґрунт можна віднести до категорії ґрунтових типів помірно континентальної східноєвропейської фації. З придатними погодними умовами та дотриманням правил агротехніки для вирощування сільськогосподарських культур, цей ґрунт може забезпечити високу продуктивність сільськогосподарських культур.

3.2. Погодні умови

Продуктивність післяжнивних посівів хрестоцвітних культур в значній мірі залежить від кліматичних умов в даній зоні, таких як кількість фотосинтетично-активної радіації, кількість опадів та тепловий режим культур протягом вегетаційного періоду.

Згідно з даними, отриманими з місцевої метеостанції (таблиця 2) та інших багаторічних спостережень, можна зазначити, що кліматичні ресурси в зоні, де розташоване господарство, є в достатній мірі задовільними, що сприяє формуванню урожаю післяжнивних посівів редьки олійної до процесу заорювання [47].

Таблиця 2

Характеристика кліматичних умов у роки проведення досліджень

Роки	Місяці												Сума опадів за рік
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	
Середньомісячна температура повітря , ˚С													
2021	-3,9	-0,7	-1,3	5,4	16,9	15,9	19,3	18,1	11,6	9,5	3,8	-0,3	8,4
2022	-0,9	-1,3	3,9	8,4	15,1	19,0	20,9	20,9	16,7	7,0	4,1	1,7	9,6
Серед. бага-торічна	-6,2	-5,5	-0,3	6,8	13,9	17,0	18,8	18,1	13,5	7,7	1,1	-3,8	7,7
Кількість опадів, мм													
2021	35,5	49,4	18,8	30,6	53,3	53,3	23,7	21,7	3,0	62,2	51,3	35,5	438
2022	41,5	34,5	45,4	35,5	64,2	35,5	43,4	33,6	34,5	46,4	55,3	12,8	489
Серед. бага-торічна	35	38	37	47	74	82	78	62	52	52	38	40	535

Клімат зони помірно-континентальний, теплий. Середньорічна температура повітря +7,7 ˚С, сума опадів за рік 535 мм, за вегетацію 328 мм, ГТК літнього періоду складає 1,28.

Перехід середньодобової температури повітря через +5˚С навесні випадає на 27–30 березня, через +10˚С – 19–24 квітня. Восени – через +10˚С у другій декаді жовтня і через +5˚С на початку листопада.

Сума ефективних температур яка вище +10˚С і +5˚С в середньому складає 2760 і 3020 градусів. Довжина безморозного фазису – 178–199 днів, з температурою вище +5˚С 198–222 днів. Середньодобова температура ґрунту під час посіву на глибині 10 см – 1–10˚С. Валові запаси продуктивної вологи в ґрунті весною перед посівом на початку вегетації в шарі 0–100 см складають 157–164 мм.

Нетипові кліматичні умови серед років досліджень склалися у 2021 році. Так, у цьому році випало найменша кількість опадів, лише 438мм проти 535 мм за середньобагаторічними даними. За вегетаційний період редьки олійної кількість опадів була меншою у 1,9 рази. Температура повітря протягом року була вищою на 1,4 ^{0}С. Ріст і розвиток редьки олійної проходив у доволі несприятливих умовах та з невисокою віддачею від внесених добрив.

2022 рік виявився доволі жарким і посушливим. Річна температура повітря була на 2,1 ^{0}С більша, а сумарна кількість опадів на 46 мм менша за середньобагаторічні дані. Протягом вегетації сума опадів була на 87 мм меншою, а температура повітря на 1,7 ^{0}С вищою за дані середньо багаторічні. Ріст і розвиток олійної редьки проходив у певною мірою сприятливих умовах та з пересічною віддачею внесених добрив.

.

3.3. Схема досліду

У наших дослідженнях ми вивчали порівняльний вплив застосування різних доз азоту на врожайність вегетативної маси редьки олійної.

Дослідження проводили в польовому досліді з внесенням азоту під редьку олійну за такою схемою:

1. Без добрив (контроль)
2. N_{30}
3. N_{60}
4. N_{90}

Площа посівної ділянки 108м^2 (10,8 х 10 м), облікової – 43,2 м^2 (7,2 х 6 м) при систематичному розміщенні та триразовому повторенні варіантів.

Вказаний метод розміщення ділянок було обрано з тією метою, щоб на дослідній ділянці можна було б краще окомірно порівнювати варіанти між собою.

3.4. Агротехніка вирощування редьки олійної у досліді

Післяжнивну редьку олійну у досліді вирощували після озимої пшениці. Зразу після збирання попередника в два сліди на глибину 6–8 см провели лущення стерні за допомогою ЛДГ– 15 в агрегаті з трактором Т–150 К.

Сівба олійної редьки є однією з найважливіших операцій у технології її вирощування. Важливими аспектами цього процесу є виконання всіх технологічних вимог, проведення сівби в оптимально короткі терміни, забезпечення рівномірної глибини засіву насіння, його розміщення в щільному ліжку, а також дотримання заданих інтервалів між насінням та прямолінійність сівби, що є передумовою для отримання рівномірних та повних сходів.

Сівбу та внесення добрив (аміачної селітри) виконували за допомогою звичайної рядкової сівалки СЗЛ–3,6, яка працювала в агрегаті з трактором МТЗ–80. Глибина засіву насіння становила 3–4 см.

Внесення вегетативної маси редьки олійної в ґрунт виконували за допомогою оранки на глибину 25–30 см за допомогою плуга ПЛН–4–35, який працював в агрегаті з трактором Т–150К.

3.5. Методика проведення досліджень

Відбір взірців ґрунту в польовому досліді для визначення руху вмісту в ньому мінерального азоту, рухомих форм фосфору і калію – з 0–40 см шару в такі строки: на початку вегетації та перед заорюванням зеленої маси в ґрунт.

У відібраних, згідно програми досліджень, зразках ґрунту визначали:

– нітратний азот – іонометричним методом [48];

– обмінний амоній – в 0,1н KCl витяжці з подальшим фотоколориметруванням з реактивом Неслера [48];

– рухомі сполуки фосфору – вилученням їх 0,5Н розчином CH_3COOH з наступним фотоколориметруванням за методом Чирикова [48];

– рухомий калій – вилученням його 0,5Н розчином CH3COOH з наступним пропусканням на полуменевому фотометрі за методом Чирикова [48];

– вологість ґрунту – термостатно-ваговим методом [49];

– запаси продуктивної вологи і коефіцієнт водоспоживання – розрахунковим способом [49];

Економічну ефективність застосування добрив розраховували згідно з технологічної картою та відповідними рекомендаціями [50].

Опрацювання результатів досліджень проводили, використовуючи загальноприйняті методи математичної статистики.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.3. Поживний режим ґрунту за внесення різних кількостей азотних добрив

Винесення поживних речовин з ґрунту оцінюють за їх кількістю, яка вивозиться з урожаєм основної і нетоварної продукції з одиниці площі. Повернення цих речовин до ґрунту оцінюють за кількістю, яка надходить з добрив, включаючи насіння, опади та процеси фіксації молекулярного азоту з атмосферного повітря та інше.

У зв'язку із збільшенням кількості населення на планеті припускають, що річний зріст виробництва продуктів харчування має складати не менше 3-4%. Останніми роками приблизно 4/5 приросту рослинницької продукції в світі було досягнуто завдяки розширенню посівних земель.

Сільськогосподарські урожаї мають потенціал врожайності, який насправді вищий, ніж ми усвідомлюємо. Одним з основних завдань сільськогоспвиробників є розкриття цього потенціалу. Наприклад, світовий рекорд у врожайності пшениці перевищив 16 тонн на гектар, а кукурудзи – більше 22 тонн на гектар. Фізіологічна продуктивність злаків ще вища, і досягнення цієї продуктивності для кожного гібриду або сорту є завданням сучасної науки та практики. Для цього потрібно чітко розуміти всі компоненти урожайності – природні, господарські, біологічні – і мінімізувати втрати врожаю з кожного з них.

Науковці підтверджують, що азотні добрива забезпечують більше 25% приросту урожайності сільськогосподарських культур, у той час як калійні та фосфорні добрива забезпечують відповідно 10% та 8%. Отже, отримати високий врожай сільськогосподарських культур можливо лише шляхом використання значної кількості азотних добрив. Вплив різних доз азотних добрив на даний процес представлено у таблицях 3–5 та додатках А і Б.

Кількість $N\text{-}NO_3$ у ґрунті розрізнялася і значно залежала від внесеної кількості азотних добрив. Наприклад, в середньому за 2021-2022 роки спостерігалось збільшення цього показника пропорційно зростанню внесених азотних добрив. Проте загальна кількість азоту у формі $N\text{-}NO_3$ в верхньому шарі ґрунту на глибині 0-40 см була відносно низькою. Мінімальний рівень цього показника був виявлений на ділянці, де добрив не використовували, наприклад, у контрольних зонах. На початку вегетації післяжнивних культур у верхньому шарі ґрунту (0–20см і 20–40см) концентрація $N\text{-}NO_3$ становила 5,2 і 3,7 мг/кг ґрунту відповідно перед заорюванням редьки олійної..

Таблиця 3

Динаміка нітратного азоту в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за 2021–2022 рр., мг/кг ґрунту

Варіант досліду	Початок вегетації		Перед заорюванням	
	1*	2**	1	2
1. Без добрив (контроль)	5,2	2,9	3,7	2,1
2. N_{30}	5,9	3,5	4,1	2,3
3. N_{60}	6,6	4,0	3,9	2,4
4. N_{90}	7,1	4,3	4,4	2,4
$НІР_{0,5}$	0,2	0,2	0,2-0,1	0,1-0,2

Примітка. 1*– шар ґрунту 0–20 см, 2**– 20–40 см.

Використання мінеральних добрив, навіть у найменших кількостях, наприклад N_{30}, призвело до підтвердженого збільшення вмісту NO^{3-} на початку вегетації у верхньому шарі ґрунту (0–20 см і 20–40 см) порівняно з контролем. Це збільшення становило 0,6 і 0,4 мг/кг ґрунту, відповідно, і перед заорюванням післяжнивної культури було 0,3 і 0,1 мг/кг ґрунту. При подвоєній дозі азотних добрив (N_{60}) вміст NO^{3-} на початку вегетації редьки олійної у верхньому шарі ґрунту (0–20 см і 20–40 см) був значно вище,

складаючи 6,8 і 4,2 мг/кг ґрунту відповідно. Це значно перевищує (на 1,2 і 1,1мг/кг ґрунту) показники контрольної ділянки. Перед заорюванням післяжнивної культури вказаний показник був вищий на 0,2 і 0,4 мг/кг ґрунту відповідно. За потроєною дозою азоту (N_{90}) середні значення вмісту нітрату у порівнянні з контролем (без удобрення) на початку вегетації редьки олійної у верхньому шарі ґрунту (0–20 см і 20–40 см) були значно вищими на 1,8 і 1,2 мг/кг ґрунту відповідно.

Перед заорюванням післяжнивної культури вказаний показник також перевищував контроль на 0,7 і 0,3 мг/кг ґрунту. У порівнянні з контрольним варіантом, використання різних доз азотних добрив під післяжнивний посів редьки олійної призвело до збільшення вмісту нітратного азоту у верхньому шарі ґрунту (0–40 см). Найбільш позитивний ефект спостерігався на ділянці з внесенням N_{90}.

Серед даних, зібраних у нашому дослідженні протягом 2021-2022 рр., чітко спостерігається тенденція до збільшення рівня нітратного азоту в ґрунті на ділянках, де були внесені азотні добрива (див. рис. 1).

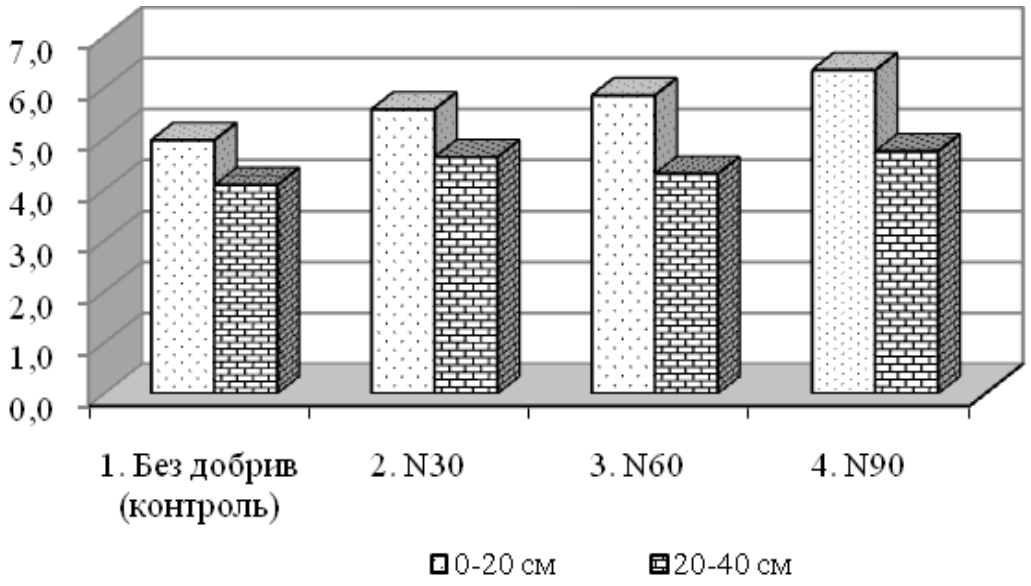

Рис. 1. Уміст нітратного азоту в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за вегетацію (середнє за 2021–2022 рр.), мг/кг ґрунту

Була виявлена тісна кореляційна зв'язок (див. Додаток В) між концентрацією нітратів у верхньому ґрунтовому шарі (0-40 см) на початку вегетації редьки олійної та врожайністю її біомаси. Ця залежність описується наступним рівнянням:

$$y = 1{,}2x + 7{,}135$$

де у – урожайність фіто маси;

х – уміст $N\text{-}NO^{3-}$ в шарі ґрунту 0– 40 см.

Коефіцієнт кореляційної залежності у досліді становив 0,92.

В шарі грунту 0-40 см уміст амонійного азоту, при внесенні азотових добрив також підвищувався (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка амонійного азоту в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за 2021–2022 рр., мг/кг ґрунту

Варіант досліду	Початок вегетації		Перед заорюванням	
	1*	2**	1	2
1. Без добрив (контроль)	18,8	18,1	13,2	12,5
2. N_{30}	22,7	21,0	14,6	14,3
3. N_{60}	25,5	23,1	16,1	15,3
4. N_{90}	27,6	24,9	16,3	15,7
$НІР_{0,5}$	1,0-1,2	0,7-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8

Примітка. 1*– шар ґрунту 0–20 см, 2**– 20–40 см.

Результати наших досліджень вказують на те, що вміст амонійного азоту ($N\text{-}NH_4$) у ґрунті був на досить невисокому, можна сказати, низькому рівні. У середньому за роки проведених експериментів, цей показник був найменшим на контрольній ділянці, де добрива не застосовувались. Перед заорюванням післяжнивної культури редьки олійної, вміст амонійного азоту у

верхньому ґрунтовому шарі (0–20 см) становив 13,2 і 16,4 мг/кг ґрунту, а у глибшому шарі (20–40 см) — 12,6 і 15,9 мг/кг ґрунту.

На ділянці, де було внесено одинарну норму азотних добрив (N30), спостерігалось відчутне збільшення вмісту амонійного азоту в порівнянні з контрольною ділянкою (без внесення добрив) на початку вегетації. Верхній шар ґрунту (0–20 см) мав показник на рівні 3,9 мг/кг вище, а глибший шар (20–40 см) – на 2,9 мг/кг вище. Перед заорюванням зеленої маси післяжнивної редьки олійної спостерігалася підвищена кількість амонійного азоту у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) на 1,4 мг/кг і у глибшому (20–40 см) – на 1,8 мг/кг в порівнянні з контролем.

При використанні подвійної норми азоту (N60), виявлено, що вміст амонійного азоту на початку вегетації у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) становив 25,4 мг/кг, а у глибшому (20–40 см) – 23,1 мг/кг. Це значно вище, на 6,6 мг/кг і 5,0 мг/кг відповідно, ніж на ділянці, де не вносили добрив. Перед заорюванням зеленої маси післяжнивної редьки олійної, вказаний показник також був значно вищим, на 2,9 мг/кг і 2,8 мг/кг відповідно, порівняно з контрольною ділянкою.

При потроєній нормі азоту (N90) виявлено, що вміст амонійного азоту на початку вегетації у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) був достовірно вищим, на 8,8 мг/кг, а у глибшому (20–40 см) — на 6,8 мг/кг, порівняно з ділянкою без внесення добрив. Перед заорюванням зеленої маси післяжнивної редьки олійної, вказаний показник також був значно вищим, на 3,1 мг/кг і 3,2 мг/кг відповідно, в порівнянні з контролем.

Серед даних, зібраних у нашому дослідженні протягом 2021-2022 рр., чітко спостерігається тенденція до збільшення рівня амонійного азоту в ґрунті на ділянках, де були внесені азотні добрива (див. рис. 2).

Була виявлена тісна кореляційна зв'язок (див. Додаток В) між концентрацією амонію у верхньому ґрунтовому шарі (0-40 см) на початку вегетації редьки олійної та врожайністю її біомаси. Ця залежність описується наступним рівнянням:

$$y = 5{,}277x + 32{,}32$$

де у – урожайність фіто маси;

х – уміст $N–NH_4$ в шарі ґрунту 0 – 40 см.

Коефіцієнт кореляційної залежності у досліді становив 0,92.

У нашому дослідженні виявлено, що зі збільшенням кількості азотних добрив спостерігалось збільшення вмісту та запасів мінерального азоту (N–NO3 + N–NH4) у ґрунті у середньому за 2021–2022 роки на початку вегетації післяжнивної редьки олійної. Це видно з даних, представлених у таблиці 5 та на рисунку 3. На ділянці, де не вносили азотні добрива (контроль), у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) та глибшому (20–40 см) вміст азоту у мінеральній формі склав відповідно 24,0 мг/кг і 21,2 мг/кг, а запаси становили 48,0 кг/га і 42,4 кг/га.

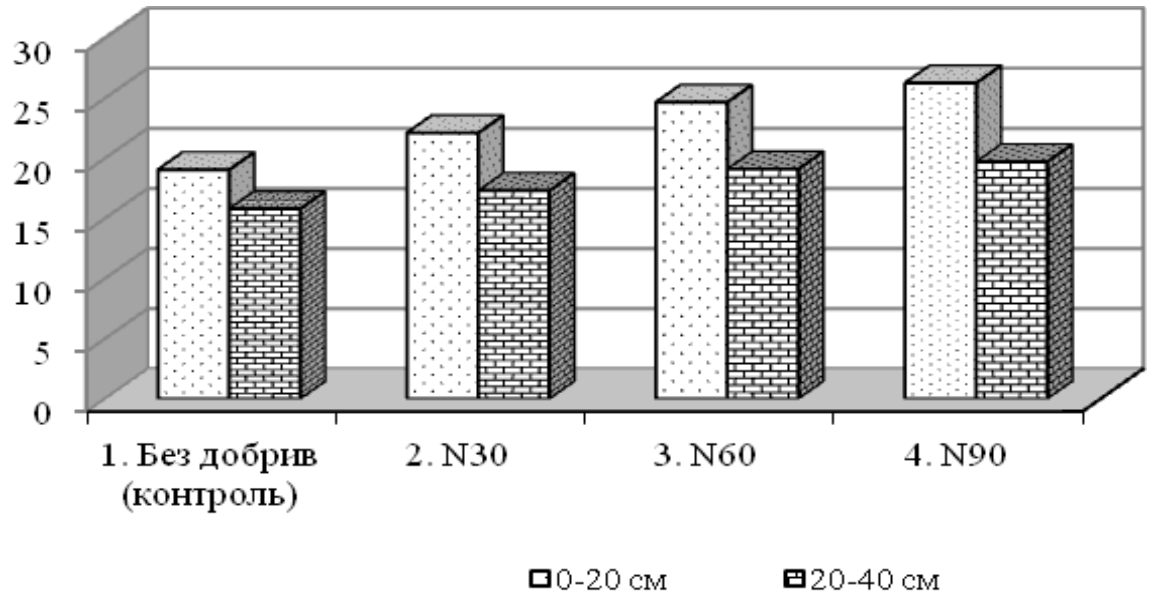

Рис. 2. Уміст амонійного азоту в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за вегетацію (середнє за 2021–2022 рр.), мг/кг ґрунту

Таблиця 5

Вміст мінерального азоту в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за 2021–2022 рр., мг/кг ґрунту

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	
	0–20	20–40
1. Без добрив (контроль)	24,0	21,2
2. N_{30}	28,5	24,7
3. N_{60}	32,1	27,2
4. N_{90}	34,8	29,4

На ділянці, де було внесено одинарну норму азотних добрив (N30), спостерігалось відчутне збільшення вмісту мінерального азоту в порівнянні з контрольною ділянкою (без внесення добрив) на початку вегетації. Верхній шар ґрунту (0–20 см) мав показник на рівні 4,5 мг/кг вище, а глибший шар (20–40 см) – на 3,5 мг/кг вище, що становило приріст його запасів – на 9,0 і 7,5 кг/га ґрунту.

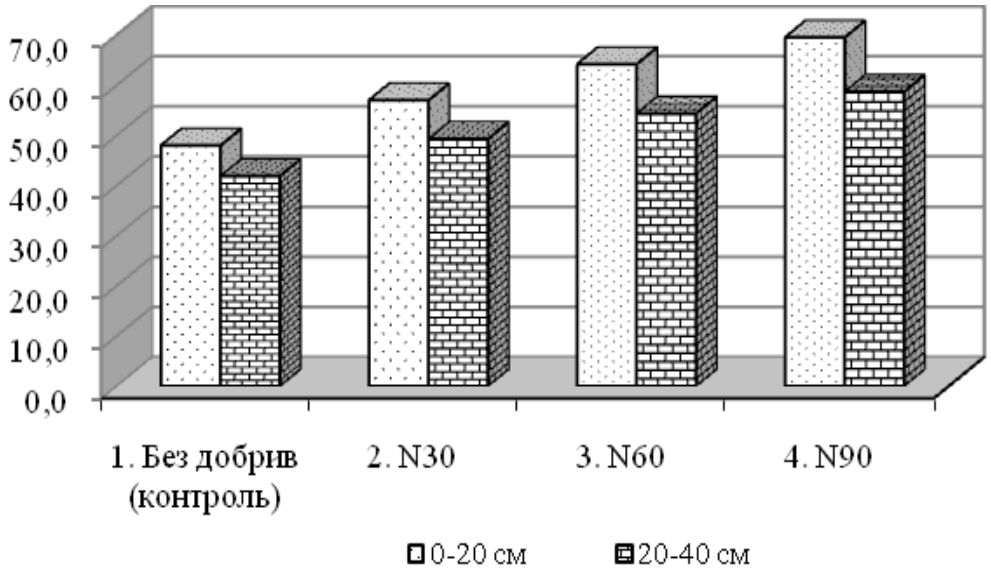

Рис. 3. Уміст мінерального азоту в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, на початку вегетації (середнє за 2021–2022 рр.), кг/га ґрунту

При використанні подвійної норми азоту (N60), виявлено, що вміст амонійного азоту на початку вегетації у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) становив 32,1 мг/кг, а у глибшому (20–40 см) – 27,2 мг/кг. До контролю приріст його запасів становив відповідно 16,2 і 12,5 кг/га ґрунту.

При потроєній нормі азоту (N90) виявлено, що вміст амонійного азоту на початку вегетації у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) був достовірно вищим, на 10,8 мг/кг, а у глибшому (20–40 см) — на 8,2 мг/кг, порівняно з ділянкою без внесення добрив. До контролю приріст його запасів становив відповідно 21,4 і 16,6 кг/га ґрунту.

Була виявлена тісна кореляційна зв'язок (див. Додаток В) між концентрацією мінерального азоту у верхньому ґрунтовому шарі (0-40 см) на початку вегетації редьки олійної та врожайністю її біомаси. Ця залежність описується наступним рівнянням:

$$\mathbf{y = 6{,}372x + 39{,}46}$$

де у – урожайність фіто маси;

х – уміст мінерального азоту в шарі ґрунту 0 – 40 см.

Коефіцієнт кореляційної залежності у досліді становив 0,92.

Фосфор є одним з трьох основних елементів у рослинному харчуванні та має важливе значення для росту та розвитку рослин. У сільському господарстві фосфорні добрива є другими за вживанням, одразу після азотних.

Рослини засвоюють фосфор менше ніж азот, але цей елемент грає ключову роль у їхньому житті. Вміст фосфору у рослинах коливається від 0,5% до 1% сухої речовини, і близько 10–15% цього вмісту припадає на мінеральні сполуки, а решта 85–90% на органічні. Це співвідношення залежить від віку рослини та її загального забезпечення фосфором. У зелених рослин переважна частина органічного фосфору міститься в старих та застарілих частинах.

Правильне живлення фосфором сприяє розвитку процесів, пов'язаних із цвітінням, запиленням та дозріванням плодів. Зайвий фосфор може спричинити передчасне старіння та відмирання листя, прискорене дозрівання плодів, що в свою чергу може призвести до неочікуваних врожаїв сільськогосподарських культур [51, 52].

Наші дослідження щодо впливу азотних добрив на пересування фосфору у ґрунті під післяжнивною редькою олійною презентовано у таблиці 6 та на рисунку 4 для середнього значення за 2021–2022 рр.

Дані з таблиці 4 свідчать, що різні дози азотових добрив не мали суттєвого впливу на концентрацію рухливих форм фосфору в ґрунті як на початку вегетації редьки олійної, так і перед її заробкою. У середньому протягом досліджуваних років (2021-2022 рр.) вміст рухливих форм фосфору коливався від 110 до 119 мг/кг ґрунту на початку вегетації та від 1074 до 111 мг/кг перед заробкою.

Таблиця 6

Динаміка рухомого фосфору в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за 2021–2022 рр., мг/кг ґрунту

Варіант досліду	Початок вегетації		Перед заорюванням	
	1*	2**	1	2
1. Без добрив (контроль)	119	110	109	104
2. N_{30}	114	114	106	105
3. N_{60}	118	113	110	107
4. N_{90}	118	112	111	105
$НІР_{0,5}$	6,8-7,1	6,3-6,8	6,1-6,6	6,3-6,5

Примітка. 1*– шар ґрунту 0–20 см, 2**– 20–40 см.

У середньому протягом вегетаційного періоду редьки олійної концентрація рухливих сполук фосфору у верхньому шарі ґрунту (0–40 см) змінювалася від 107 до 114 мг/кг ґрунту і не корелювала з внесеними дозами азотових добрив.

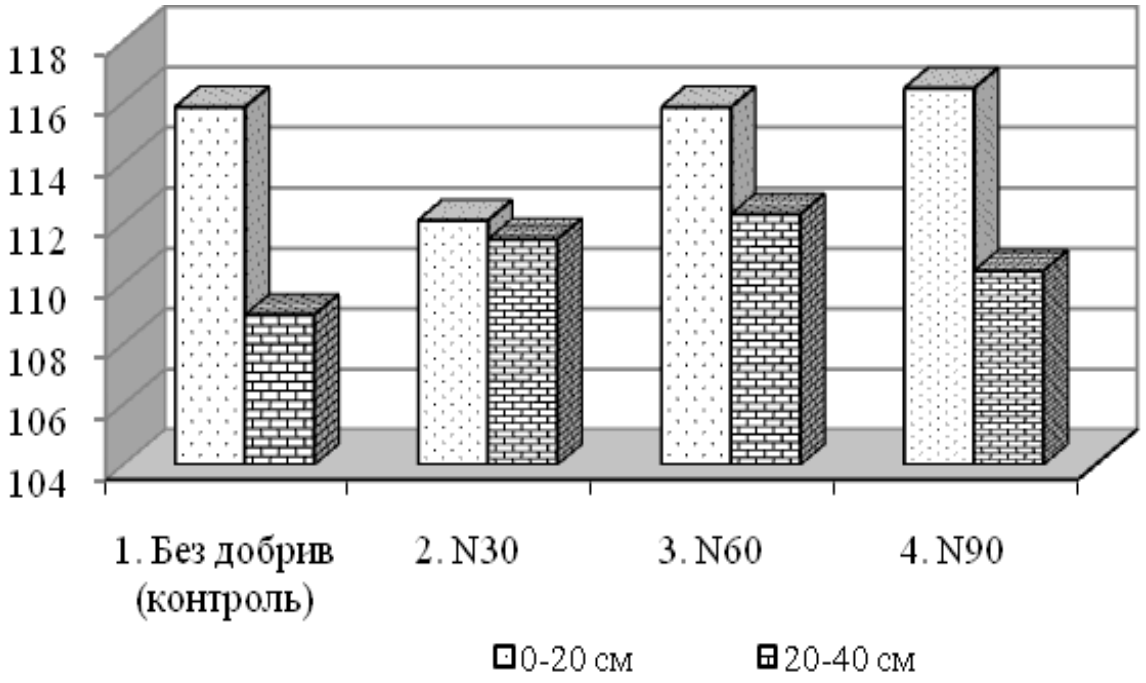

Рис. 4. Уміст рухомого фосфору в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за вегетацію (середнє за 2021–2022 рр.), мг/кг ґрунту

Крім азоту та фосфору, калій є одним із ключових макроелементів для живлення рослин. В рослинах калій перебуває у формі іонів, майже не входячи у склад органічних сполук клітин. Протягом росту та розвитку рослин калій переміщується зі старих органів до нових, де його можна повторно використовувати. Тому концентрація K_2O у вегетативних органах завжди вища, ніж у насінні, коренеплодах та бульбах. Наприклад, листові пластинки соняшнику, картоплі та буряка містять приблизно 4–6% калію, у соломі зернових культур – 1,0–1,5%, у капусті – до 0,6% на суху речовину, тоді як у насінні зернових культур концентрація становить близько 0,5%, а в

коренеплодах і бульбах – 0,3–0,6% [51, 52].

Наші дослідження щодо впливу азотних добрив на пересування калію у ґрунті під післяжнивною редькою олійною презентовано у таблиці 7 та на рисунку 5 для середнього значення за 2021–2022 рр.

Таблиця 7

Динаміка рухомого калію в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за 2021–2022 рр., мг/кг ґрунту

Варіант досліду	Початок вегетації		Перед заорюванням	
	1*	2**	1	2
1. Без добрив (контроль)	124	116	122	114
2. N_{30}	126	114	123	113
3. N_{60}	122	118	123	113
4. N_{90}	125	117	121	112
$НІР_{0,5}$	6,2-6,8	6,3	6,0	5,6-5,7

Примітка. 1*– шар ґрунту 0–20 см, 2**– 20–40 см.

Згідно з інформацією з таблиці 7, азотні добрива не мали значного впливу на кількість K_2O в шарі ґрунту глибиною 0-40 см як на початку вегетації, так і перед заробкою врожаю. Уміст рухомих сполук калію у 2021–2022 роках в середньому варіював в межах 122–126 мг/кг ґрунту для шару 0–20 см та 114–118 мг/кг ґрунту для шару 20–40 см на початку вегетації, або 121–123 мг/кг ґрунту та 112–114 мг/кг ґрунту перед заробкою. Не було помітної різниці між різними дозами азотних добрив щодо вмісту K_2O в ґрунті, незалежно від термінів вимірювань та середніх значень протягом вегетації редьки олійної, яку вирощували у післяжнивних посівах.

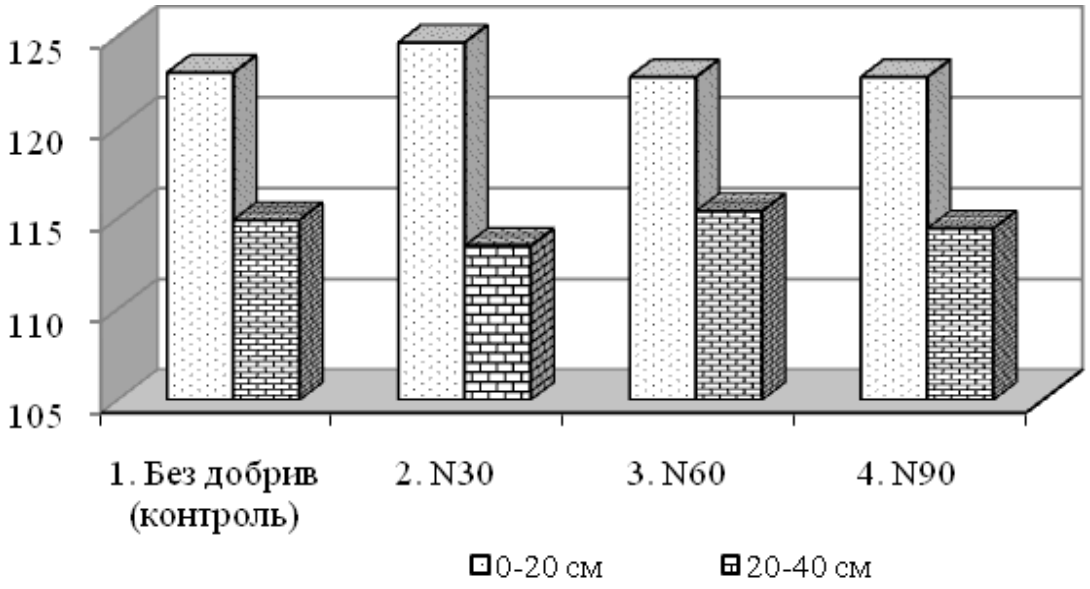

Рис. 4. Уміст рухомого калію в ґрунті під післяжнивною редькою олійною за внесення азотних добрив, у середньому за вегетацію (середнє за 2021–2022 рр.), мг/кг ґрунту

Таким чином, на основі наших вислновків встановлено, що варіювання доз азотних добрив має суттєвий ефект на наявність мінерального азоту в ґрунті, але не впливає на вміст фосфору та калію.

4.2. Запас продуктивної вологи в ґрунті та використання її післяжнивною редькою олійною

В сучасний час ключовим фактором для досягнення стабільних та високих врожаїв польових культур у Лісостепу України, особливо в умовах недостатнього зволоження, є ефективне нагромадження та раціональне використання води. Ця важлива ресурсна складова обмежує врожайність. Вода, керуючи мінімальними вимогами, визначає граничний потенціал урожайності в конкретних умовах.

При недостатньому забезпеченні водою, особливо в спекотні та сухі літні місяці, режим вологоспостачання стає вирішальним фактором для

формування врожаю післяжнивної редьки олійної.

Представлені у таблиці 8 дані свідчать про те, що запаси вологи в ґрунті на глибині 0–100 см на початку вегетації рослин післяжнивної редьки олійної середньо за 2021-2022 роки складають 51,4–52,3 мм.

Таблиця 8

Запаси доступної вологи перед початком вегетації післяжнивної редьки олійної (середнє за 2021–2022 рр.) мм

Варіант досліду	Шар ґрунту, см			
	0–10	10–20	20–40	0–100
1. Без добрив (контроль)	10,4	7,7	16,3	52,3
2. N_{30}	9,9	8,1	17,6	51,8
3. N_{60}	10,0	8,9	16,6	51,4
4. N_{90}	10,5	8,6	16,7	52,0

Аналізуючи розподіл доступної води в метровому шарі ґрунту, можна зазначити недостатню кількість вологи в насіннєвовмісному шарі ґрунту для нормального проростання культури. Середньо за 2021-2022 роки запаси води на початку вегетації післяжнивної редьки олійної в шарі ґрунту 0–10 см варіювали від 9,9 до 10,5 мм. Значно сухіший був шар ґрунту 10–20 см, що може бути пов'язано з використанням води попередньою культурою.

У шарі ґрунту 20–40 см запаси води виглядали наступним чином: варіант без добрив (контроль) – 16,3 мм, з внесенням N30 – 17,6 мм, N60 – 16,6 мм та N90 – 16,7 мм відповідно.

Перед заробкою редьки олійної, яка вирощувалась у післяжнивних посівах, запаси води (рисунок 6) суттєво розрізнялись в залежності від кількості опадів та їх використання для формування сидерату на різних варіантах досліду.

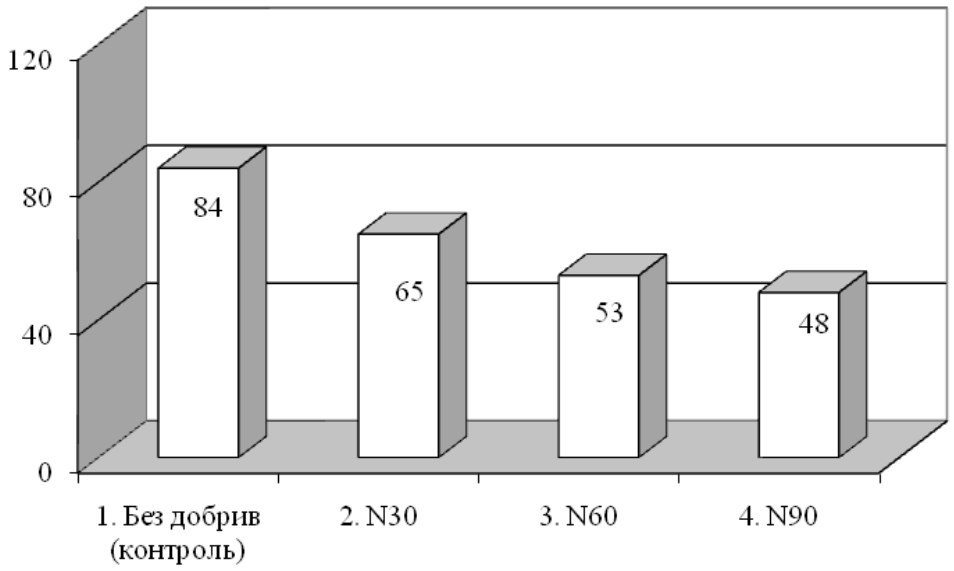

Рис. 6. Запаси доступної вологи перед заробкою післяжнивної редьки олійної (середнє за 2021–2022 рр.) мм

Середнє значення за 2021–2022 роки досліджень запасів доступної води перед приорюванням олійної післяжнивної редьки у метровому шарі ґрунту змінювались від 48,2 мм на ділянці із внесенням азоту у максимальній дозі до 84,2 мм – на контрольній ділянці.

Дослідження вчених свідчать про значний та суттєво підвищений вміст доступних поживних речовин у ґрунтовому розчині при використанні добрив. Це сприяє ефективнішому використанню рослинами води, так як суттєво може знизити її засвоєння [53].

На основі наших дворічних досліджень виявлено, що внесення азотних добрив під післяжнивну редьку олійну позитивно впливає на використання рослинами води з ґрунту (рисунок 7). Наші дослідження показують, що збільшення доз азоту, яке досліджувалось у нашій роботі, призводить до підвищення урожайності зеленої маси та одночасно зменшує споживання води. Наприклад, коефіцієнт використання продуктивної води у середньому за 2021–2022 роки досліджень варіювався від 78 до 117 м^3 на одну тонну

врожаю, у порівнянні з 151 м3/т у випадку без внесення добрив (контроль). Найкращий вплив на цей показник спостерігався у варіантах із внесенням азотних добрив у дозах 60 та 90 кілограмів на гектар.

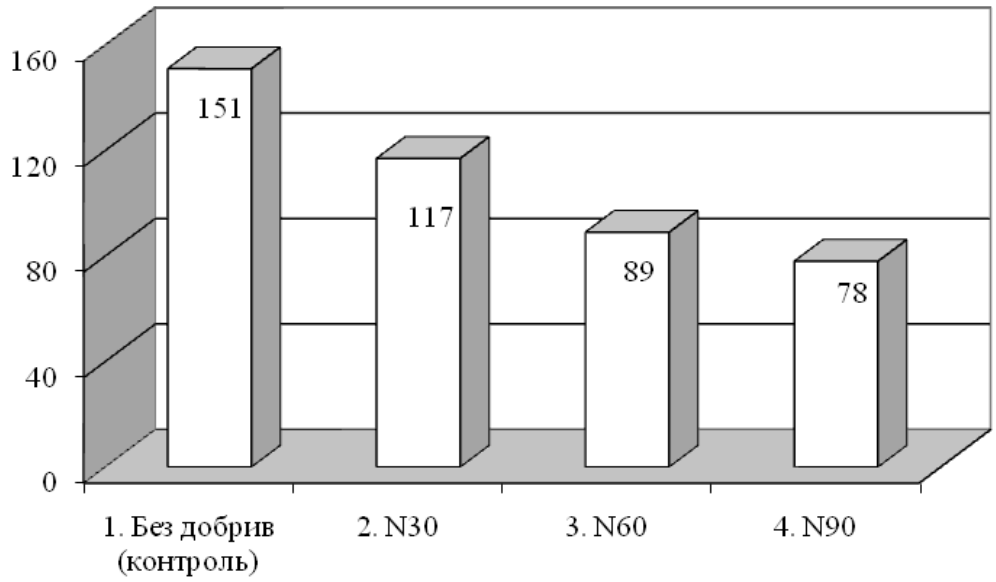

Рис. 7. Коефіцієнти використання доступної води шару ґрунту 0–100 см на формування біомаси післяжнивної олійної редьки,
(середнє за 2021–2022 рр.), м^3/т

Була виявлена тісна кореляційна зв'язок (див. Додаток В) між коефіцієнтом засвоєння продуктивної води у ґрунтовому шарі (0-100 см) на формування олійної післяжнивної редьки та кількістю внесеного нітрогену, яка представлена рівнянням::

$$\mathbf{y = -24{,}7x + 170{,}5}$$

де у – коефіцієнт використання вологи;

х – кількість внесеного нітрогену, кг/га;

Коефіцієнт кореляційної залежності у досліді був тісний і становив 0,92.

4.3. Урожайність післяжнивної маси редьки олійної

Вирощування рослин для отримання зелених добрив має важливе агрономічне та економічне значення. З економічної точки зору це цілеспрямовано вигідно вирощувати їх як проміжні культури, використовуючи площі, що будуть придатні для основної культури, що принесе прибуток.

В умовах різноманітного клімату України тривалість безморозкового періоду після збирання ранніх рослин, зокрема озимих та ранніх ярих зернових, коливається навколо 60–80 днів. Вегетаційний період з температурою вище 10°C може тривати близько 80–90 днів. Це дає можливість вирощувати однорічні рослини для отримання сидеральних зелених добрив. Кількість днів від сходів до стиглості та можливості провести обробку для більшості однорічних культур становить приблизно 45–50 днів, а для деяких – 85–90 днів. Це відкриває можливості для їх вирощування у післяжнивних посівах та обробітку 200–300 ц/га соковитої зеленої маси [54].

Якщо після збирання урожаю зернових культур поля лишаються невикористаними, в ґрунті не відбувається надмірного нагромадження органічних речовин через відсутність фотосинтетичної активності зелених рослин. Невикористані рослинами поживні речовини можуть вимиватися до нижніх шарів ґрунту та потрапляти до підземних вод, спричиняючи забруднення водосховищ [55].

Наші дослідження підтвердили позитивний вплив різних доз азотних добрив на врожайність зеленої маси редьки олійної, яка була вирощена у післяжнивних посівах після озимих зернових, як у середньому за роки досліджень, так і в окремих роках (див. табл. 9). Найвищі врожаї були зафіксовані в сприятливому за погодними умовами 2021 році, де в порівнянні з контрольною групою внесення різних доз азотних добрив призводили до значного збільшення зеленої маси редьки олійної, варіюючи від 7,76 до 12,0 т/га. Кожний наступний приріст кількості введеного азотного добрива суттєво

збільшував вегетативну масу редьки олійної в порівнянні з попереднім значенням.

Таблиця 9

Урожайність післяжнивної маси редьки олійної залежно від внесення азотових добрив, т/га

Варіанти досліду	Рік досліджень		приріст до контролю (середнє за 2021–2022 рр.)
	2021	2022	
1. Контроль (без добрив)	5,08	5,59	–
2. N_{30}	7,76	8,08	2,58
3. N_{60}	9,55	10,3	4,59
4. N_{90}	12,0	11,9	6,63
$НІР_{0,5}$	0,54	0,46	

Збільшення вегетативної маси редьки олійної після вегетаційного періоду у порівнянні з контролем у 2022 році виявилося важливим для всіх варіантів. Максимальний врожай післяжнивної редьки олійної був зафіксований на ділянці з внесенням N90 та становив 11,9 т/га, що перевищувало контрольну вагу на 6,94 т/га, де ми зафіксували найнижчий показник врожайності цієї культури, а саме 5,59 т/га.

Різні дози азотних добрив призвели до значного зростання соковитої маси післяжнивної редьки олійної порівняно з контролем у всі роки наших спостережень. У середньому за роки 2021-2022 наші дослідження показали, що найкращим варіантом була система внесення 90 кг азоту на гектар посівної площі, що завжди приносила максимальну врожайність зеленої маси післяжнивної редьки олійної, становлячи у середньому 2,58, 4,59 т/га та 6,63т/га відповідно при використанні азоту в дозах 30, 60 та 90 кг на гектар ділянки.

РОЗДІЛ 5
ВПЛИВ РІЗНИХ ДОЗ АЗОТУ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПІСЛЯЖНИВНИХ ПОСІВІВ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ

Маючи науковий та практичний погляд, можна констатувати необхідність розробки нових стратегій використання та охорони земель з метою збалансованого управління агроекосистемами та забезпечення ефективного відновлення родючості ґрунтів. Оптимізація використання й охорона оброблюваних земель передбачає обґрунтоване, ефективне та економічно вигідне землекористування [56].

У вирощуванні сидератів витрати збільшуються на 15–26% у порівнянні з паровим утриманням ґрунту. У випадку насиченості ґрунту еквівалентною кількістю гною, ці витрати збільшуються в 2,2 рази [57].

Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур повинні спрямовуватися на забезпечення продовольчих потреб, ефективно використовуючи та зберігаючи основні ресурси аграрного сектору (ґрунт, вода, добрива, рослинозахисні засоби, паливо, насіння та інші). Важливо, щоб ефективність ресурсозбереження виявилася більшою, ніж збільшення витрат на вирощування [58].

Для оцінки повноцінної економічної ефективності використання добрив у визначеній культурі важливо оцінювати приріст урожаю в грошовому еквіваленті. Це дозволяє виразити доцільність грошових витрат у термінах отриманого приросту урожаю від використання добрив.

Дослідження полів є дієвим методом для визначення ефективності внесення добрив у сільське господарство. Цей підхід передбачає порівняння різниці в урожайності між контрольною групою та групою, де були внесені добрива [50].

Оцінка економічної ефективності внесення добрив базується на аналізі технологічних карт вирощування культури, передбаченої врожайності та фактичного збільшення врожаю.

Для оцінки економічної продуктивності вирощування редьки олійної у післяжнивних посівах були використані дані з технологічних карт в умовах цін на 2021 рік. Результати цих розрахунків представлені у таблиці 11.

Таблиця 11

Вплив різних доз азоту на економічна ефективність вирощуванні редьки олійної, середнє за 2021–2022 рр.

Показники	Варіант досліду			
	Контроль (без добрив)	N_{30}	N_{60}	N_{90}
Урожайність з 1 га, ц	53	79	99	120
у.т.ч прибавка, ц	0	26	46	67
Матеріально-грошові затрати на1 га, грн.	2636	4604	6292	8014
Собівартість 1 ц, грн.	49,74	58,28	63,56	66,79
Ціна реалізації 1ц, грн.	64	64	64	64
Вартість валової продукції: в цінах реалізації, грн.	3445	5135	6435	7801
Умовно-чистий прибуток, грн.	809	531	143	-213
Рівень рентабельності, %	30,7	11,5	2,3	-2,7

Аналіз таблиці вказує на коливання собівартості одного центнера зеленої маси післяжнивної редьки олійної від 49,74 до 66,79 гривень, з найнижчим показником на контрольній площі (без внесення добрив). Найвищий показник, а саме 49,74 гривень за центнер, був зафіксований на варіанті дослідження з найбільшою дозою азоту. Різниця між максимальним та мінімальним значенням цього показника склала 17,05 гривень за центнер. Собівартість одного центнера для варіантів дослідження з внесенням азоту у мінімальній та середній дозі становила відповідно 58,28 та 66,79 гривень.

Матеріально-грошові витрати були найвищими на варіанті з внесенням 90 кг/га азоту, що становило у середньому 8014 гривень на гектар протягом двох років. Мінімальні витрати характеризували площу без внесення добрив (контроль) і складали 2636 гривень на гектар.

Максимальна вартість валової продукції (за цінами реалізації) була встановлена для варіанту з внесенням 90 кг/га азоту і склала 7801 гривень на гектар, в той час як мінімальна вартість становила 3445 гривень на гектар для варіанту без внесення добрив. Різниця між цими варіантами склала 4355гривень на гектар. На ділянках експерименту з внесенням азоту в мінімальних та середніх дозах вартість склала відповідно 4604гривень на гектар та 6292 гривень на гектар.

Упродовж років наших досліджень максимальний умовно-чистий прибуток був зафіксований на ділянці, де не вносили добрив – 809 гривень на гектар. У той час як від'ємний умовно-чистий прибуток був на варіанті з внесенням 90 кг/га азоту, становлячи мінус 213 гривень на гектар. На варіанті з внесенням азоту в дозах 30 та 60 кг/га цей показник становив відповідно 531 гривень на гектар та 143 гривень на гектар.

Рівень рентабельності був найвищим на контрольній ділянці (без добрив) і склав 30,7%. Протилежно, при внесенні 90 кг/га азоту рентабельність була від'ємною, становлячи мінус 2,7%. На інших варіантах експерименту цей показник становив 11,5% для N_{30} та 2,3% для N_{60}.

Отже, з економічних розрахунків випливає, що найбільший умовно-чистий прибуток ми отримали при внесенні азоту в кількості 30 кг/га, тому для вирощування післяжнивної редьки олійної цей варіант є найбільш доцільним.

РОЗДІЛ 6
ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС УДОБРЕННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ

Всі організації, установи та підприємства зобов'язані приділяти увагу безпеці праці та збереженню здоров'я своїх працівників. Один з обов'язків роботодавців полягає в розробці комплексних заходів з охорони праці, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці на робочому місці. На жаль, нинішній стан організації праці, обумовлений відсутністю наукових і проектно-конструкторських розробок нових технологій, наявністю несумісного обладнання та менеджменту, не гарантує повної безпеки працівника.

Для ефективного внесення мінеральних добрив, роботу слід організовувати з перетинанням сумісних проходів.

У машині для внесення мінеральних добрив МКУ-5 важливо відрегулювати натяг транспортера за допомогою натяжного гвинта переміщенням підпружиненої осі. Треба перевірити натяг пасів привода розсівних дисків і також переконатися, що ланцюги належним чином натягнуті, що показує стріла, прогин якої становить 0,1...0,2 міжцентрової відстані зірочок.

Під час роботи машин для внесення агрохімікатів банки, ящики та інші ємності для туків повинні бути щільно закриті на зупинці.

Під час приготування сумішей і заправлення машин мінеральними добривами у полі важливо:

- точки для заправлення розміщувати з навітряного боку по відношенню до поля, що обробляється;
- заправні пункти укомплектовувати пересувними піддонами для змішування сухих мінеральних добрив;

- агрегати для посіву повинні під’їжджати до заправних пунктів із навітряного боку;

- у залежності від виду мінеральних добрив забезпечувати працівників, що обслуговують точки заправлення, засобами індивідуально захисту відповідно до розділу «Забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту частини І Правил».

Недоліки використання аміачної селітри включають її вибухові властивості, хоча її критичний діаметр (мінімальний діаметр циліндричного заряду вибухової речовини, при якому можливе поширення детонації) настільки великий (для сирої не подрібненої селітри порядку декількох метрів), а чутливість до детонації настільки невелика, що чисту селітру можна обробляти так само, як і інертні солі. Вона є оксидатором засобів внесення та потенційно небезпечною відносно пожежі [59].

Недоліки, виявлені під час внесення аміачної селітри, включають недостатнє забезпечення робітників із засобами індивідуального захисту, через недостатнє фінансування.

У представленнях процесів, які спричиняють виникнення аварій та виробничих травм, всі випадкові події пов'язані причинно-наслідковими зв'язками, які утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію. Ці події можуть бути початковими, проміжними або кінцевими.

Початкові події виявляються під час обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві події включаються в схему на основі логічного аналізу можливих варіантів подій.

При розгляді схем, що відображають процеси випадкових подій, від початкових до кінцевих, з вказанням причинно-наслідкових зв'язків, можна отримати логічні моделі вивчених процесів.

Кожна логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної або аварійної ситуації складається з випадкових подій, які можуть бути статистично залежними або незалежними. Статистично залежні події виникають, коли поява однієї події неможлива без виникнення іншої. Якщо

події можуть відбуватися незалежно одна від одної, вони є статистично незалежними. Зазвичай, у моделях незалежні випадкові події розташовані паралельно, а залежні - послідовно.

Причинно-наслідкові зв'язки вказуються стрілками, які також вказують напрямок подій.

Процес виявлення потенційних небезпек на виробництві базується на більш точному та ефективному проведенні існуючого оперативного контролю, який також має бути вдосконалений.

Аналізуючи кожну логічну модель під час формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію, яка є вихідною для небезпечного процесу і призводить до виникнення небезпечних наслідків. [60, 61].

Розглянемо виробничі небезпеки під час внесення азотових добрив у посівах редьки олійної (МТЗ-80 + СЗЛ-3,6) (рис. 8):

НУ1 – кришка ящика з мінеральними добривами не герметизована;

НУ2 –у господарстві немає патронів для універсального респіратора марки «Г»;

НД – робітник працює без засобів захисту органів дихання;

НС – у зону дихання робітників попадає пил аміачної селітри;

О – отруєння;

З – захворювання;

Модель процесу:

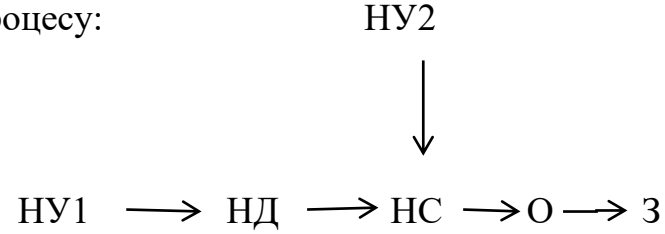

Рис. 8. Модель небезпечної ситуації під час внесення азотових добрив у посівах редьки олійної

Заходи для запобігання небезпечним ситуаціям включають необхідність забезпечення робітників універсальними респіраторами, які мають коробку

марки "Г". Також важливо використовувати засоби індивідуального захисту та після виконання роботи обов'язково проводити процедуру миття рук.

Отже, для створення безпечних умов при роботі з мінеральними туками слід регулярно проводити інструктажі з охорони праці та техніки безпеки, дотримуватися правил і норм техніки безпеки, постійно підтримувати свідомість робітників щодо важливості використання спецодягу та засобів індивідуального захисту. Необхідно також забезпечувати робітників господарства відповідним спецодягом.

Зберігання аміачної селітри має відбуватися в закритих складських приміщеннях, які захищають продукт від атмосферних опадів. При зберіганні продукту насипом важливо уникати його змішування з іншими видами добрив і виключати можливість змішування з карбамідом.

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСОВУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Мінеральні добрива представляють собою туки, що виробляються хімічною промисловістю. Їх склад не містить органічних сполук, але включає один або декілька елементів мінерального живлення, і розрізняють на прості (одинарні або односторонні), комплексні та мікродобрива [62].

Застосування мінеральних добрив вважається одним із ключових методів інтенсивного землеробства. З дотриманням високого рівня агротехніки та використанням добрив можливо контролювати врожайність і значно підвищити її у кілька разів. Це завдання успішно вирішують хіміки та фахівці сільського господарства з метою забезпечення країни продуктами харчування та сировиною для промисловості [63].

Норми внесення мінеральних добрив повинні бути визначені з урахуванням різноманітних факторів, таких як вміст доступних рослинам елементів живлення в ґрунті, попередника, використані норми органічних добрив, гранулометричний склад ґрунту, рельєф і інші.

Використання великих доз азотних добрив, які перевищують в середньому 120 кг/га діючої речовини, може спричинити забруднення води нітратами. Осіннє внесення добрив, що містять азот у формі нітрату, не рекомендується через їхню велику рухливість і низьке споживання рослинами взимку. Для цього краще використовувати амонійні добрива. На легких ґрунтах відмова від осіннього внесення азотних добрив рекомендується. Порціонне внесення добрив в період максимальних потреб рослин в азоті допомагає зменшити його виведення з ґрунту.

Захоронення добрив у ґрунт суттєво зменшує втрати, а розподіл органічних решток по полю, зокрема соломи, також сприяє цьому. Застосування проміжних та ущільнених посівів, вирощування багаторічних

трав, дозволяє не лише покращити використання азоту, але й зменшити забруднення води та повітря.

Неправильне співвідношення елементів живлення може призвести до обмеження споживання рослинами азоту через лімітування їхнього росту іншими елементами. Оптимізація чинників та умов середовища сприяє підвищенню інтенсивності продукційного процесу і, відповідно, впливає на чистоту води та повітря. [64].

Застосування інгібіторів нітрифікації спрямовано на зменшення втрат нітратного азоту, що можуть виникнути внаслідок поверхневого та внутрішньогрунтового стоку.

Зі зростанням обсягів використання азотних добрив постає важлива проблема — збільшення забруднення нітратами та нітритами харчових продуктів і питної води. Ця проблема, до певної міри, є обґрунтованою, проте вимагає розгляду різних чинників забруднення та впровадження заходів для їх зменшення.

Організм людини та тварин отримує нітрати з їжею, кормом та водою. Шкідливий вплив нітратів і нітритів (які є в 10 разів токсичнішими) полягає в їх здатності перетворювати гемоглобін крові на метгемоглобін, що не може переносити кисень. Це спричинює кисневе голодування тканин, викликаючи гіпоксію, особливо в тканинах з інтенсивним поділом клітин. Таким чином, нітрати особливо небезпечні для дітей, ембріонів та осіб із високою чутливістю. Треба також враховувати, що нітрати і нітрити є попередниками N-нітросполук (нітрозоамінів і нітрозоамідів), які мають канцерогенний, тератогенний, мутагенний та ембріогенний ефекти. Ці сполуки утворюються при взаємодії нітратів і нітритів з амінами, амідами, сечовиною та іншими речовинами як у харчових продуктах, так і в шлунку.

Нітрати вважають забрудниками продуктів харчування і води, умовно, оскільки вони широко поширені в природі.

Токсичність нітратів питної води перевищує токсичність нітратів харчових продуктів на 25%. Продукти тваринництва, зокрема м'ясо, містять невелику кількість нітратів порівняно з рослинною продукцією.

Порушення норм та правил застосування азотних добрив є вагомим фактором збільшеного накопичення нітратів у рослинній продукції. Це може бути обумовлено:

- перевищенням рекомендованих зональними установами норм внесення для відповідних ґрунтово-кліматичних умов;
- віддаванням переваги добривам з азотом у нітратній формі;
- внесенням добрив без урахування вмісту мінерального азоту в ґрунті;
- проведенням пізніх азотних підживлень.

ВИСНОВКИ

1. У випадку обмежених запасів легкозасвоюваних форм азоту у ґрунті, вирощування редьки олійної в післяжнивних посівах без використання азотних добрив є неекономічним.

2. Забезпечення азотом має ключове значення для ефективного росту зеленої біомаси післяжнивної редьки олійної. Додавання азотних добрив у різних кількостях (30, 60 та 90 кг діючої речовини) порівняно з контрольним варіантом (без добрив) призводило до зростання вмісту мінерального азоту в 0–40 см верхнього шару ґрунту на відповідно 11,4%, 20,5% та 24,7%.

3. У проведеному досліді не виявлено можливої зміни у вмісті рухливих форм фосфору та калію при використанні різних доз азотних добрив.

4. Використання різних кількостей азотних добрив сприяє ефективнішому використанню вологоутримувальної здатності для формування одиниці врожаю. Наприклад, при внесенні азотних добрив середній коефіцієнт використання вологи за 2021–2022 роки становив від 78 до 117 м3 на одиницю врожаю зеленої маси, порівняно з 151 м3/т на контрольному об'єкті.

5. У залежності від обсягу внесених азотних добрив урожайність біомаси післяжнивної редьки олійної протягом середнього періоду досліджень коливалася в межах 7,92–12,0 тонн на гектар, порівняно з 5,34 тоннами на гектар на контрольному об'єкті.

6. Максимальна економічна ефективність була досягнута при вирощуванні післяжнивної редьки олійної за умови досліду N30, де умовно-чистий прибуток склав 531 гривень на гектар, порівняно з 143 гривнями та мінус 214 гривнями при подвійній та потрійній дозі внесення азотних добрив відповідно.

ПРОПОЗИЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах нестабільного вологозабезпечення Правобережного Лісостепу України на ґрунтах темно-сірого кольору, при негативних погодних умовах, з метою забезпечення стійкого урожаю сидеральної післяжнивної маси редьки олійної з високою економічною ефективністю, рекомендується внесення азотних добрив у дозі, яка не перевищує 30 кг/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Денисюк Г. І., Ситник О. І. Міжзональний геоекотон «Лісостеп-степ» Правобережної України. Вінниця: ПП «ТД» «Едельвейс і К», 2012. 217 с. іл.
2. Шувар І. Сидерати знову «в моді» // Агробізнес сьогодні. 2013. №23 (270). С. 25-27.
3. Калашник М.С. Сидерати підвищують родючість ґрунту // Дім, сад, город. 2007. № 8. С. 8 – 9.
4. Серединський С. М., Борщак І. С. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу // Агроекологічний журнал. - 2021. - № 4. - С. 52-56.
5. Гродзинський А. М., Миркін Б. М., Головко Є. А., Туганаев В. В. Перспективи функціональної агрофітоценології // Методологічні проблеми алелопатії. Київ: Наук. думка, 1989. С. 15-28.
6. Лихочвор В. В. Добривна альтернатива // Зерно. 2018. № 3. С. 62-72.
7. Рахметов Д. Роль алелопатії у агрофітоценозах за участі малопоширених комо-сидеральних культур // Зерно. 2012. № 11. С. 78-83.
8. Крим Я. С. Зелене угноєння. Держсільгоспвидав, 1932. 36 с.
9. Журавель В., Будилка А . Гірчиця чорна – емблема печалі, гірчица біла - емблема любві... // Зерно. 2013. № 4. С. 85-91.
10. Довбан К. І. Зелене удобрення у сучасному землеробстві: питання теорії і практики. Київ: Сучасна наука, 2009. 404 с.
11. Артюков Н. Редька олійна // Агроекологічний журнал. 2001. № 12. С. 81.
12. Жуйков О. Г., Логвіновський А. Я Розробка елементів блоку догляду за рослинами в зональній адаптивній технології вирощування гірчиці чорної /Brassica nigra/ в незрошуваних умовах Півдня України // Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур», присвяченої 140-річчю створення ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»: наукове видання. Херсон: ВЦ «Колос», 2014. С. 59-72.

13. Debruck J. Gründürngung-nochein Baustein der Bodenfruchtbarkeit // Die Zukkerrübe. 1983. № 4. S. 5-10.

14. Екологічна роль біорізноманіття в культурних фітоценозах / Юрчак Л. Д. та ін. // Агроекологічний журнал. 2009. № 1. С. 46-52.

15. Цицюра Т. В., Гетьман Н. Я., Квітко Г. П., Цицюра Я. Г., Перспективи вирощування та кормова цінність редьки олійної в Правобережному Лісостепу України // Корми і кормовиробництво : наук. зб. - Вінниця, 2010. Вип. 67. С. 29-38.

16. Рахметов Д. Б., Козленко О. М. Фотосинтетична продуктивність перспективних олійних культур у Північному Лісостепу України // Науковий вісник НАНУ. 2008. № 121. С. 11-20.

17. Седіло Г. М Удосконалення систем удобрення сільськогосподарських культур у сучасних умовах // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2007. Вип. 49. С. 3-7.

18. Демиденко О. В., Шаповал І. С. Рекомендації по застосуванню посівів на сидерати та самосидерація в сучасних сівозмінах. Черкаси: Черкаська ДСДС, 2012. 19 с.

19. Зінченко О. І., Алексєєва О. С., Приходько П. М. Біологічне рослинництво: Навч. посібник / за ред. О. І. Зінченко. К.: Вища школа, 1996.- 239 с.: іл.

20. Польовий В. М. Ефективність біологізації системи удобрення в умовах Західного Лісостепу // Агроекологічний журнал. 2017. №4. С. 26-28.

21. Музика Л. П., Гармаш Т. І., Несін І. В. Ресурсоощадна технологія вирощування буряку столового за альтернативної системи удобрення // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2012. № 2. С. 68-74.

22. Кривицкий К. Н. Морфобіологічні особливості редьки олійної у зв'язку із запровадженням у культуру в Україні: автореф. дис. канд. біол. наук. Київ, 1986. 15 с.

23. Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива // Агробізнес сьогодні. 2011. № 12. С. 24-27.

24. Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроекосистемах. Харків: «Міськдрук», 2013. 130 с.

25. Кукреш Л. В. Фітоценотичний метод боротьби з пирієм повзучим // Землеробство. 1990. № 4. С. 47-48.

26. Синельник Л. Сидеральні культури у сучасному землеробстві / Л. Синельник // Зерно. 2007. № 11. С. 23-30.

27. Влащук А. М, Колпакова О. С., Місєвич О. В. Насіннєва продуктивність буркуну білого однорічного залежно від строку посіву, норми висіву та застосування гербіцидів // Аграрна наука:: мат. міжн. наук.практ. інтернетконф. - Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. С. 58-59.

28. Серединський С. М., Бростовська А. Л. Особливості вибору та застосування сидеральних культур в насичених зерновими та високорентабельними культурами сівозмінах на волого забезпечених ґрунтах Західного Лісостепу // Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів» : 2016. Вип. 1. С. 290-292.

29. Магницкий К. П. Кальциевое питание сельскохозяйственных растений // Агрохимия. 1969. № 12. С. 129-140.

30. Десятник Л. М., Льоринець Ф. А. Ефективність сидерального пару як попередника озимої пшениці в Північному Степу // Мат. міжн. наук.-практ. Інтернет-конф. «Аграрна наука: розвиток і перспективи». Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2017. С. 94-95.

31. Місєвич О. В., Колпакова О. С. Продуктивність буркуну білого однорічного залежно від агротехнічних заходів в умовах Півдня України // Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату: 24 квітня 2017 р. Херсон: ІЗЗ, 2015. С. 101-102.

32. Калатур Е. А., Половинчук А. Ю. Захист посівів ріпаку від бурякової нематоди // Агроном. 2014. № 3. С. 108-110.

33. Аралов В. І., Аралов О. В., Аралова Т. С., Гуменка Н. І. Селекція вики посівної в умовах Правобережного Лісостепу України // Посібник українського хлібороба: 2013. Т. 2. С. 145-145.

34. Клиша А., Кулініч О. Вика яра (горошок) // The Ukrainian Farmer. 2013. № 6 (46). С. 66.

35. Николаева Н. Г., Букур Г. Г., Негруца Р. В. Посевы покровных культур как метод контроля сорняков в посевах кукурузы // Зб. наук. пр. Уманського ДАУ (спеціальний випуск) : Біологічні науки і проблеми рослинництва. - Умань, 2003. С. 658-662.

36. Технологія використання сидератів у сівозмінах Поліської зона / Новіков М. Н. і ін. Житомир, 2008. 144 с.

37. Гелетуха Г., Железная Т. Независимость энергетическая - реальна // Зерно. 2016.№ 4. С. 186-194

38. Демиденко О. В. Стартегія подолання кризових явищ сучасного землеробства Черкащини // Посібник українського хлібороба. 2011. С. 74-77.

39. Кант Г. Зелене удобрення. Пер. с нім. Б.Д. Кірюшина ; під ред. В. Г. Лошакова. Київ: Колос, 1982. 128 с.

40. Єфіменко Д. Я., Несін І. В. Вплив посівів гречки на поліпшення стану грунтів // Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів»: конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу». Київ, 2014. Вип. 1. С. 245-248.

41. Грищенко Р. Є., Любчич О. Г. Вміст макроелементів у рослинах гречки в різні періоди онтогенезу // Зб. наук. праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". 2012. Вип. 1-2. С. 94-98.

42. Тараненко Л. Гречка в літніх посівах // Зерно. 2013. № 5. С. 52-53.

43. Еколого-економічна ефективність використання сидератів / В. В. Писаренко та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії. - 2012. № 3. С. 122-126.

44. Зінченко О.І. Рослинництво // О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.

45. Каталог сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2019 році. – К.: Алефа, 2019. – 45 с.

46. Недвига М.В. Лабораторний і польовий практикум з ґрунтознавства / М.В. Недвига, О.С. Осадчий, Л.Д. Бойко. – К.: Агропромвидав України, 1999.– 240 с.

47. Гідрометеорологічні бюлетні Черкаського обласного центру з гідрометеорології [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: E-mail: cgm@ck.ukrtel.net.

48. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко – К. : Вища школа, 1994. – 334 с.

49. Сучасні методи хімічного аналізу грунтів і рослин. Методичні вказівки. : К, ВНІС, 1984.– 260 с.

50. Аграрна економіка: Підручник / О.І. Здоровцов, П.С. О.Л. Бурляй, М.А. Коротєєв, А.П. Бурляй, А.І. Кисіль, К.Г. Гайдай: За ред. О.І. Здоровцова. – Умань, 2005. – 318 с.

51. Геркіял О.М., Господаренко Г.М. та ін.. Агрохімія. – Умань : Уманське ВПП, 2008. – 345 с.

52. Минеев В.Г. Агрохимія. – К.: В-во КДУ; Наука, 2006. – 457 с.

53. Дєдов А.В. Заходи покращення родючості ґрунту / А.В. Дєдов // Цукрові буряки. – 2021. – №8. – С.14-173.

54. Добривна альтернатива [Електронний ресурс].– Режим доступу: URL : http://www.zerno-ua.com/?p=1961. Назва з екрану.

55. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL : http://www.agro-usiness.com.ua/component/content/article/570.html?ed=46. Назва з екрану.

56. Радзій В. Ф. Підходи до оптимізації використання і охорони земель // Агрохімія і ґрунтознавство. Спец. вип. Книга 3. Харків: ТОВ «Смугаста типографія», 2014. С. 61-63.

57. Прасол В. І., Міщенко Ю. Г., Давиденко Г. А. Розробка сидеральної системи удобрення для умов Північно-Східного Лісостепу України // Зб.

наук. пр. УНУС (спеціальний випуск): Біологічні науки і проблеми рослинництва. Умань, 2003. С. 808-813.

58. Цандур М. О. Енергетична та економічна ефективність мінімізованого обробітку ґрунту і різних видів пару в умовах південного степу України // Наукові праці: Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2008. Т. 82. Вип. 69. Екологія: Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. С. 134-138.

59. Гандзюк М.П. Основи охорони праці / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо. – К: Каравела, 2003. – 408 с.

60. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва. / [Бутко Д.А., Рогач Ю.П., Петров В.В.,]; Навчальний посібник. – Сімферополь: Бізнес – Інформ, 2002 – 344 с.

61. Г.М.Гряник, С.Д.Лехман, Д.А.Бутко, В.І.Работягов. Охорона праці / За ред. О.О.Іваницького. – К.: Урожай, 1994. – 271 с.

62. Мінеральні добрива [Електронний ресурс].– Режим доступу: URL : http://studopedia.net/9_74589_mineralni-dobriva.html. Назва з екрану.

63. Раціональне використання агрохімікатів [Електронний ресурс].– Режим доступу: URL : http://studopedia.net/8_2306_ratsionalne-vikoristannya-agrohimikativ.html. Назва з екрану.

64. Штучні добрива [Електронний ресурс].– Режим доступу: URL : http://uk.wikipedia /wiki. Назва з екрану.

ДОДАТКИ

Додаток А

Поживний режим чорнозему опідзоленого у посівах редьки олійної при застосуванні азотових добрив, 2021 рік, мг/кг ґрунту

на початку вегетації, шар ґрунту 0-20 см

Варіант досліду	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
1. Без добрив (контроль)	20,1	5,9	111	113
2. N_{30}	24,3	6,5	106	111
3. N_{60}	27,3	7,4	109	108
4. N_{90}	29,6	7,9	108	112

шар ґрунту 20-40 см

Варіант досліду	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
1. Без добрив (контроль)	19,3	3,2	103	107
2. N_{30}	22,6	4,0	107	106
3. N_{60}	24,8	4,5	105	108
4. N_{90}	26,9	4,8	106	110

У кінці вегетації, шар ґрунту 0-20 см

Варіант досліду	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
1. Без добрив (контроль)	14,2	4,1	99	116
2. N_{30}	15,5	4,6	96	113
3. N_{60}	17,2	4,3	101	118
4. N_{90}	17,7	4,8	101	112

шар ґрунту 20-40 см

Варіант досліду	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
1. Без добрив (контроль)	13,5	2,3	97	109
2. N_{30}	15,3	2,7	96	111
3. N_{60}	16,3	2,7	99	107
4. N_{90}	17,1	2,6	97	108

Додаток Б

Поживний режим чорнозему опідзоленого у посівах редьки олійної при застосуванні азотових добрив, 2022 рік, мг/кг ґрунту

на початку вегетації, шар ґрунту 0-20 см

Варіант досліду	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
1. Без добрив (контроль)	17,4	4,6	126	135
2. N_{30}	21,1	5,2	122	141
3. N_{60}	23,7	5,9	126	136
4. N_{90}	25,7	6,3	128	137

шар ґрунту 20-40 см

Варіант досліду	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
1. Без добрив (контроль)	16,8	2,6	117	126
2. N_{30}	19,6	3,1	121	122
3. N_{60}	21,5	3,5	122	127
4. N_{90}	23,3	3,8	119	123

У кінці вегетації, шар ґрунту 0-20 см

Варіант досліду	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
1. Без добрив (контроль)	12,2	3,2	119	128
2. N_{30}	13,4	3,7	116	133
3. N_{60}	14,9	3,4	119	128
4. N_{90}	15,2	4,0	121	129

шар ґрунту 20-40 см

Варіант досліду	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
1. Без добрив (контроль)	11,7	1,8	111	118
2. N_{30}	13,3	2,0	114	115
3. N_{60}	14,2	2,1	116	120
4. N_{90}	14,8	2,2	112	116

Додаток В

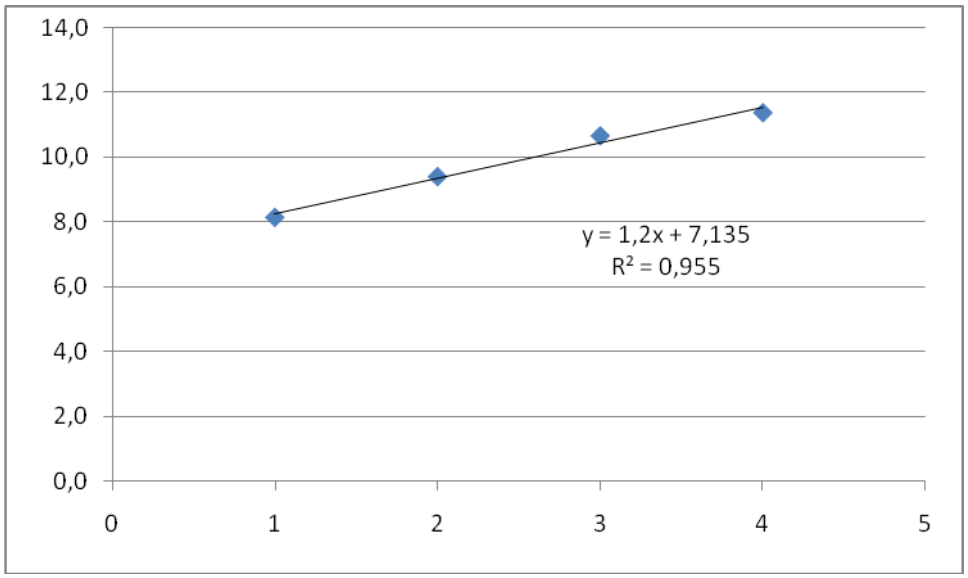

Рис. 1. Рівняння регресії та кореляція між умістом нітратного азоту (шар ґрунту 0–40 см) на початку вегетації та врожайністю біомаси редьки олійної, середнє за 2021–2022 рр.

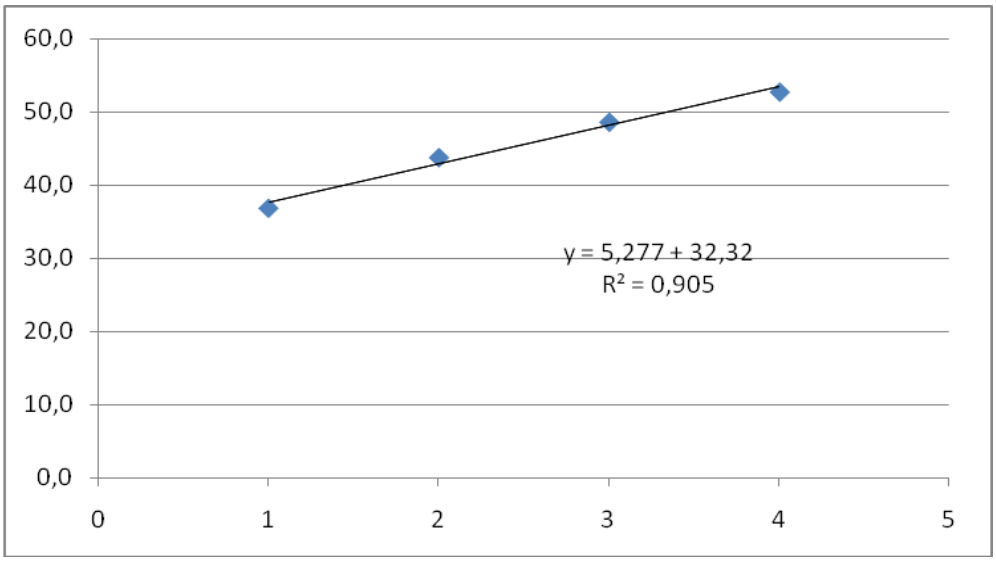

Рис. 2. Рівняння регресії та кореляція між умістом амонійного азоту (шар ґрунту 0–40 см) на початку вегетації та врожайністю біомаси редьки олійної, середнє за 2021–2022 рр.

Продовження додатку В

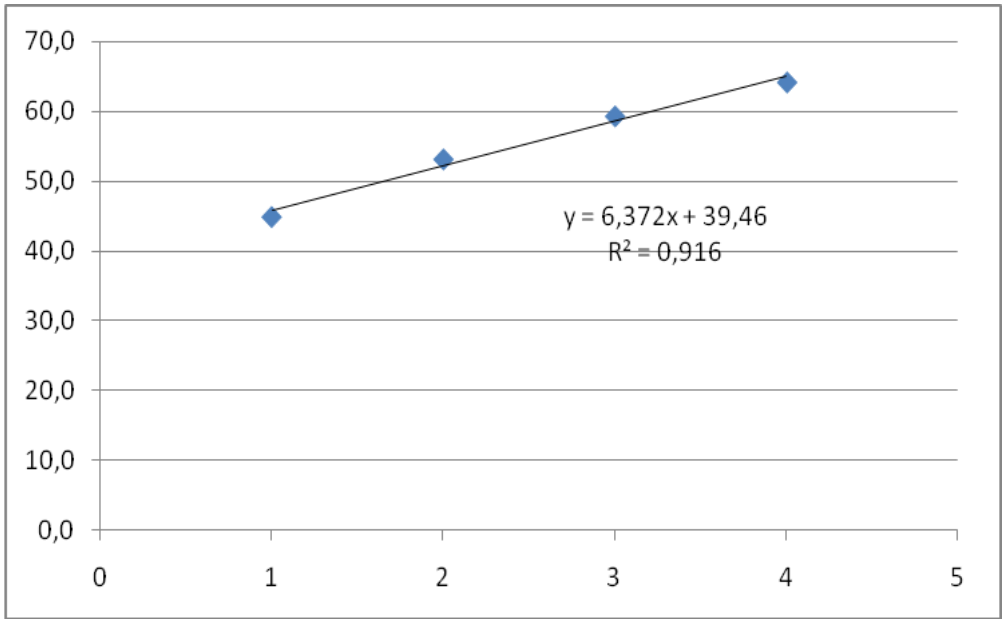

Рис. 3. Рівняння регресії та кореляція між умістом мінерального азоту (шар ґрунту 0–40 см) на початку вегетації та врожайністю біомаси редьки олійної, середнє за 2021–2022 рр.

..

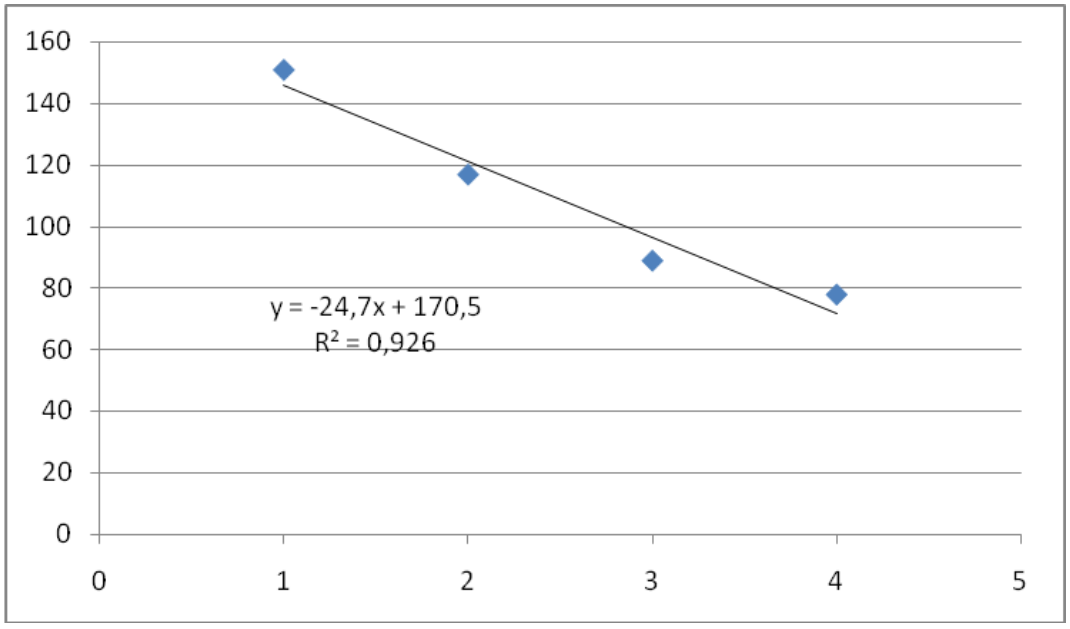

Рис. 4. Рівняння регресії та кореляція між кількістю азоту добрив та коефіцієнтом використання вологи з шару ґрунту 0–100 см на формування біомаси редьки олійної, середнє за 2021–2022 рр

Додаток Г

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт урожайность редьки масляничной, 2021 г
Единица измерения данных
Вариантов 4 , Повторностей 3

Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	5.08	5.01	5.67	5.59
2	7.76	7.50	7.80	8.10
3	9.55	9.90	8.40	8.90
4	12.02	12.00	11.30	12.40

Средняя по опыту - 8.80

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	118.94	11		
Повторений	0.17	2		
Вариантов	109.00	3	316.00	280.74
Остатка	0.77	6	0.13	

Ошибка средней = 0.21 Ошибка разности средних = 0.29
НСР = 0.54 или 4.41%
Сила влияния фактора = 0.99
Ошибка опыта = 1.72% Вариация данных = 26.48%

Додаток Д

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт урожайность редьки масляничной, 2022 г
Единица измерения данных
Вариантов 4 , Повторностей 3

Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	5.59	5.93	6.76	5.83
2	8.08	8.80	7.90	8.30
3	10.30	10.60	10.70	9.80
4	11.91	10.10	11.70	12.30

Средняя по опыту - 8.73

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	115.62	11		
Повторений	0.19	2		
Вариантов	122.53	3	41.51	264.97
Остатка	0.91	6	0.15	

Ошибка средней = 0.22 Ошибка разности средних = 0.32
НСР = 0.46 или 4.22%
Сила влияния фактора = 0.99
Ошибка опыта = 1.67% Вариация данных = 25.03%

Додаток Е

Технологічна карта вирощування післяжнивної редьки олійної

Контроль (без добрив) | Посівна площа 100 га | **Врожайність основної продукції ц/га** | 53,3

Комплексний норматив витрат на вирощування редьки олійної на сидерат

№ п/п	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Склад агрегату			Обслуговуючий персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Тарифна ставка за нормозміну		Зарплата за весь обсяг робіт, грн			Витрати палива, л	
				Енергозасіб	с-г. Машина		механізатор	тракторист-машиніст			механізатор	тракторист-машиніст	механізатор	тракторист-машиніст	разом	на весь обсяг робіт	на 1 га
					марка	кількість											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Основний обробіток грунту																		
1	Лущення стерні на глибину 6-8см	га	200	Т-150К	ЛДГ-15	1	1/V		50,50	3,96	27,72	520,06		2059,64	2059,64	3,45	21191,01
2	Навантаження насіння	т	1,5	Вручну				1/І	4,00	0,38	2,66		330,59		123,97	123,97		0,00
3	Транспортування насіння в поле, заправка сівалок	т	1,5	ГАЗ - 53А	УЗСА - 40	1	1/ІІІ		15,90	0,09	0,63	360,55		34,01		34,01	19,58	902,00
4	Сівба звичайним рядковим способом (норма висіву 3,5 млн. шт./га. (25 кг/га))	га	100	19,2	Т-150	СП - 11 СЗ - 3,6	1 3	1/V	2/ІІ	32,80	3,05	64,05	520,06	360,55	1585,55	222,95	1808,50	5,51	16922,09
5	Оранка на глибину 25 - 30 см	га	100	140	Т-150	ПЛН - 5 - 35	1	1/VI		8,30	12,05	84,35	600,46		7234,46		7234,46	32,10	98384,25
	Всього			205								179,41			10913,88	346,92	11280,59		137599,26