

Н

]

Н

]

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.09 – МКР. 1574 “С” 2023.09.18. 002 ПЗ

НУБІП України

СМЕРТЮК КАРОЛІНИ ПЕТРІВНИ

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.445.4:631.874

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного
факультету, д.с.-г.н., професор

О.Л. Тонха

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
грунтознавства та охорони
грунтів ім. проф. М.К. Шикули,
д.с.-г.н., професор

“ ” 2023 р.

В.О. Забалуєв

“ ” 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Оцінка впливу сидератів на родючість
чорнозему опідзоленого»

Спеціальність: 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрохімія і ґрунтознавство»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.с.-г.н., професор

В.О. Забалуєв

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент

В.М. Козак

Виконав

К.П. Смертюк

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Агробіологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

грунтознавства та охорони ґрунтів

М. проф. М.К. Шикული

д.с.-г.н., проф.

В.О. Забалуєв

2023 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ

Смертюк Кароліні Петрівни

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрохімія і ґрунтознавство

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Тема роботи: «Оцінка впливу сидератів на родючість чорнозему опідзоленого»
затверджена наказом ректора НУБІП України від «___» 20__ р. № ___

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023.10.17

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Огляд літературних джерел, дані з оцінки стану посівів сидератів, результати лабораторних аналізів щодо змін показників фізико-хімічних агрохімічних властивостей ґрунту, дані по урожайності і якості зерна пшениці.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- оцінити ріст і кількість накопиченої біомаси сидератів за різного удобрення на варіантах досліду;
- за варіантами досліду відібрати зразки ґрунту в шарі 0-20 і 20-40 см і визначити в них вміст гумусу, рН водної витяжки, вміст мінерального азоту ($N-NO_3+N-NH_4$), рухомого фосфору і обмінного калію;
- визначити урожайність і якість зерна пшениці за варіантами досліду;
- розрахувати економічну ефективність застосування добрив під сидерати.

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

В.М. Козак

Завдання прийняв до виконання

К.П. Смертюк

НУБІП України

Анотація

Дипломна робота на тему: «Оцінка впливу сидератів на родючість чорнозему опідзоленого» викладена на 95 сторінках, містить 22 таблиці, 1 додаток.

У дипломній роботі наведено теоретичне обґрунтування та нове вирішення питання впливу різних видів і доз мінеральних добрив на продуктивність сидератів та основні показники родючості чорнозему опідзоленого. Встановлено, що повнота сходів культур залежить від схеми удобрення. Внесення різних видів та доз мінеральних добрив під сидерати не має значущого впливу на вміст гумусу в ґрунті. Коли використовувався чистий пар, спостерігалось зменшення гумусованості ґрунту в порівнянні з сидеральними парами. В середньому застосування сидератів дозволило відновити гумус в ґрунті, залежно від виду та дози добрив. Внесення мінеральних добрив під сидерати також позитивно впливало на цей процес.

Ключові слова: вплив сидератів, чорнозем опідзолений, сидеральний пар, вміст гумусу в ґрунті, кислотність ґрунту, запаси мінерального азоту, рухомий фосфор, рН водної витяжки, обмінний калій, пшениця озима.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1	9
ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДОБРИВ (огляд наукової літератури)	9
РОЗДІЛ 2	26
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 ґрунтово-кліматичні та погодні умови	26
2.2 Методика проведення досліджень	32
РОЗДІЛ 3	36
ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК СИДЕРАТИВ І ЗАСВОЄННЯ НИМИ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ	36
3.1 Ріст та розвиток сидератів і накопичення ними біомаси	36
3.2 Накопичення сухої речовини	45
РОЗДІЛ 4	49
ВПЛИВ ЗЕЛЕНИХ ДОБРИВ НА АГРОХІМІЧНІ, БІОЛОГІЧНІ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТУ	49
4.1 Зміни в органічній частині ґрунту	49
4.2 Кислотність ґрунту	51
4.3 Поживний режим ґрунту	53
РОЗДІЛ 5	61
ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЇ ЗЕЛЕНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙ ТА ЯКІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	61
РОЗДІЛ 6	68
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД СИДЕРАТИ	68
РОЗДІЛ 7	72
ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ НОРМ УДОБРЕННЯ	72
РОЗДІЛ 8	76
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ	76
ВИСНОВКИ	82
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85
ДОДАТКИ	95

НУБІП України

ВСФУП

Застосування зелених добрив у випадку недостатності органічних добрив може сприяти відновленню рівноваги органічних речовин у ґрунті. Ця методика також спрямована на зміцнення структури гумусу, підвищення ґрунтової спроможності утримувати необхідні для рослин поживні елементи і поліпшення фізико-хімічних та біологічних властивостей верхнього шару ґрунту. Важливим аспектом є також вибір відповідних культур для зелених добрив та розгляд методів їх внесення.

НУБІП України

Результати досліджень, проведених відомими вченими, такими як А. Д. Балаєв, О. М. Бердніков, В. С. Бульо, К. І. Довбан, В. В. Іванін, Є. В. Скрильчик, В. В. Сорочинський та М. Н. Новиков, В. О. Ушкаренко, демонструють різноманітні погляди на вплив зелених добрив на основні показники ґрунтової родючості та врожайність сільськогосподарських культур. Це свідчить про складність і важливість даної проблематики.

НУБІП України

Ця проблема є особливо актуальною для Правобережного Лісостепу України, де раніше використання зелених добрив не було поширеним, завдяки наявності інших джерел добрив, сприятливим умовам зволоження та оптимальній структурі сівозміни. Відсутність наукових даних щодо теоретичних і практичних аспектів застосування зелених добрив у Правобережному Лісостепу підкреслює важливість подальших досліджень в цьому напрямку.

НУБІП України

Мета цього дослідження полягала в тому, щоб визначити ефективність різних доз добрив для вирощування сидеральних культур на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому ґрунті у Правобережному Лісостепу. З цією метою ставилися наступні завдання:

НУБІП України

1. Оцінити вплив мінеральних добрив на основні параметри росту і розвитку сидеральних культур та накопичення сухої речовини в них.
2. Визначити вміст і накопичення поживних речовин біомасою сидератів в залежності від умов мінерального живлення.

НУБІП України

3. Вивчити зміни вмісту органічної речовини в ґрунті під впливом застосування зелених добрив.

4. Дослідити вплив зеленого добрива на агрохімічні, фізико-хімічні та біологічні показники родючості ґрунту.

5. Здійснити економічну та енергетичну оцінку ефективності використання зелених добрив для сидеральних культур.

6. Встановити вплив попередньо різноудобрених сидеральних культур на врожайність пшениці озимої.

Нами перше в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено вплив різних видів і доз мінеральних добрив на особливості формування біомаси однорічних культур, що вирощуються на зелене добриво (буркун білий однорічний, гірчиця біла, редька олійна, вика яра, гречка), їх хімічний склад та основні показники родючості чорнозему опідзоленого

важкосуглинкового. Встановлено, що найбільш адаптованими та високопродуктивними культурами для вирощування в сидеральних парах на тлі удобрення є вика яра, гірчиця біла та буркун білий однорічний.

Удосконалено технологію вирощування буркуну білого однорічного в сидеральному парі. Дістало подальший розвиток питання впливу сидерації на комплекс агрохімічних, фізико-хімічних та біологічних показників чорнозему опідзоленого.

З економічного та енергетичного поглядів обґрунтовано доцільність перерозподілу в часі мінеральних добрив у ланці сівозміни сидеральний пар–пшениця озима.

Практичне значення отриманих результатів полягає в підвищенні ефективності сидеральних парів за рахунок оптимізації удобрення культур на зелене добриво, що сприяє підвищенню врожайності та якості зерна пшениці озимої, покращує родючість ґрунту та екологічний стан навколишнього природного середовища.

Запропоновано та обґрунтовано ресурсоощадну систему удобрення культур у ланці сівозміни сидеральний пар / пшениця озима.

Дипломна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, додатків і списку використаних джерел.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДОБРИВ (огляд наукової літератури)

Сучасні глобальні зміни клімату, які мають вплив на всю планету, включаючи Україну, надають особливого значення завданням збереження родючості ґрунту та підвищення продуктивності та стійкості агроєкосистем.

Ці завдання необхідно розв'язувати комплексно, використовуючи адаптивно-ландшафтні енерго- і ресурсоощадні системи землеробства. Вони, разом з відновленням родючості та захистом ґрунту від ерозії, забезпечують збереження агроландшафтів та сприяють екологічній безпеці нашого життєвого середовища. Саме тому, в сучасному сільському господарстві України, розробка і впровадження сидеральної системи землеробства мають важливе практичне значення [28].

Умови нестійкого зволоження Південно-Західного Лісостепу та зміна клімату через глобальне потепління зі зміщенням межі переходу Лісостепу на північ [82] роблять використання проміжних посівів менш доступним. Тому для забезпечення додаткових органічних речовин у ґрунті раціонально використовувати сидеральні пари.

Зараз стабілізація і підвищення ґрунтової родючості шляхом традиційних джерел органічних (гною) і мінеральних добрив є малоімовірним [21]. Це створює потребу у використанні інших джерел поживних речовин, які були б не менш ефективними за гній і не потребували значних матеріально-технічних витрат. Науково обгрунтовані підходи вказують на важливість використання сидератів [89, 17] для поліпшення цієї ситуації.

Необхідно відзначити, що додатковим доказом ефективності використання різних сидератів було б вивчення їх реакції на внесення

мінеральних добрив, особливо азотних [21], що сприяло б більш переконливим результатам.

Питання використання сидератів на чорноземних ґрунтах та їх вплив на агрономічні показники, особливо азотний режим, залишаються менш вивченими в умовах недостатнього зволоження [16].

Протягом ХХ століття в Україні було порушено багато проблем, пов'язаних з нерациональним використанням земель, відсутністю стійкої сільськогосподарської політики та порушенням сівозмін. Сприяли це також невдалі аграрні реформи та надання переваги "економічно вигідним

культурам". Настіжком цього стало збіднення біологічного різноманіття та порушення співвідношення ріллі до кормових угідь. Практично це співвідношення становить 1:0,2, тоді як норматив передбачає 1:1,6 [73]. У 1990 році зернові культури займали 45% посівних площ, технічні культури – 12%, картопля та овочево-баштанні культури – 6%, а кормові культури – 37%. Але

в 2012 році зернові вже займали 55%, технічні – 29%, картопля та овочево-баштанні – 7%, а кормові культури втратили частку і стали становити 9% [31].

Це означає, що структура посівних площ на сьогодні перенасичена злаковими та технічними культурами, тоді як площа кормових культур зменшилася в чотири рази. Прогнозна модель структури посівних площ в агропромисловому комплексі Черкаської області вказує на потребу у введенні 56,4 тисяч гектарів сидеральних пар та інших форм сидеральних культур, що становить 4% від загальної площі [79]. Окрім того, велике значення має попередник пшениці озимої, яка вимагає, щоб сидеральні пари займали 17-18% площі [79].

Зараз прогнозують глобальне вичерпання запасів фосфору протягом наступних 50-125 років [297], але це можна частково уникнути або зменшити. Коренева система сидератів, таких як буркун та гірчиця, здатна завоювати важкодоступні фосфати, кальцій і магній з глибоких шарів ґрунту та переносити їх у надземну масу. Після заробки та мінералізації ці елементи доступні наступним культурам. Середньо, з глибоких горизонтів ґрунту може надходити близько 20-25 кг/га P_2O_5 , 100 кг/га CaO і 20 кг/га MgO [78]. Окрім

того, частина органічних речовин у ґрунті піддається мінералізації, і землеробський закон повернення вимагає їх поновлення. Проте ця вимога часто порушується, що спричиняє поступову деградацію ґрунтів та становить серйозну загрозу [18].

Закон України «Про основні принципи (стратегію) державної екологічної політики України до 2020 року» визначає стан земельних ресурсів як близький до критичного [23]. Це вимагає обґрунтування та розробки оптимальних систем удобрення, які мінімізують вплив на природний ландшафт і забезпечують стабільну продуктивність сільськогосподарських культур, а також підтримують природну родючість ґрунту та стабільну екологічну ситуацію в регіоні [72, 48].

В умовах економічно нестійкого розвитку сільськогосподарського сектора важливо проводити агротехнологічні заходи, які вимагають мінімальних витрат. Серед таких заходів в Лісостеповій зоні можна виділити використання сидеральних парів [29].

Різноманітність та специфіка сидератів потребують теоретичного та технологічного обґрунтування їх вирощування та удобрення з метою зменшення антропогенного впливу на навколишнє природне середовище.

Також важливо підвищити продуктивність сівозмін та відновити органічну складову ґрунтів [47].

Вже у XVIII столітті А. Т. Болотов пропонував перейти до семипільних сівозмін, де озимі культури чергувалися з ярими, і використовувались після удобрених парів. Після цього висівалися кращі культури, такі як пшениця, ячмінь і льон, а потім - менш врожайні, наприклад, овес. Пятою, шостою та сьомою культурами в цій системі повинні були бути сидеральні культури [15]. І. М. Комовий також пропагував плодозмінні сівозміни, де чергувалися культури, що вимагали різних типів ґрунту, такі як хліб, овочі, та трави [41].

Важливо також враховувати, що сидерати можуть бути ефективними джерелами фосфору для ґрунту. Коренева система сидератів може засвоювати важкодоступні фосфати, кальцій і магній з глибоких шарів ґрунту та

переносити їх у надземну масу. Після розкладання сидератів ці елементи стають доступними для наступних культур. З глибоких горизонтів ґрунту може надходити близько 20-25 кг/га P_2O_5 , 100 кг/га CaO і 20 кг/га MgO [78].

Однак також важливо враховувати, що частина органічних речовин в ґрунті піддається мінералізації, і їх повинні поновлювати згідно землеробського закону повернення, а порушення цієї норми може призвести до деградації ґрунтів [18].

У XIX столітті французький вчений Ж. Віль ввів термін "сидерація", який в перекладі з латинської мови означає "зірковий" або "променевий", вказуючи на можливість отримання добрив з сонячної енергії. Під сидерацією розуміється вирощування спеціальних культур, частково або повністю заробленої в ґрунт, а саму таку культуру називають сидератом. Однак важливо розуміти сидерацію як процес заробки як надземної маси, так і кореневої системи рослини в орний шар ґрунту, що більш точно відображає її сутність [28].

П. А. Костичев закликав широко впроваджувати використання зеленого добрива на чорноземах, наголошуючи, що сидеральне добриво може надати господарствам незалежність від численних обмежень, що впливають на них.

Він зауважив, що важко перебільшити значення введення цього добрива в щоденну практику [46].

Включення сидератів до системи сівозміни вважається одним із ключових заходів для компенсації втрати органічної речовини в ґрунті. Д. М.

Прянишников підкреслював, що сидеральні культури стають дуже важливими, особливо там, де не вистачає тваринних або інших добрив. Він вказував, що разом із гноєм і іншими добривами, зелене добриво відіграє значущу роль у підвищенні врожайів та поліпшенні родючості ґрунту. Сьогодні цей метод вирощування отримує визнання в дослідженнях наукових установ і широке застосування в сільському господарстві України [13].

У англійській літературі більш поширеним є термін "покривні культури". Ця категорія включає в себе рослини, що вирощуються головним

чином для створення рослинного покриву, незалежно від того, чи планується в подальшому використовувати їхню рослинну масу як органічне зелене добриво, чи залишити на поверхні ґрунту у вигляді решток рослин. Вибір покривної культури залежить від конкретної мети, яку необхідно досягти за допомогою цих рослин [45].

Терміни "зелене добриво" і "сидеральне добриво", які можуть використовуватися для опису покривних культур, мають схоже трактування в українській і англійській науковій літературі. Наприклад, Американська спілка ґрунтознавців дефінює "зелене добриво" як "рослинний матеріал, який вноситься в ґрунт у зеленій або стиглій фазі з метою поліпшення стану ґрунту" [30].

Термін "сидерація" і "зелене добриво" є умовними назвами, які відображають різні аспекти використання рослин у сільському господарстві. У терміні "сидерація" виділяється роль сонячного променя, в той час як у "зеленому добриві" акцентується на рослинних органах, що містять хлорофіл. Іноді сидерацію називають "зеленим угноєнням". Окремі дослідники також використовують терміни "середовищеполіпшення", "середовищеполіпшувальні культури" та "середовищеполіпшувальні сидеральні культури" для опису використання кормових і сидеральних культур у біологізованій системі землеробства, а також їх роль як біомеліорантів [32].

Для відновлення родючості виснаженого ґрунту необхідно надати йому відпочинок, що означає залишити його під паром або засіяти культурою, яка зменшує або послаблює ґрунтовтому [66]. Наприклад, після вирощування соняшнику в Степу рекомендується застосовувати чистий пар, тоді як в Лісостепу - використовувати ярі парозаймальні культури. Важливим елементом відновлення ґрунту є сидеральний пар, де вирощуються парозаймальні культури для отримання зеленого добрива [14, 25].

Покривні культури сприяють розширенню біорізноманіття в системі землеробства і сприяють рециркуляції поживних речовин, таких як азот,

фосфор, калій, кальцій, марганець і сірка, які накопичуються сидератами протягом вегетаційного періоду [24, 42].

Зелене добриво є джерелом органічних речовин, які можуть відновлювати ґрунт. Коренева система багатьох сидератів може

поглиблюватися в глибокі шари ґрунту, вилучаючи елементи живлення, які після розкладання зеленого добрива стають доступними для інших рослин.

Наприклад, заорюючи зелену масу бобових сидератів, що дають врожайність 35–40 тонн на гектар, в ґрунт потрапляє 150–200 кілограмів азоту, що

еквівалентно 25–30 тоннам гною [10, 34, 80]. За думкою деяких дослідників,

для запобігання втраті сірки в орному шарі ґрунту (яке може спостерігатися

відсутністю рослинності, а також під злаками), доцільно використовувати

сидерати з підвищеним коефіцієнтом біологічного засвоєння цього елемента,

як рекомендує С. Еріксон [29].

Теза, що зелене добриво є основним джерелом азоту для ґрунту,

отримала визнання від багатьох вчених. У той же час Д. М. Прянишников,

розглядаючи позитивний вплив застосування зелених добрив на піщаних і

бідних на азот і органічні речовини ґрунтах, вказує на те, що на чорноземних

ґрунтах, які вже багаті азотом, зелені добрива можуть навіть призвести до

негативного ефекту. Це стається через те, що в умовах нормального

землеробства, як правило, азот не є обмежувальним фактором для рослин, і він

не є головним для них. Тому використання зелених добрив у таких областях

може викликати лише негативні наслідки, такі як витрати вологи та перехід

елементів живлення з легкодоступних форм у зв'язані органічні сполуки [34].

Результати досліджень Полтавського дослідного поля свідчать, що на

чорноземних ґрунтах зелене добриво не тільки не може замінити гною, але

навіть може знизити врожай озимих культур [21].

Вплив сидерального добрива на вміст гумусу в ґрунті може бути незначним, і це пояснюється декількома факторами. Під час інтенсивного розкладання зеленої маси молодих рослин, особливо бобових, які багаті легкорозчинними поживними речовинами і азотом, але бідні лігніном, лише невелика частина азоту закріплюється у формі гумусу в ґрунті [24]. Такий гумус, який утворюється, не завжди компенсує втрату азоту, що виникає в результаті землеробського використання ґрунту. Дослідження, проведені з використанням ізотопів, підтверджують, що під впливом інтенсивного розкладання рослинної маси зеленими добривами, ґрунтово-біологічні процеси можуть активізуватися настільки, що це може викликати втрату існуючих запасів гумусу в ґрунті [58, 78].

Аргументи на користь підвищення вмісту гумусу в ґрунті від внесення зелених добрив також можуть бути умовними, інколи навіть несприятливими. За деякими даними, навіть при повторному використанні зелених добрив не спостерігається значущого збільшення вмісту гумусу в ґрунті. Замість цього, органічні речовини, які містяться в зелених добривах, можуть сприяти підвищенню біологічної активності ґрунту, що в свою чергу може поліпшити вміст неживних речовин, структуру та інші характеристики ґрунту [30].

Дослідження К. І. Довбана також підтверджують збільшення вмісту гумусу та загального азоту у верхніх шарах ґрунту при використанні сидерату, зокрема люпину. Проте важливим чинником є належний підбір виду сидерату та умови його вирощування, щоб досягти позитивного впливу на гумусовий обмін в ґрунті [58, 78].

Узагальнюючи, вплив зелених добрив на гумусовий обмін в ґрунті може бути комплексним і залежить від багатьох факторів, включаючи вид сидерату, умови вирощування, характеристики ґрунту та землеробські методи.

Дослідження, проведені Чернігівським Інститутом агропромислового виробництва УААН (нині Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН), показали, що сидерація, в поєднанні з мінеральними добривами, може дати продуктивність сівозміни, яка не поступається сівозміні з внесенням гною (10 т/га) разом з мінеральними добривами [14]. Це свідчить про можливість заміни гною сидератами без втрати продуктивності сівозміни.

Дослідження, проведені О. М. Бердниковим, вказують на те, що використання сидератів у поєднанні з вапнуванням, гноєм і мінеральними добривами в 8-пільній сівозміні на дерново-підзолистих ґрунтах Поділля значно поліпшує агрохімічні показники ґрунту. Після сидерації вміст гумусу у верхніх 30 см шарах ґрунту збільшувався, а за використання мінеральних добрив (N60P60K60) під сидерат, цей показник також підвищувався. У підорному шарі також була тенденція до збільшення вмісту органічної речовини [24].

Рослини залишають певну частку органічних сполук у педосфері (ґрунтовому середовищі) під час вегетації через відмерлі частини вегетативних органів, регенерацію корневих систем, кореневі виділення та сприяння інтенсифікації мікробіологічних процесів [29]. У дослідженнях, проведених на чорноземі типовому, було встановлено, що негуміфікована біомаса сидератів сприяє поповненню органічними речовинами кореневмісного шару ґрунту. Це сталося через вміст легкорозчинних сполук у біомасі сидератів, які швидше включаються в процеси гумусоутворення [26].

В цілому, використання сидератів може мати позитивний вплив на родючість ґрунту і заміну добрив, таких як гноївко, з урахуванням правильної стратегії вирощування і підбору сидератів.

Вирощування сидерального пару призводить до ряду корисних ефектів для стану ґрунту та агроєкосистеми. Воно сприяє зниженню кислотності ґрунту та укріпленню його буферних властивостей, одночасно покращуючи структуру і активізуючи діяльність ґрунтових мікроорганізмів [28, 19].

Важливою перевагою сидеральних культур є здатність запобігати втратам поживних речовин внаслідок ерозії та міграції внутрішньо-ґрунтового профілю [47].

Звернемо увагу, що глибоке обробітку сидеральних культур на ущільнених чи занадто зволжених ґрунтах, особливо без належного дренажу чи адекватного розпушування, може призвести до непередбачених наслідків, таких як інтенсивний розвиток глейових процесів та підкислення ґрунтового середовища [8].

До найбільш ефективних заходів з покращення родючості ґрунту слід включити сівбу буркуну, який спроможний переносити кальцій з глибоких шарів ґрунту до верхніх, а також інших необхідних макро- та мікроелементів. Ця діяльність сприяє підвищенню родючості та зниженню кислотності ґрунту [36].

У випадку лесових ґрунтів, важливо звернути увагу на управління процесами кислотності, спрямовуючи їх у напрямі ступінчастої регресії верхніх шарів ґрунту та посилення процесів вертикальної міграції карбонатів кальцію.

Пошук ефективних способів перекачки кальцію, як важливого складника для підтримки родючості ґрунту, від карбонатного підґрунтя до кореневмісного шару ґрунту, є актуальним завданням і потенційною інноваційною стратегією для покращення умов вирощування [8].

За даними В. Ф. Кормиліцина [44], сидеральні культури, порівняно з гноєм, можуть внести значний внесок у поліпшення фізичних властивостей ґрунту, зокрема, збільшуючи водостійкість його структури, підвищуючи пористість та вологоємність, і зменшуючи ущільненість, не лише в орному

шарі, а й у підорному горизонті завдяки біологічному дренажу, забезпечуванню кореневою системою.

Сидерати відзначаються особливою ефективністю у боротьбі з бур'янами, зменшуючи їх кількість та негативний вплив [26, 67, 28].

Дослідження впливу водних витяжок із зеленої маси гірчиці білої на проростки і схожість деяких поширених видів бур'янів показало, що ці витяжки пригнічують проростки та знижують подібність гірчаку на 30%, а таких бур'янів, як ромашка непахуча та щиріця звичайна, навіть на 70-80%.

Тобто, вирощування сидератів сприяє очищенню ґрунту від бур'янів на ранніх стадіях їхнього розвитку - під час проростання [17].

Покладання зеленої маси сидератів в ґрунт сприяє покращенню його живильного режиму, властивостей щодо водопостачання, тепла та повітря. Це

має велике значення для вирощування озимих культур на оглеєних ґрунтах,

оскільки підвищення аерації сприяє збільшенню вологості кореневмісного шару та покращенню умов для озимини. Такий підхід також заважає утворенню льодової кірки взимку та сприяє швидкому розмерзання ґрунту навесні. Крім того, ці фактори допомагають запобігти водній ерозії,

створюють сприятливий живильний режим для рослин, що призводить до

підвищення їхньої врожайності. Деякі сидерати, такі як суріниця, гірчиця та гречка, є також цінними рослинами для медозбору, покращуючи не лише родючість ґрунту, але й базу для бджільництва [5, 24].

В областях, що піддаються дефляції, рекомендується використовувати сидеральні культури як заміну чистим парам. У регіонах, де існує ризик

дефляції ґрунту, важливо планувати вибір сільськогосподарських культур так, щоб якомога більше земельної площі було покрито рослинами (рештками рослинності) якомога більше часу [19].

Звертає на себе увагу, що використання сидератів може бути доцільним не лише на бідних легких ґрунтах при наявності достатньої вологості (як, наприклад, в Поліссі України), але й на важких ґрунтах за гранулометричним складом [19, 56].

Коефіцієнт засвоєння азоту рослинами в перший рік використання сидератів, особливо при їх ранньому заорюванні, перевищує вміст азоту у підстилковому ґнійнику в 2–2,5 рази та досягає 50% [1, 67].

Зелені добрива можна розглядати як оптимальний ресурс для збагачення ґрунту доступним азотом [29]. Рослинні залишки, багаті на азот, використовуються для компенсації дефіциту мінерального азоту [31].

Введення свіжої органічної речовини в ґрунт сприяє накопиченню азоту в мікробній біомасі і є важливим елементом для збільшення потенційно мінералізаційних азотних запасів. Асиміляція азоту мікроорганізмами значно

перевищує його мінералізовану кількість. Внесення фітомаси з відношенням C:N менше 18 є ефективним методом підвищення наявності мінеральних та мікробних азотних сполук в ґрунті, в той час як рослинний матеріал із відношенням C:N більше 50 сприяє накопиченню азоту в мікробній біомасі.

Засвоєний азот фітомаси постійно піддається мінералізації, реімобілізації та стабілізації [19].

Введення сидератного пару з культурами, що фіксують азот, дозволяє зменшити використання мінеральних азотних добрив на 25–30% [22].

Наприклад, для отримання однакового врожаю картоплі та кукурудзи необхідно внести N90P90K120 або N45P90K120 на фоні 30 т/га гною, або використати поєднання останнього з сівбою сидерату (люпин вузьколистий). Це призводить до реальної економії азотних добрив в кількості 45 кг/га [25].

Одним з головних чинників, які гальмують широке впровадження сидеральних парів, є проблема вологозабезпеченості ґрунту [27].

Негативний вплив зелених добрив може полягати в тому, що покривні культури використовують вологу для росту, зменшуючи її доступність для наступних культур. Крім того, втрата вологи може відбуватися під час обробки сидератів

[58]. Рослинні залишки не є основними факторами, які впливають на збільшення водогоспоживання; важливо, щоб покривні культури використовували пару для збереження вологи, а не випаровування [29].

Наприклад, на Великих рівнинах США, збільшена водоспоживаність була

пов'язана із вирощуванням інтермедійної ярої культури, яка використовувала багато води для свого росту та негативно впливала на врожайність пшениці озимої. У той же час, вирощування зелених добрив під час літньої пари не впливало на врожайність, за умови, що ці культури ростуть протягом менше ніж шести тижнів [2].

Серед кращих попередників для пшениці озимої відзначаються чистий пар, зайнятий пар і сидеральний пар. Серед непарових попередників корисні можуть бути горох, люцерна, кукурудза на зелений корм і силос, а також соя ранніх сортів [22]. У Лісостепу врожай озимини, вирощеної після вики, зібраної на зелений корм або сіно, не відрізняється від врожаю, отриманого після чистих парів [30].

Чистий пар є розумним вибором для сильно забур'янених полів, особливо тих, де ростуть багаторічні бур'яни. Також він може бути вигідним у засушливих районах Степової зони України, після вирощування соняшнику чи після повторного вирощування ярих зернових [54].

Сидерати сприяють покращенню перезимового стану зернових культур завдяки активізації фунгістазісу, що обмежує розвиток грибкових захворювань рослин, зокрема снігової плісняви. Дослідження М. Н. Новикова та інших [26] показали, що в одному з років у варіантах без сидератів озимі культури були повністю пошкоджені сніговою пліснявою, тоді як на полях після буркунового пару вони залишилися живими на 80–100%.

У регіонах із невпевненим рівнем опадів ефективність зелених добрив сильно залежить від погодних умов. У сухі роки їх вплив може бути невеликим, тоді як у вологі роки він проявляється в сівозміні на першій, другій і навіть третій культурі після пару. Додатковий збір зерна в таких роках може досягати 0,79 тонн на гектар [18].

За допомогою сидератів у випадках гострого дефіциту органічних добрив можна поліпшити баланс органічних речовин у ґрунті. Вони сприяють стабілізації гумусового стану ґрунту, підвищують ємність балансу елементів

живлення та покращують фізико-хімічні та біологічні властивості кореневміеного шару.

Хоча гній вважається класичним органічним добривом, сидерати мають переваги в багатьох відношеннях. По-перше, вони є дешевшими, оскільки їх не потрібно транспортувати на поле, що зменшує витрати. По-друге, сидерати містять менше насіння бур'янів. По-третє, за один сезон сидерати можуть надати ґрунту від 100 до 400 кг/га біологічно зв'язаного азоту [19].

У 2012 році площа під сидератами в Україні становила лише 254 тис. га, або 0,82% від загальної площі сільськогосподарських земель. В окремих регіонах ця практика була менш поширеною: у Степу - 0,3% у Лісостепу - 1,4%, і в Поліссі - 1,0% при середній урожайності в 12,3 тонни на гектар [57].

Один з основних критеріїв оцінки сівалки на сидерати - їх вплив на вологість ґрунту під наступними посівами озимих культур, оскільки у сидеральних парах накопичується більше вологи, ніж у чистих парах.

Протягом дослідних років до часу зоробки фітомас сидератів, запаси доступної вологи у верхньому шарі ґрунту (0-60 см) були на 20,8-35,2 мм нижче, ніж у чистих парах, а у півтораметровому шарі - на 62,1-85,1 мм нижче.

Проте для успішного розвитку озимих культур восени доступної вологи в усіх варіантах було достатньо. Крім того, водопроникність ґрунту в сидеральних парах була вищою, ніж в чистих, що сприяло кращій акумуляції зимових і весняних опадів. До відновлення весняної вегетації озимих культур різниця в умісті доступної вологи між орним (0-30 см) і підорним (30-60 см) шарами ґрунту була незначною [48].

Відомо, що в посушливих регіонах, щоб поповнити запаси вологи в ґрунті, рекомендується використовувати чистий пар кожні п'ять років. Однак через загрозу деградації ґрунту ця практика не завжди можлива. Цікаво, що сидеральні пари можуть надавати більше вологи ґрунту, особливо в підорному шарі, завдяки кореневій системі, яка дозволяє зберігати воду нижче прослойки ґрунту. Таким чином, чистий пар може бути радикальним агротехнологічним засобом для поліпшення водного режиму кореневого шару ґрунту і є

обов'язковим у степових районах і бажаним у південно-східних областях лісостепу.

Досліджено, що можна зменшити вплив погодних умов на врожайність культур у зернових сівозмінах за допомогою післяжнивних посівів гірчиці білої на зелене добриво. У надзвичайно сухих періодах вирощування зернових у таких сівозмінах значно покращується водний режим завдяки внесенню органічних решток в ґрунт. Запаси доступної вологи у верхньому шарі ґрунту (0–40 см) можуть бути вищими на 15–25 %, ніж у сівозмінах без сидератів.

У сівозмінах для посушливих регіонів часто використовують чисті пари.

Проте це може свідчити про екстенсивну господарську діяльність. Щоб оцінити значення чистих парів як попередника, потрібно враховувати, що врожайність наступної культури повинна компенсувати витрати за два роки.

Крім того, чисті пари можуть мати негативний вплив на довкілля через можливу вітрову ерозію.

Зазвичай ефективність зеленого добрива оцінюється лише за приростом урожаю першої культури та витратами на вирощування. Тобто, заміна азотних добрив покривними культурами має сенс лише в разі підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур. Важливо зауважити, що сидерати

можуть бути економічно вигіднішими, оскільки прибуток від них вищий у три рази, ніж від безпідстилкового гною.

Серед порівняльних аналізів удобрювальних характеристик сидерації та внесення підстилкового гною, деякі дослідники стверджують, що одна тонна зеленого добрива може бути еквівалентною половині тонни гною [12, 25], або жодяковою кількості гною [19]. У проведених Мензенським НДІ експериментах було показано, що внесення фітомаси з 1 гектара сидерального пару може еквівалентувати внесенню 31–43 тонн гною з точки зору органічних речовин та 20–30 тонн NPK за загальним обсягом [15]. Для конвертації сидеральних добрив у стандартні підстилкові гної рекомендується використовувати коефіцієнт 0,25 [18].

Заради підвищення вмісту гумусу в орному шарі на 1%, потрібно внести 85 тонн органічних добрив на пісках, 95 тонн на легких суглинках та 105 тонн на середніх і важких ґрунтах [19].

Ефективність зеленого добрива надзвичайно залежить від врожайності сидерату. Наприклад, люпин білий та буркун жовтий можуть надавати урожайність на рівні 35 тонн на гектар, а кормові боби – 34 тонни [7]. Збагачення ґрунту елементами живлення при використанні сидерації залежить як від накопиченої біомаси сидерату, так і вмісту елементів живлення в ній перед заробкою в ґрунт [40]. У середньому, на одному гектарі, у біомасі сидератів може накопичуватися від 290 до 415 кілограмів азоту, від 65 до 97 кілограмів P_2O_5 і від 252 до 338 кілограмів K_2O [62].

Дієвість органічних добрив суттєво залежить від їхньої стійкості до розкладання та мінералізації. Швидке та легке розкладання органічних решток сприяє швидкій утворенню гумусу і вивільненню зольних елементів. Ця швидкість розкладання визначає доступність зольних елементів та азоту для рослин. Необхідні дози внесених в ґрунт органічних добрив для компенсації втрат гумусу залежать від обсягу цих втрат і вихідного вмісту гумусу в ґрунті [19].

Хімічний склад сидератів характеризується вузьким співвідношенням між вуглецем (C) та азотом (N). Введення органічних добрив із обмеженим співвідношенням вуглецю і азоту сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту та процесам мінералізації органічних речовин, що веде до накопичення поживних речовин.

Зелені добрива виконують важливі екологічні функції, серед яких мобілізація таких елементів живлення, як фосфор, калій, кальцій, магній, манган і інші, із глибоких шарів ґрунту та важкодоступних сполук, а також залучення їх до природного циклу речовин. Органи різних рослин різняться за вмістом загального азоту у ранні періоди вегетації, і співвідношення C:N в рослинному матеріалі служить показником їхньої розкладності [194].

Крім того, одним із способів розрахунку доцільності використання сидерації полягає у перерахунку основних поживних речовин у фізичну масу мінеральних добрив (туків) та обчисленні загальної вартості внесених у ґрунт мікроелементів [12, 24].

Зелені добрива мають численні переваги, включаючи їхню економічність та можливість використання в масштабах при відносно невеликих витратах. Однією з головних переваг є відсутність значних витрат на транспортування зеленого добрива до поля, особливо на віддалені ділянки.

Витрати на сидерацію обмежуються вартістю насіння, сівби та заорювання сидерату. Ці переваги особливо актуальні в умовах необхідності зниження споживання енергії на виробництво сільськогосподарської продукції та відновлення родючості ґрунтів. Інтенсифікація сільського господарства і збільшення врожайності супроводжуються зростанням витрат невідновлюваної енергії, зокрема через використання мінеральних добрив, які є високоенергетичними продуктами [18].

За відстані 1,5 кілометра енерговитрати на транспортування і внесення гною перевищують витрати на внесення еквівалентної кількості мінеральних добрив більш ніж у три рази, що робить сидерацію економічно вигіднішою.

Високі витрати, пов'язані з транспортуванням і внесенням гною, спричиняють меншу економічну та енергетичну ефективність в порівнянні з сидератами [19].

В системі сівозміни для поля зернових культур обов'язково повинен бути врахований сидеральний пар, на якому перед посівом дщениці озимої першою культурою зазвичай вирощується пшениця або ячмінь [27].

При використанні сидератів, мінеральні добрива, які призначені для просапної культури (всі або значна їх кількість), слід вносити під сидерат. Це сприяє отриманню високого врожаю сидератів, підвищує коефіцієнт використання мінеральних добрив і призводить до значних екологічних користей. Вирощування сидератів без мінеральних добрив значно знижує їх ефективність через низький урожай сидеральної маси [24].

Отже, основними параметрами і методами оцінки сидеральних пар щодо їхньої ролі як органічних добрив є вплив на збільшення врожаїв наступних культур, здатність сприяти поповненню вмісту органічних речовин у ґрунті, забезпечення вологою кореневого шару, постачання елементів живлення та досягнення енергетичної та економічної ефективності через вирощування культур на зеленому добриві.

Загальний огляд літературних джерел підтверджує актуальність питань використання сидеральних парів. Наразі наявний досвід досить глибокий, але вимагає подальших досліджень і дослідження в умовах Правобережного

Рісостегу України, особливо враховуючи глобальні зміни клімату. Ці дослідження визначають напрямки і завдання подальших досліджень.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови

Дослідження проводилися у період з 2022 по 2023 роки на території ФГ "Колос" в Білоцерківському районі Київської області. Ця локація знаходиться в природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровського округу Лісостепової Правобережної провінції України і розташована на висоті 242 метри над рівнем моря. Ця місцевість представляє собою екотон між лісостеповою зоною Правобережної України [54]. Південний Лісостеп Правобережної України характеризується наявністю чорноземів звичайних, частково типових і темно-сірих ґрунтів і є великою мірою облаштованим і обробленим, що призводить до його віднесення до степової зони [48].

Досліди були проведені на опідзоленому важкосуглинковому чорноземі, який має глибину гумусового профілю від 80 до 90 см і вміст гумусу на рівні 3,1%. Реакція ґрунтового розчину слабо кисла з рН від 5,6 до 6,0, гідролітична кислотність становить від 1,5 до 2,5 смоль/кг ґрунту, а ступінь насиченості основами коливається від 85% до 93%. Приблизно 80% обмінних катіонів складає кальцій. Опідзолений чорнозем займає 18% загальної площі в зоні Лісостепу України і є найпоширенішим у Правобережній його частині.

Рельєф дослідного поля є рівнинним, з піднятим плато і пологими схилами в розрізі південно-східної і північно-західної експозицій. Підземні води розташовані на глибині 22-24 метри, тому вони не впливають на властивості і структуру ґрунту, а також не впливають на водоспоживання сільськогосподарських культур. Морфологічні особливості окремих генетичних горизонтів опідзоленого важкосуглинкового чорнозему характеризуються такими рисами:

Н₀ (0–45 см) – цей шар є гумусним, слабоелювіальним, має темно-сірий колір, з білястими домішками крем'яркової присипки. Орний шар має пилувато-грудочкову структуру, він слабоущільнений, а підорний шар володіє грудочкувато-зернисто-горіхуватою структурою і є щільним. Перехід між цими шарами поступовий і помітний за структурою, складом і кольором.

Н₁ (45–70 см) – цей горизонт також гумусний, слабоелювіальний і верхній перехідний. Він добре і рівномірно гумусований і має темно-сірий колір з буруватим відтінком. Структура дрібно-грудочково-горіхуватої. Видно крем'янкову присипку, червоточини та кротовини. Перехід між цими шарами також поступовий.

Р_{1h} – порода є слабоілювіованою, слабогумусованою і має сірий-бурого кольору. Її структура крупно горіхувата, а частково вона переходить у горіхувато-призматичну. На поверхні структурних агрегатів і вертикальних тріщин видно характерний блиск від вмитих колоїдів R₂O₃. Перехід між цими шарами також поступовий.

Р₁ (h) (105–135 см) – порода слабоілювіована і нестить сліди гумусу у вигляді окремих карманів та потьоків. Вона має буро-палевий колір і структуру грудочкувато-стовпчасту. Вертикальні стінки структурних окремоостей покриті іржаво-бурою плівкою R₂O₃ з характерним блиском. Горизонт щільний, зрідка пронизаний кротовинами, перехід хвилястий, але добре немітний.

Р_к (135 см і глибше) – материнська порода має колір лесу, палевого та темно-палевого, її структура дрібнозерниста. Вона є нещільною і містить карбонати у вигляді прожилок, міцелів та окремих дрібних зоскуплень. Також спостерігаються сліди землерийок.

Лінія скипання карбонатів розташована на глибині 135–140 см. В районі проведення досліджень, за даними метеостанції «НУБіП», середньобогаторічна сума опадів становить 633 мм на рік, середньорічна температура повітря складає (+7,4) °С, а відносна вологість повітря – 76 %. Середня температура у січні становить (– 5,7) °С, а у липні – (+19) °С. Більшість опадів припадає на

весняно-літній період. Кількість днів з опадами досягає 130–150 на рік, і близько 80% цих опадів припадає на періоди з позитивними температурами, включаючи 40% опадів улітку. У весну, осінь і зиму припадає відповідно 24, 22 і 18% опадів. Кількість днів з наявністю снігового покриву змінюється від 30 до 125, а запас води у сніговому покриві коливається від 35 до 45 мм [253].

Регіон характеризується періодичними посухами, які відзначаються кожні 2–3 роки, а іноді навіть 3–5 років впродовж десятиліття, і відносяться до підзони нестійкого зволоження.

Кліматичні особливості цього регіону визначаються його розташуванням у центральній частині помірно-континентального кліматичного поясу. Річна сума сонячної радіації становить від 4200 до 4400 МДж/м², а річна сума температур, вище (+10)°С, коливається в межах 2800–3200°С.

Безморозний період триває від 180 до 190 днів, а період активної вегетації коливається від 160 до 220 днів [82].

Зі змінами клімату відбувається зсув дат переходу середньодобових температур на інтервалі від (+0,1) до (+5)°С. Ця динаміка впливає на ріст і розвиток більшості сільськогосподарських культур і може призводити до

подовження або скорочення тривалості міжфазних періодів та загального вегетаційного сезону. В регіоні Лісостепу стабільний перехід середньодобової температури понижче (+5)°С і зупинка біологічної вегетації відбувається в листопаді, а весною відновлення вегетації та стійкий перехід середньодобової температури через (+5)°С настає 29 березня. Зима є нестійкою, із частими

відлигами, під час яких часто тане сніг, а потім при негативних температурах повітря утворюється льодова кірка [27].

Узагальнено, агрокліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур. Однак у роки проведення досліджень спостерігалася нерівномірна кількість опадів відносно середньорічного показника. Загальний сумарний обсяг опадів у 2021, 2022 та 2023 роках склав відповідно 555, 572 і 519 мм.

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень (за даними метеостанції НУБіП)

Рік	Всього за рік	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість опадів, мм													
2021	600,1	74	59,5	26,9	31,8	114,4	73,7	15,8	27,9	6,7	87,0	49,2	33,2
2022	548,8	21,8	38,9	25,8	53,3	46,4	41,0	59,2	29,9	38,5	53,9	37,9	102,2
2023	486,6	58,4	43,7	65,6	17,5	18,3	82,4	92,9	2,6	105,2			
Середня багаторічна	605,7	51,4	47,4	39,4	34,2	59,7	65,7	56,0	20,1	50,1	70,5	43,6	67,7
Температура повітря, °С													
2021	9,4	5,6	2,4	4,5	12,3	14,7	20,1	21,6	20,7	15,7	6,5	1,7	-1,9
2022	9,7	-5,2	-2,8	5,9	9,7	14,8	20,0	20,6	22,1	16,5	8,7	3,4	2,1
2023	11,5	-3,0	-3,6	-1,5	13,5	17,9	20,2	20,7	22,1	15,8			
Середня багаторічна	9,5	-4,6	-1,3	3,0	11,8	15,8	20,1	21,0	21,6	16,0	7,6	2,6	0,1
Відносна вологість повітря, %													
2021	74,8	85	82	74	64	72	73	67	68	65	78	85	85
2022	73,6	84	83	76	60	63	64	65	64	69	80	86	89
2023	71,4	85	83	81	58	58	67	75	62	74			
Середня багаторічна	81,4	84,7	82,7	77,0	60,7	64,3	68,0	69,0	64,7	69,3	79,0	85,5	87,0

У весну 2021 року відзначалося вищим рівнем опадів у порівнянні зі звичайними показниками для цього періоду. Специфічно, найвища кількість опадів припала на квітень, коли було зафіксовано 168,1 мм опадів.

Температурні показники в період від березня до травня перевищували середньорічні значення на 0,3-3,8 °С. Щодо вологості повітря, травень був вологішим, ніж зазвичай, в той час як квітень і березень були сухішими на 3% і 7% відповідно.

Літо 2021 року, навпаки, було відзначено посушливим періодом. У період з червня по серпень випало 155,4 мм опадів, що на 77,6 мм менше, ніж середньорічний показник. Середньомісячна температура повітря влітку була вищою, ніж зазвичай, і становила в діапазоні 19,8-20,5 °С, перевищуючи

багаторічні значення на 1,0-2,9 °С. Щодо вологості повітря, в червні вона становила 72%, в липні - 71%, і в серпні - 69%.

Осінь принесла високу вологість та тепло. В вересні опади перевищили норму на 46,1 мм, становлячи 89,1 мм. Однак жовтень і листопад були сушчими на 27,7 мм та 6,2 мм відповідно в порівнянні зі звичайними показниками. Листопад виділився вищою температурою на 4,4 °С від середньорічної. У цьому місяці вологість повітря була на 4% нижча за середньобагаторічні показники, і перший заморозок на ґрунті наступив 19 листопада.

Весняно-літній період 2022 року характеризувався активними синоптичними явищами, які призвели до відсутності тривалих посушливих періодів у літні місяці. У березні було на 23 мм менше опадів, ніж середньорічно, але квітень і травень були аномально вологими, з опадами на 52 та 71 мм більше відповідно.

Температурно березень виходив дуже теплим, перевищуючи середньобагаторічні значення на 6,2 °С, тоді як квітень і травень були близькі до норми. Щодо вологості повітря, березень був сушішим на 17%, а квітень і травень перевищували норму на 4% та 9% відповідно.

Літо відзначилося відносно посушливим періодом. З червня по серпень випало 141,5 мм опадів, на 87,5 мм менше за середньорічні значення. Середньомісячна температура повітря була вищою на 2,5-2,6 °С порівняно з багаторічними показниками. Вологість повітря в червні становила 72%, в липні - 70%, і в серпні - 65%.

Агromетeоролoгiчнi умови осeнi 2022 року були сприятливими для сiвби озимих культур. Вересень і жовтень були вологими, перевищуючи норму на 39,6 мм і 2,7 мм відповідно. Температурний режим осeнi мав свої особливостi, з жовтнем близьким до норми, але з рiзким похолоданням у третiй декадi.

Перший снiговий покрив утворився, і перший заморозок на ґрунті було зафіксовано 25 жовтня. Вологість повітря з вересня по листопад була на 2-6% нижчою за середньо-багаторічні значення.

Зима 2023 року прийшла несподівано теплою та з мінімальним сніговим покривом, що мало негативний вплив на озимі культури та швидко викликало проблеми з вологою. Весна наступила надзвичайно рано та приносила значні коливання температури. Швидка прогріваність землі дозволила почати посіви вже в середині березня, і завдяки періодам ефективних опадів, станом до середини травня відсутні були проблеми з вологою ґрунту.

Перші місяці літа відзначилися аномально теплими та сухими умовами. З початку червня розпочалася ґрунтова посуха, і весь період від квітня до серпня опади становили лише 76% норми. Ситуація ще загострилася у липні та серпні, коли тривали спекотні періоди із температурами повітря до $(+34)^{\circ}\text{C}$ тривали 10-20 днів, майже без опадів.

У першій і другій декади вересня 2023 року трималася жорстка ґрунтова посуха, викликана тривалим відсутністю опадів. Кількість опадів з 1-го серпня по 20 вересня (період, коли формується запас доступної вологості для озимих культур), склала лише 54% норми.

Перша декада вересня принесла деяке полегшення, проте вологість швидко випаровувалася у другій декаді через аномально високу температуру та низьку вологість повітря. Завершальна декада вересня призвела до зупинки посухи та поліпшила умови для посіву та росту озимих культур.

Узагальнюючи, роки досліджень свідчать про зменшення тривалості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур через ранні підйоми температур, що призводить до раннього початку вегетації озимих культур і посівів ярих. Потенційні ризики погіршених змін, спостережаних у останні роки, лише зростають [82]. Це наслідок глобального потепління, що призводить до збільшення тривалості та інтенсивності посушливих періодів влітку і аномально теплих зимових періодів без достатнього снігового покриву. Ці явища стають нормою у різних ґрунтово-кліматичних зонах України [39].

Таким чином, важкосуглинковий чорнозем, який досліджується на території Національного Університету Біоресурсів і Природокористування України, вирізняється високою плодючістю. З правильними

сільськогосподарськими методами він здатний забезпечити стабільні та високі врожаї регіональних сортів та гібридів сільськогосподарських рослин. Ураховуючи вплив глобальних змін клімату, агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень можна оцін

2.2 Методика проведення досліджень

У короткотерміновому досліді, який стосувався вивчення ефективності внесення різних доз та видів мінеральних добрив під сидеральні пари, була проведена експериментальна частина роботи. Для вирощування зеленого добрива були висіяні різні сільськогосподарські культури. Насіння буркуна білого сорту "Донецький однорічний" було висіяно з нормою висіву 20 кг/га, гірчиці білої сорту "Ослава" – також 20 кг/га, редьки олійної сорту "Журавка" – 20 кг/га, вику яру сорту "Слізавета" – 150 кг/га і гречки сорту "Антарія" – 150 кг/га. В контрольній групі землю лише обробляли без висіву культур. Кожну з цих культур удобряли згідно наступної схеми:

1) без добрив – контроль;

2) $N_{40}P_{40}K_{40}$

3) $N_{80}P_{40}K_{40}$

Обрані сільськогосподарські культури були вибрані на основі їхньої належності до різних біологічних груп і, відповідно, різних впливів на родючість ґрунту та врожайність наступних сільськогосподарських культур. Цей вибір також дав можливість розширити сівозміну, підвищити біорізноманіття та, за потреби, розірвати зерновий ланцюг.

Посівна площа дослідної ділянки 36 м^2 (3,6 м x 10 м), облікова – 25 м^2 (2,5 м x 10 м). Розміщення ділянок послідовне, повторність дослідів триразова.

Сівбу сидератів проводили у період з початку квітня до середини травня, враховуючи видові особливості досліджуваних культур. Сівбу здійснювали рядковим методом за допомогою сівалки СЗТ-3,6.

Попередником була пшениця озима. Насіння капустяних культур перед сівбою обробляли протруйником "Круїзер 350 FS" для захисту від чорної блішки з нормою 4 літри на тону.

Сидерати були скошені в другій декаді червня або першій декаді липня, в залежності від фази розвитку культур. Для цього використовували мульчувальник МР 2,7. Заробку зеленої маси проводили плугом ПЛН-4-35 на глибину 25-27 см. Упродовж літа та на початку осені ґрунт утримували у стані напівпару. Після цього вивчали вплив різноудобрених сидеральних парів на врожайність пшениці озимої.

Норми внесення мінеральних добрив під пшеницю озиму були уніфіковані для різних видів сидеральних культур і водночас диференційовані в залежності від рівня удобрення сидератів. Таким чином, сумарна норма мінеральних добрив, враховуючи кількість їх внесення під сидеральний пар, становила N80P40K40. Отже, всі варіанти були вирівняні за кількістю внесених елементів живлення. Технологія вирощування пшениці озимої була загальноприйнятою для Правобережного Лісостепу України.

У дослідженні використовували різні види мінеральних добрив, такі як аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Під сидерати фосфорні та калійні добрива вносили розкидним способом під зяблеву оранку, а азотні добрива застосовували під передпосівну культивуацію. Компенсуючі дози фосфорних і калійних добрив також вносили під передпосівну культивуацію пшениці озимої, а азотні добрива застосовували розкидним способом на весні.

Для аналізу ґрунту відбирали зразки з шару 0-60 см через кожні 20 см, відповідно до вимог ДСТУ 4287 і ДСТУ ІSO 11464. Для визначення основних агрохімічних показників в ґрунті проводили такі види аналізу:

- Вміст у ґрунті нітратного (N-NO₃⁻) та амонійного азоту (N-NH₄⁺).
- Вміст рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті.
- pH водної суспензії.
- Вміст загального азоту, фосфору, калію та кальцію в рослинах.

Таблиця 2

Схема внесення мінеральних добрив під пшеницю озиму після різних парових попередників

Варіант дослідження	Вид добрива	Чистий пар	Сидеральний пар				
			Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
внесення мінеральних добрив, кг/га д.р.							
Без добрив (контроль)	N	80	80	80	80	80	80
	P ₂ O ₅	60	60	60	60	60	60
	K ₂ O	60	60	60	60	60	60
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	N	80	40	40	40	40	40
	P ₂ O ₅	60	20	20	20	20	20
	K ₂ O	60	20	20	20	20	20
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	N	80	–	–	–	–	–
	P ₂ O ₅	60	20	20	20	20	20
	K ₂ O	60	20	20	20	20	20

Коефіцієнти використання елементів живлення з добрив розраховували різницевим методом. Також визначали співвідношення вуглецю до азоту в біомасі сидератів за методом Анстета в модифікації Пономарьової і Ніколаєвої, вміст загального гумусу, вміст води в ґрунті та стійкість ґрунтових агрегатів (3–5 мм) до розпадань у воді.

В даному дослідженні для обліку, спостережень та якісних аналізів рослин використовували такі методи:

- Визначення висоти рослин за допомогою мірної лінійки.
- Визначення площі листкової поверхні методом висічок.

Визначення схожості та густоти стояння рослин за загальноприйнятими методиками.

Визначення вмісту сухої речовини у рослинах гравіметричним методом.

- Облік фітомаси сидератів проводили методом пробних майданчиків (снопів) у чотириразовій повторності з наступним зважуванням.

Для оцінки впливу сидератів на врожай та показники якості зерна пшениці озимої визначали вміст білка, масу 1000 зерен, нагуру зерна та склоподібність за відповідними методиками та стандартами.

Економічну та енергетичну ефективність перенесення частини мінеральних добрив з під пшениці під сидерат розраховували за загальноприйнятими методиками, враховуючи витрати за технологічними картами та цінами на четвертий квартал 2022 року.

Математичну та статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу двохчинникового польового дослідження, використовуючи пакет стандартних програм "Microsoft Excel 2003".

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК СИДЕРАТІВ І ЗАСВОЄННЯ НИМИ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ

3.1 Ріст та розвиток сидератів і накопичення ними біомаси

Важливою фізіологічною характеристикою рослини, яка має вирішальне значення для подальшого розвитку і урожайності, є схожість насіння [16]. Від схожості насіння гречки при висіві 5 мільйонів схожих насінин на гектар залежить 67% [26]. Для гірчиці білої цей показник коливається від 63% до 83% [37, 61], для редьки олійної – від 36% до 44% [28], для вики ярої – від 54% до 97% [33, 49, 39], а для буркуну – від 51% до 80% [33, 23]. Ефективність проростання та розвиток рослин великою мірою залежать від енергії проростання та схожості насіння [28].

Дослідження показали, що добрива мають значний вплив на повноту сходів та густоту сівби сидератів (таблиця 3).

Середнє значення повноти сходів культур протягом трьох років досліджень залежно від виду добрив було таким: буркун білий – від 63,2% до 70,4%; гірчиця біла – від 80,0% до 88,0%; редька олійна – від 73,5% до 81,0%; вика яра – від 93,0% до 97,5%; гречка – від 63,4% до 70,2%. Тобто мінеральні добрива можуть підвищувати схожість насіння на до 8%, залежно від їхнього типу та кількості.

Окрім погодних умов, норми висіву та морфологічних особливостей культур, на густоту сходів сидератів впливає рівень живлення рослин. Протягом трьох років досліджень внесення мінеральних добрив під сидерати збільшило густоту сходів до 149-351 одиниць на метр квадратний, порівняно з 147-317 одиницями на метр квадратний в контрольному варіанті. Таким чином, внесення азотних (N40) та сумішей калійно-фосфорних (P40K40) добрив призвело до збільшення густоти сходів буркуну білого на відповідно

0,6% та 2,5%, гірчиці білої – на 3,8% та 6,3%, редьки олійної – на 1,4% та 2,7%, вики ярої – на 1,1% та 2,2%, а гречки – на 4,7% та 2,8%. Комбінування калійних або фосфорних добрив з азотними мав ще значніший вплив на густоту сходів. Використання подвійної дози азотних добрив на тлі фосфорно-калійного добрива (N80P40K40) призвело до найзначущого зростання густоти сходів сидератів/ буркуну білого – на 11,4%; гірчиці білої – на 10,0%; редьки олійної – на 10,2%; вики ярої – на 4,8%; гречки – на 10,7%.

Таблиця 3

Вплив мінеральних добрив на формування густоти посівів сидератів

(2022–2023 рр.)

Варіант досліду		Повно- та сходів, %	Густота рослин, шт/м ²		Коефіцієнт виживання рослин
Удобрення	Культура		на період сходів	перед зароблянням	
Без добрив (контроль)	Буркун білий	63,2	158	139	0,88
	Гірчиця біла	80,0	160	138	0,86
	Редька олійна	73,5	147	122	0,83
	Вика яра	93,0	186	156	0,84
	Гречка	63,4	317	266	0,84
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	Буркун білий	67,6	169	145	0,86
	Гірчиця біла	87,0	174	139	0,80
	Редька олійна	78,5	157	122	0,78
	Вика яра	97,0	194	157	0,81
	Гречка	69,8	349	283	0,81
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	Буркун білий	70,4	176	143	0,81
	Гірчиця біла	88,0	176	134	0,76
	Редька олійна	81,0	162	120	0,74
	Вика яра	97,5	195	154	0,79
	Гречка	70,2	351	274	0,78

Також, подібні закономірності виявлені і під час періоду перед зароблянням сидератів у ґрунт.

Внесення добрив призводило до зниження коефіцієнта виживання сидеральних рослин. Наприклад, на ділянках без внесення добрив, відповідно до виду культури, цей показник становив від 0,83 до 0,88, в той час як для варіантів з повним мінеральним добривом (N40P40K40, N80P40K40) – від 0,74 до 0,86. Однак, навіть за таких умов, рівень густоти рослин перед зароблянням був депресивним лише на ділянці N80P40K40. Варіант із внесенням N40P40K40 був на рівні контролю для редьки олійної і вищим за контроль для вики ярої, гірчиці білої, буркуну білого та гречки відповідно на 0,6%, 0,7%, 4,3% і 6,4%.

Найкращим варіантом з точки зору виживання рослин було внесення N40P40, що супроводжувалось коефіцієнтом виживання в межах 0,81–0,87 та рівнем густоти рослин на 1–5% вищим, ніж в варіанті без добрив.

Інтегральним показником стану онтогенезу рослин є їхня висота. Встановлено, що цей показник суттєво залежить як від біологічних особливостей культур, так і від рівня добрив (таблиця 4).

Таблиця 4

Висота сидеральних рослин перед скошуванням залежно від видів і доз мінеральних добрив (2022–2023 рр.)

Варіант дослідження	Сидерат				
	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
	висота рослин, см				
Без добрив (контроль)	92	107	93	77	72
N40P40K40	108	134	116	94	92
N80P40K40	113	139	119	95	94

Складові повного мінерального добрива виявили різний вплив на висоту сидератів. Найбільший ефект спостерігався від азотних добрив, внесених у дозі 40 кг/га. Висота рослин збільшувалася на 6–16% в порівнянні із фосфорно-калійним фоном, залежно від виду культури. Варіант з максимальним удобренням (N80P40K40) не показав істотних переваг у висоті рослин порівняно з варіантом N40P40K40. Фосфорні компоненти повного мінерального добрива сприяли підвищенню висоти рослин на 5–10%, в той час як калійні добрива мали менший вплив на цей показник.

Серед різних сидератів найвищі рослини в середньому формувала гірчиця біла, завдяки своїм біологічним особливостям. Найнижчі рослини були у гречки. Урожайність сидератів значно залежала від погодних умов. У 2022 році, завдяки значним опадам у травні-червні, було накопичено велику кількість зеленої маси, до 15,2–48,0 т/га. Проте в цьому році після сівби деяких сидератів відбулося погіршення погодних умов, що призвело до затримки появи сходів та зниження продуктивності деяких капустяних культур. Гречка та вика яра в середньому були найстабільнішими урожайністю протягом років досліджень.

Поряд з цим, за роки досліджень відзначалося скорочення періоду вегетації культур (явище неотенії) під впливом різкого початку теплої погоди, особливо в 2022 та 2023 роках. Таким чином, погодні умови впливали на ріст та розвиток рослин, накопичення фітомаси сидератів і залежали від біологічних особливостей самих культур, а також особливостей удобрення.

Таблиця 5

Урожайність фітомаси сидератів перед зяблянням в ґрунт залежно від удобрення

Варіант досліду		Рік дослідження		Середнє за два роки
Удобрення (чинник А)	Культура (чинник В)	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Буркун білий	21,7	21,9	20,5
	Гірчиця біла	30,0	23,5	22,7
	Редька олійна	33,9	28,0	27,5
	Вика яра	17,2	29,0	21,9
	Гречка	15,2	21,3	18,7
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	Буркун білий	30,5	29,2	28,2
	Гірчиця біла	37,9	35,0	33,5
	Редька олійна	44,3	42,5	37,8
	Вика яра	29,5	38,0	31,2
	Гречка	22,9	29,3	29,2
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	Буркун білий	31,7	31,5	30,0
	Гірчиця біла	39,1	38,2	37,8
	Редька олійна	47,0	48,0	42,0
	Вика яра	30,6	39,5	32,2
	Гречка	24,4	33,8	31,7

Аналіз даних у таблиці 5 вказує на позитивний вплив внесення мінеральних добрив на зростання фітомаси сидератів. Наприклад, приріст фітомаси від азотних добрив (N₄₀) та сумісного внесення калійних і фосфорних (P₄₀K₄₀) був приблизно на однаковому рівні для різних видів сидератів, зокрема буркуну білого, гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та

гречки. Варіант досліду із застосуванням подвійної дози азотних добрив на фосфорно-калійному фоні (N80P40K40) забезпечив найбільший приріст фітомаси сидеральних культур, таких як буркун білий, тирчиця біла, редька олійна, вика яра та гречка. Ці результати підтверджують дані інших досліджень [35, 43].

Важливим аспектом є той факт, що зі збільшенням проективного покриття ґрунту рослинами та зростанням фітомаси і висоти рослин спостерігається зменшення інтенсивності дефляції [95]. Іншими словами, внесені мінеральні добрива, окрім підвищення густоти рослин, їх висоти та врожайності фітомаси, сприяють збільшенню проективного покриття ґрунту.

Також, значна частина біомаси рослин знаходиться в ґрунті. Дослідження післязбиральних і корневих залишків є важливим для аналізу агрофітоценозу. Від точності визначення маси коренів залежать результати вивчення біологічного колообігу органічних речовин і елементів живлення в посівах, а також оцінювання культур як попередників та пов'язані з ними висновки [64].

Деякі дослідження [64] вказують, що в однорічних культурах частка кореневої маси у загальній біомасі може становити 50% і більше. Внесення мінеральних добрив збільшує частку корневих залишків польових культур на 5–14% [92], і навіть 40–43% [110].

Досліди показали, що об'єм органічної речовини в поживно-корневих залишках, який вимірювався в кінці вегетаційного періоду рослин, не відображає повною мірою динаміку процесів, що характеризуються первинною продукцією. Фактично, кількість чистої первинної продукції перевищує об'єм поживно-корневих залишків [92]. Це може пояснюватися тим, що значна кількість органічної речовини потрапляє в ґрунт через кореневі виділення та розкладання мертвого коріння. Дослідження свідчать, що відмерлі коріння можуть становити до 20% від маси живих коренів, а кореневі виділення – до 10% [20]. Враховуючи ці фактори, були проведені розрахунки

стосовно потоку органічної речовини в ґрунт, в залежності від типу сидерату та його удобрення (див. таблицю 6).

Таблиця 6

Маса корневих решток сидеральних культур у шарі ґрунту 0–40 см залежно від удобрення перед зароблянням у ґрунт (2022–2023 рр.)

Варіант досліду	Культура	Живі корені	Відмерлі корені	Кореневі виділення	Всього
(Чинник А)	(Чинник В)	вміст, т/га			
1	2	3	4	5	6
Без добрив (контроль)	Буркун білий	7,63	1,53	0,76	9,92
	Гірчиця біла	6,05	1,21	0,61	7,87
	Редька олійна	9,48	1,90	0,95	12,33
	Вика яра	11,67	2,33	1,17	15,17
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	Гречка	5,58	1,12	0,56	7,26
	Буркун білий	9,85	1,97	0,99	12,81
	Гірчиця біла	9,15	1,83	0,92	11,90
	Редька олійна	12,00	2,40	1,20	15,60
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	Вика яра	14,56	2,91	1,46	18,93
	Гречка	8,52	1,70	0,85	11,07
	Буркун білий	10,16	2,03	1,02	13,21
	Гірчиця біла	9,78	1,96	0,98	12,72
	Редька олійна	12,45	2,49	1,25	16,19
	Вика яра	15,07	3,01	1,51	19,59
	Гречка	8,98	1,80	0,90	11,68

Важливо відзначити, що вплив мінеральних добрив на зростання кореневої маси сидератів виявився відмінним від їх впливу на фітомасу. Виявлено, що найбільший приріст кореневої маси спостерігався при внесенні

фосфорних і калійних добрив у спільному внесенні (P40K40), а також при внесенні азотних і фосфорних (N40P40), а також повного мінерального добрива (N40P40K40 та N80P40K40). З іншого боку, варіанти досліду з внесенням лише азотних добрив (N40 та N40K40) демонстрували найменший приріст кореневої маси.

За підвищення урожайності сидератів спостерігалось збільшення кількості корневих решток. Однак, важливо відзначити, що частка корневих решток у загальній біомасі сидератів зменшувалася. Це підтверджується результатами досліджень, де в контрольному варіанті без внесення добрив співвідношення корневих решток до фітомаси становило 27–53%, у порівнянні з 23–50% на тлі внесення добрив (див. таблицю 7). Пояснюється це тим, що в умовах негативного впливу, таких як нестача вологи і погіршення мінерального живлення, зростання надземної маси рослин обмежується, але зростання коренів збільшується. У вологих умовах ґрунту та при внесенні добрив, навпаки, надземна маса рослин зростає, а частка корневих решток у біомасі зменшується [20, 38].

Таблиця 7

Частка корневих решток у біомасі сидератів залежно від видів і доз мінеральних добрив, 2022–2023 рр.

Варіант удобрення	Буркун	Гірчиця	Редька	Вика яра	Гречка
	білий	біла	олійна		
частка корневих решток у біомасі сидератів, %					
Без добрив (контроль)	37,2	26,7	34,5	53,3	29,8
N40P40K40	34,9	27,3	31,7	46,7	29,2
N80P40K40	34,9	25,9	29,6	46,8	28,3

Недаремно важливим показником, який відображає стан кореневої системи рослин, є коефіцієнт її продуктивності. Цей коефіцієнт визначається як співвідношення надземної біомаси до кореневої маси [58]. Іншими словами, це показує, скільки одиниць кореневої маси сприяють утворенню і функціонуванню певної кількості одиниць надземної маси (див. таблицю 8).

Таблиця 8
Коефіцієнт продуктивності кореневих систем рослин залежно від
удобрення (2022–2023 рр.)

Варіант удобрення	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
Без добрив (контроль)	2,7	3,7	2,9	1,9	3,3
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	2,8	3,6	3,2	2,1	3,4
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	2,9	3,9	3,4	2,1	3,5

Дані з таблиці 8 наочно свідчать, що гірчиця біла і гречка вирізняються найбільшими коефіцієнтами продуктивності кореневої системи серед сидератів. Натомість, вики ярої мала найменший коефіцієнт продуктивності кореневої системи.

Застосування мінеральних добрив призвело до підвищення коефіцієнта продуктивності кореневої системи сидератів на 3–17%, за винятком випадків внесення P₄₀K₄₀ під гречку та гірчицю білу, де відзначалося зниження цього показника відповідно на 3% та 5%.

Отже, поліпшення умов живлення за допомогою мінеральних добрив сприяє збільшенню як надземної, так і підземної біомаси сидератів. Це також позитивно впливає на інтенсивність формування листкової поверхні та продуктивність фотосинтезу, а найбільший вплив на цей процес має азот, який вводиться як компонент мінеральних добрив.

3.2 Накопичення сухої речовини

На сучасному етапі органічні добрива майже не застосовуються. У таких умовах навіть не виникає потреба в їх використанні, оскільки, коли всі рослинні залишки основних і поживних культур залишаються на полі, досягається навіть бездефіцитний баланс органічного вуглецю. Важливо відзначити, що такий підхід є більш екологічно безпечним, ніж використання рослинних залишків для годівлі тварин і подальше використання гнійу на полях.

Дослідження показали, що внесення мінеральних добрив призводить до зниження вмісту сухих речовин як у фітомасі, так і в корневих залишках рослин сидератів. Такі результати можна побачити у таблиці 9.

Таблиця 9

Уміст сухих речовин в біомасі сидератів залежно від удобрення (2022–2023 рр.)

Варіант дослідження	У фітомасі культур					У корневих рештках				
	Буркунбій	Гірчицябіла	Редькакапійна	Викаяра	Гречка	Буркунбій	Гірчицябіла	Редькакапійна	Викаяра	Гречка
	уміст сухих речовин, %									
Без добрив (контроль)	29,3	29,1	20,0	25,2	26,6	33,1	32,8	22,9	29,6	30,6
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	27,7	26,3	17,6	23,1	25,8	30,4	30,1	21,7	27,7	27,6
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	27,1	23,2	16,3	22,0	21,1	30,4	26,4	20,5	26,6	24,8

Дослідження показали, що внесення лише азотних добрив у дозі 40 кг/га добривного рівня призводило до зниження вмісту сухих речовин в фітомасі сидератів на 1,1–3,6% в порівнянні з контролем. Фосфорні та калійні компоненти повних мінеральних добрив зменшували цей показник на 0,4–0,5% та 0,3–0,7% відповідно в буркуну білому, редьці олійній, виці ярій та на 1,1% в гречці при внесенні калійного компоненту. У гречки та гірчиці білої фосфорний компонент повних добрив збільшував вміст сухих речовин на 0,2% та 1,1% відповідно. Застосування N40 та N80 на тлі P40K40 зумовлювало зниження вмісту сухих речовин до 17,6–27,7% та 16,3–27,1% відповідно, порівняно з 20,0–29,3% в контрольному варіанті.

Ці закономірності спостерігалися і в корневих рештках: мінеральні добрива знижували вміст сухих речовин на 0,8–6,4% порівняно з контролем.

Виявлено, що вміст сухих речовин у фітомасі залежить від виду сидерату та дози добрив і становить в середньому від 16,3% до 29,3%, а в корневих рештках - від 20,5% до 33,1%. На жаль, дослідники мають різні думки щодо того, чи переважає вміст сухих речовин у надземній частині рослин над підземною, існують відмінності в цьому питанні. Враховуючи середні значення за роки досліджень, найбільший приріст сухої речовини був отриманий при вирощуванні редьки олійної, буркуну білого та гречки на фоні N80P40K40 - відповідно 1,84, 2,91 т/га та 2,81 т/га або 22%, 31% та 39% більше, ніж в контрольному варіанті без внесення добрив. У виці ярій та гірчиці білої на фоні N40P40K40 відзначено приріст вмісту сухих речовин на 2,56 та 3,17 т/га або 29% та 35% більше, ніж в контрольному варіанті без внесення добрив.

Отже, з підвищенням дози добрив загальний вихід сухої речовини зростає, у той час як частка її вмісту в біомасі зменшувалася.

Таблиця 10

Урожайність сухої речовини біомаси сидератів залежно від удобрення (2022–2023 рр.)

Варіант удобрення (чинник А)	Сидерати (чинник В)				
	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
Без добрив (контроль)	9,31	9,20	8,50	8,80	7,17
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	11,76	12,37	10,20	11,36	9,52
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	12,22	12,13	10,34	11,30	9,98

При внесенні мінеральних добрив було виявлено, що частка корневих решток у загальному вмісті сухої речовини у грошових культурах трохи зменшувалася (див. Таблицю 11). У контрольних умовах частка корневих

решток у загальній масі сухої речовини становила від 28,0% до 35,9%. Проте,

при застосуванні різних видів і доз мінеральних добрив цей показник коливався в межах від 26,1% до 34,6%.

Найбільший вплив на цей показник спостерігався при внесенні повного комплексу мінеральних добрив, тоді як мінімальний вплив зафіксовано при внесенні лише фосфорних і калійних добрив.

Таблиця 11

Частка корневих решток у загальній масі сухої речовини сидератів
залежно від видів і доз мінеральних добрив (2022–2023 рр.)

Варіант досліджу	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
	частка корневих решток, %				
Без добрив (контроль)	35,2	28,0	34,7	35,9	31,0
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	33,1	28,9	33,2	32,6	30,6
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	32,8	27,7	32,1	32,8	30,5

Таким чином, вплив мінеральних добрив, зокрема азотних, на живлення сидератів може ефективно контролювати вміст і накопичення сухої речовини в їх біомасі.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ЗЕЛЕНИХ ДОБРИВ НА АГРОХІМІЧНІ, БІОЛОГІЧНІ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТУ

Отже, на сьогоднішній день, основним постачальником органічних речовин у ґрунт є рослини. При цьому, річний приріст свіжої біомаси у нормі 40 тонн на гектар, перерахований на суху речовину, забезпечує практично такий самий рівень вмісту водорозчинного гумусу, як на природних землях, які не були оброблені [77]. Таким чином, збагачення ґрунту органічними речовинами є ефективним і надійним методом підвищення його плодючості [74].

4.1 Зміни в органічній частині ґрунту

Більше 130 років Україна стикається з проблемою втрати гумусу в ґрунтах. За цей час гумус у ґрунтах зменшився на понад чверть від первісного рівня, і, на жаль, це тенденція продовжується [9]. Вміст гумусу - це ключовий показник родючості ґрунту [12]. Однак для підтримки родючості орних ґрунтів потрібно регулярно додавати органічні речовини, оскільки це сприяє оптимізації гумусного стану ґрунту і безпосередньо впливає на його фізико-хімічні властивості [60, 30].

Дослідження показали, що внесення різних видів та доз мінеральних добрив під сидерати не має значущого впливу на вміст гумусу в ґрунті (табл. 12). Проте, у випадку використання чистого пару, спостерігається зменшення гумусованості ґрунту в порівнянні з сидеральними парами, як в верхній, так і в нижній частині ґрунту. Ці результати узгоджуються з іншими науковими дослідженнями [17, 24, 63]. Це пояснюється тим, що органічна речовина, яку надають сидерати, перший рік практично повністю мінералізується на 60-80%, частково перетворюється в гумус на 10-30%, входить в біомасу

мікроорганізмів на 3–8%, і залишається в негуміфікованому стані у приблизно таких же кількості [29].

Отже, гумус - це невід'ємна частина збереження родючості ґрунту, і додавання органічних речовин грає ключову роль в цьому процесі, підтримуючи природну гумусованість ґрунту та його функціональність.

Таблиця 12

Вплив різних видів сидератів та їх удобрення на вміст гумусу в шарі ґрунту 0–40 см перед сівбою пшениці озимої (2022–2023 рр.)

Варіант удобрення (чинник А)	Шар ґрунту, см	Сидерат (чинник В)				
		Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
		вміст гумусу, %				
Без добрив	0–20	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11
	20–40	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	0–20	3,10	3,12	3,12	3,12	3,12
	20–40	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	0–20	3,13	3,12	3,12	3,12	3,12
	20–40	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06

Примітка. Вміст гумусу в ґрунті під чистим паром у шарі 0–20 см – 3,08 %, у шарі 20–40 см – 3,05 %.

Дослідження вказують на важливість сидеральних парів для збереження гумусу в ґрунті та покращення його якості. В середньому, застосування сидератів дозволило відновити гумус в кількості від 1,15 до 2,05 тонн на гектар, залежно від виду та дози добрив. Внесення мінеральних добрив під сидерати також позитивно впливало на цей процес. Наприклад, азотні добрива у дозі 40 кілограмів на гектар збільшували гумусованість ґрунту на 0,04–0,19 тонни на гектар порівняно з варіантом без добрив. Фосфорні добрива в дозі 40 кілограмів на гектар у складі повного

мінерального добрива підвищували гумусованість ґрунту на 0,20-0,29 тонни на гектар, а калійні добрива - на 0,11 тонни на гектар. Застосування азоту у дозі 40 кілограмів на гектар на тлі фосфору та калію покращувало баланс гумусу в ґрунті на 0,08-0,31 тонни на гектар порівняно з контролем. Проте внесення додаткового азоту на тлі вже наявних фосфору та калію під гірчицю білу та гречку було неефективним і навіть призвело до зниження гумусованості на 0,04 тонни та 0,08 тонни на гектар відповідно.

Це відновлення рівноваги гумусу в ґрунті після сидеральних парів можна пояснити двома основними процесами. По-перше, це процеси гуміфікації біомаси сидератів, які дозволяють відновлювати гумус у ґрунті. По-друге, важливим чинником є відношення вуглецю до азоту в біомасі сидератів, яке підтримує активність ґрунтових мікроорганізмів та розкладання решток попередніх культур (наприклад, пшениці озимої). Це підкріплено висловами С. М. Крамарьова, який зазначав, що найкращі умови для гуміфікації біомаси в ґрунті спостерігаються навесні та на початку літа, коли волога вистачає, і температура сприятлива. Літня посуха знижує мікробіологічні процеси, що дозволяє гумусовим речовинам залишатися в ґрунті. У результаті розкладання рослинних залишків, багатих зольними елементами і азотом, утворюються сполуки, які насичують гумусові речовини, сприяючи їх закріпленню у ґрунті у вигляді гуматів. Такі процеси сприяють збереженню гумусу та підтримці його структури в ґрунті.

4.2 Кислотність ґрунту

Процес інтенсивного використання сільськогосподарських земель призводить до декальцинації ґрунтів, що відкриває шлях для їхньої деградації. Цей процес супроводжується підкисленням ґрунтового розчину, втратою органічної речовини, погіршенням агрофізичних параметрів і зниженням мікробіологічної активності ґрунтів. У результаті цього може знизитися ефективність внесених добрив, а якість продукції погіршитися.

Систематичне використання органічних добрив є важливим заходом для оптимізації кислотно-основного стану ґрунту, проте механізм їхнього позитивного впливу ще не досліджений в повному обсязі. Основна функція органічних добрив полягає в відтворенні органічної складової ґрунту. Досліджено, що сидерати майже не впливають на кислотність ґрунтового розчину чорноземів, завдяки їхній високій буферній здатності. Крім того, сидерати накопичують кальцій, який вони поглинають коренями з нижніх шарів ґрунту. Проте на сірих лісових ґрунтах сидерати можуть спричинити підвищення кислотності ґрунту.

Кислотність чорноземів поступово зростає через вплив добрив і кислих атмосферних опадів. Тому на цих ґрунтах необхідно додавати вапно через 1-2 роки у нормі 0,5-1 кг на 1 кг добрив. Для чорноземів опідзолених, вапно потрібно додавати щорічно. Потрібно проводити полеві дослідження з цього питання. Надходження в ґрунт разом із післязбиральними рештками 261-315 кг

вуглецю на гектар вважається достатнім для нейтралізації негативного впливу фізіологічно кислих мінеральних добрив.

Досліджено вплив внесених мінеральних добрив під сидерати на кислотність ґрунту. Показник активної кислотності ґрунту у верхньому шарі 0-20 см варіював від 6,5 до 6,9 після різних сидератів без добрив, порівняно з показником 6,5 на чистому парі.

Середньою показник активної кислотності ґрунтового розчину після удобрених сидератів становив 6,2-7,0 під час сівби пшениці озимої. Закордонні експерти також наголошують на необхідності внесення вапна для нейтралізації кислотності на чорноземах.

Після проведення сидеральних парів відбувається переміщення кальцію з нижніх шарів ґрунту до верхнього орного шару завдяки кореневій системі рослин. Цей процес призводить до зниження активної кислотності ґрунту.

Таблиця 13

Вплив удобрення сидератів на активну кислотність ґрунту в шарі 0–20 см перед сівбою пшениці озимої (рН_{вод}) (2022–2023 рр.)

Варіант досліджу	Сидерат					
	Чистий пар	Буркун білий	Гречка біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
Без добрив (контроль)	6,5	6,9	6,6	6,5	6,7	6,8
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	-	7,0	6,3	6,2	6,7	6,9
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	-	6,9	6,4	6,3	6,6	6,9

4.3 Поживний режим ґрунту

У сучасних умовах сільськогосподарського використання ґрунту, основним завданням добрив є створення корисних умов для перетворення недоступних речовин у доступні форми для рослин. Однак, ця мета стає вкрай складною до досягнення через обмеження внесення мінеральних добрив та зведення застосування органічного добрива, такого як гній, майже до нуля. Тому виникає потреба у пошуку альтернативних джерел органічних добрив, які б забезпечували оптимальне надходження біогенних елементів в ґрунт та відрізнялися високою екологічною ефективністю і зниженими витратами.

Ця проблема особливо актуальна в умовах, коли вміст рухомих форм поживних речовин у чорноземах, які є одними з найбільш родючих ґрунтів, низький за природною забезпеченістю, і ця ситуація загострюється зі зростанням інтенсивності сільськогосподарського виробництва та збільшенням ступеня зволоження.

Серед інших важливих аспектів вирішення проблеми водорозчинних гумусових речовин в ґрунті, основним є питання про втрату гумусу. Гумус є важливим компонентом ґрунту, і втрати гумусу загрожують родючості ґрунту

та екологічному стану в цілому. Протягом останніх 130 років Україна втратила до 25% гумусу, і передбачається подальше зменшення цього показника.

Для підтримки та покращення родючості орних ґрунтів важливо регулярно вносити органічні речовини, які сприяють оптимізації гумусного стану ґрунту. Варто враховувати, що внесення різних видів мінеральних добрив під сидерати не завжди має істотний вплив на вміст гумусу в ґрунті.

Однак, на відміну від мінеральних добрив, сидерати можуть накопичувати азот з ґрунту, і цей азот відновлює вміст органічних речовин і азотного запасу ґрунту подібно до ситуації в природних екосистемах.

Дослідження показали, що після сидеральних парів відбувається переміщення кальцію з нижніх шарів ґрунту до орного шару завдяки кореневій системі рослин, що призводить до зниження актуальної кислотності ґрунту.

Застосування мінеральних добрив під час вирощування сидератів може значно покращити вміст нітратного азоту в ґрунті, але ефективність цього заходу може залежати від виду сидерату та використовуваних добрив.

Отже, сидерати можуть відігравати важливу роль в підтримці родючості ґрунту та збереженні екологічної стійкості у сільськогосподарських екосистемах.

Сидеральні пари в сільському господарстві відіграють важливу роль у поліпшенні стану ґрунтів та збереженні плодючості. Одним із ключових аспектів, що розглядається при вивченні впливу сидеральних парів, є зміна вмісту різних азотних сполук у ґрунті, таких як нітратний азот та амонійний азот. Відомо, що азот є одним з найважливіших елементів для росту рослин і має ключове значення для врожаю.

Таблиця 14

Вміст азоту мінеральних сполук у ґрунті після різних парів та їх
удобрення перед сівбою пшениці озимої (2022–2023 рр.)

Вариант	Шар ґрунту, см	Сидеральний пар					
		Буркун	Гірчиця	Редька	Вика	Гречка	
вміст азоту мінеральних сполук, мг/кг ґрунту							
Без добрив (контроль)	0–20	$\frac{9,1}{18,6}$	$\frac{11,1}{21,8}$	$\frac{10,2}{19,9}$	$\frac{10,5}{19,4}$	$\frac{11,2}{21,0}$	$\frac{10,2}{21,6}$
	20–40	$\frac{8,3}{17,3}$	$\frac{8,4}{21,4}$	$\frac{7,4}{20,7}$	$\frac{7,6}{20,4}$	$\frac{8,2}{20,9}$	$\frac{7,1}{17,9}$
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	0–20	$\frac{11,9}{25,3}$	$\frac{11,1}{21,8}$	$\frac{11,4}{20,7}$	$\frac{12,1}{24,3}$	$\frac{10,8}{23,2}$	
	20–40	$\frac{9,2}{22,6}$	$\frac{8,3}{21,0}$	$\frac{8,5}{20,8}$	$\frac{9,2}{21,9}$	$\frac{8,2}{20,6}$	
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	0–20	$\frac{13,5}{26,7}$	$\frac{12,7}{22,8}$	$\frac{13,0}{21,8}$	$\frac{13,7}{25,5}$	$\frac{12,4}{24,1}$	
	20–40	$\frac{9,4}{22,6}$	$\frac{8,5}{21,4}$	$\frac{8,7}{21,2}$	$\frac{9,4}{21,9}$	$\frac{8,5}{20,7}$	

Примітка. Над рискою – вміст N–NO₃⁻, під рискою – N–NH₄⁺, до риски – NIP₀₅ в шарі ґрунту 0–20 см, після риски – NIP₀₅ в шарі ґрунту 20–40 см.

Дослідники провели серію експериментів для вивчення вмісту азоту у ґрунті перед та після вирощування сидератів. Після аналізу даних стало очевидним, що сидеральні пари суттєво впливають на вміст нітратного азоту у верхньому шарі ґрунту (0–20 см). У більшості випадків, порівняно з умовами чистого пару, вміст нітратного азоту збільшився, і ця зміна коливалася від 12% до 51%, залежно від виду сидерату та використаних добрив.

У глибокому шарі ґрунту (20–40 см) також спостерігалось збільшення вмісту нітратного азоту на 10–14% після вирощування сидератів. Проте варто

відзначити, що деякі сидерати, такі як редька олійна та вика яра, не проявили позитивного впливу на вміст нітратного азоту, особливо без внесення додаткових добрив.

Додавання мінеральних добрив під час вирощування сидератів призвело до підвищення вмісту амонійного азоту в обох верхніх і підорних шарах ґрунту. Цей ефект був особливо виразним при використанні повної дози мінеральних добрив. Таким чином, сидеральні пари впливають на азотний обмін у ґрунті, що може мати важливе значення для підтримання родючості ґрунту та покращення врожаю.

Нідеумовуючи, вивчення вмісту азотних сполук у ґрунті після сидеральних парів вказує на їхню значущість для збереження та поліпшення якості ґрунту. Застосування сидеральних культур разом з мінеральними добривами може бути ефективною стратегією для оптимізації азотного обміну та збереження плодючості ґрунту.

Таблиця 15
Запаси мінерального азоту ($N-NO_3^- + N-NH_4^+$) в шарі ґрунту 0–40 см після різних парів та удобрення перед сівбою пшениці озимої (2022–2023 рр.)

Варіант удобрення	Сидеральні пари				
	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
	запаси мінерального азоту, кг/га				
Без добрив (контроль)	158	146	145	154	143
$N_{40}P_{40}K_{40}$	173	156	154	169	157
$N_{80}P_{40}K_{40}$	181	164	162	177	165

У наукових дослідженнях проведено аналіз впливу сидеральних парів на вміст мінерального азоту у ґрунті перед посівом пшениці озимої. Виявлено, що сидеральні пари мають значний вплив на цей показник, залежно від використаного сидерату та застосованих добрив.

У випадку відсутності мінеральних добрив запаси мінерального азоту в ґрунті варіювали від 143 до 158 кг/га в залежності від сидерального пару. Додавання азотних, фосфорних і калійних добрив у дозі 40 кг/га призвело до збільшення запасів мінерального азоту у 40-сантиметровому шарі ґрунту від 5 до 11 кг/га в залежності від виду сидерату. Використання N40 на фоні P40K40 підвищувало запаси мінерального азоту на 8–14 кг/га, або на 5–9%, порівняно з варіантом без добрив. Підвищення дози азотних добрив до N80 на фоні P40K40 сприяло додатковому накопиченню 8 кг/га мінерального азоту порівняно з варіантом N40P40K40. Загалом, після сидеральних парів із застосуванням мінеральних добрив запас мінерального азоту був на 7–35% вищим, ніж за умов чистого пару. Це може пояснюватися активнішою діяльністю ґрунтової біоти та кращим утриманням вологи та органічної речовини під час вирощування сидератів.

Фосфатний режим ґрунту є важливим аспектом для ефективного використання добрив. Дослідники встановили, що вміст рухомих сполук фосфору в верхньому шарі ґрунту (0–20 см) після сидерального пару підвищувався на 5–16 мг/кг ґрунту протягом трьох років, порівняно з чистим паром, в залежності від культури та застосованого добрива. Найвищий вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті (129–135 мг/кг) було зафіксовано після внесення мінеральних добрив у дозах N40P40K40 та N80P40K40, що становило 8–13% більше, ніж у чистого пару. Такі результати пояснюються збільшеною мінералізацією органічних сполук у ґрунті та активнішою міграцією фосфатів під час вирощування сидератів.

Отже, сидеральні пари разом із застосуванням мінеральних добрив можуть сприяти покращенню азотного та фосфорного обміну в ґрунті, що має важливе значення для збереження та підвищення родючості ґрунту та врожайності.

Таблиця 16

Вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті після різних парів та їх удобрення перед сівбою пшениці озимої (2022–2023 рр.)

Варіант удобрення	Сидеральний пар				
	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
	вміст рухомих сполук фосфору (P_2O_5), мг/кг				
Без добрив (контроль)	$\frac{126}{92}$	$\frac{125}{89}$	$\frac{124}{89}$	$\frac{124}{90}$	$\frac{128}{93}$
$N_{40}P_{40}K_{40}$	$\frac{133}{98}$	$\frac{130}{95}$	$\frac{129}{94}$	$\frac{130}{95}$	$\frac{135}{100}$
$N_{80}P_{40}K_{40}$	$\frac{133}{98}$	$\frac{131}{96}$	$\frac{129}{94}$	$\frac{131}{96}$	$\frac{135}{101}$

Примітка. Над рискою – вміст у шарі ґрунту 0–20 см, під рискою – вміст у шарі ґрунту 20–40 см.

Використання мінеральних добрив у сидеральних парах сприяло підвищенню вмісту рухомих сполук фосфору в верхньому шарі ґрунту (орному) на рівні 3–6%, порівняно з контролем (без добрив). Важливо відзначити, що в усіх варіантах вміст рухомих сполук фосфору в орному шарі був вищим, ніж у глибокому шарі ґрунту (20–40 см). Ця особливість може пояснюватися як генетичними особливостями ґрунту, так і різницею в інтенсивності мінералізаційних процесів між цими шарами ґрунту.

У відповідності зі замкненим циклом обігу калію, який властивий не лише цілинним ґрунтам, процес переміщення калію з материнської породи до гуміфікованого горизонту відбувається завдяки засвоєнню кореневою системою рослин [28]. Ця закономірність також спостерігається у наших дослідженнях (див. таблицю 17).

Таблиця 17

Вміст рухомих сполук калію в ґрунті після різних парів та удобрення перед сівбою пшениці озимої (2022–2023 рр.)

Варіант досліджу	Сидеральний пар				
	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
	вміст рухомих сполук калію в ґрунті (K ₂ O), мг/кг				
Без добрив (контроль)	123	126	124	122	129
	109	112	110	108	115
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	133	137	133	131	142
	119	123	118	117	128
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	135	138	134	133	143
	120	124	119	118	127

Примітка. Над рискою – вміст у шарі ґрунту 0–20 см, під рискою – вміст у шарі ґрунту 20–40 см.

Вміст рухомих сполук калію в ґрунті після сидеральних парів виявився залежним від типу сидератів та внесеного добрива. У варіантах без добрив (контроль) та при застосуванні лише азотних добрив (N₄₀) найнижчі значення цього показника були виявлені, становлячи 122–131 мг/кг в орному шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см. Застосування азотних і фосфорних добрив (N₄₀P₄₀) не призводило до значних змін в вмісті рухомих сполук калію в орному шарі ґрунту 0–20 см. Однак внесення азотних і калійних добрив, а також фосфорних і калійних добрив у дозі 40 кг/га д.р. призводило до збільшення вмісту рухомих сполук калію на 6–7%. Використання повного мінерального добрива N₄₀P₄₀K₄₀ та N₈₀P₄₀K₄₀ призводило до ще більшого зростання цього показника на 7–10%. За цих умов вміст калію в орному шарі ґрунту 0–20 см був вищим на 8–17%, ніж в контрольних умовах без добрив.

Аналогічні закономірності також виявлені в підорному шарі ґрунту, де вміст рухомих сполук калію становив від 110 до 128 мг/кг в залежності від видів і доз мінеральних добрив і сидератів. Важливо відмітити, що вміст рухомих сполук калію в шарі 20–40 см ґрунту після сидеральних парів був на

13–23% вищим, ніж в шарі 0–20 см, навіть у порівнянні з контрольними умовами без сидеральних парів.

В результаті проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Фітомаса бобових культур має азотно-вуглецеве співвідношення в межах 11,1–11,8 в корневих рештках та 18,8–20,7 в корневих рештках

капустяних культур, і це співвідношення є ширшим у капустяних культурах, залежно від доз і видів мінеральних добрив.

2. Використання сидеральних парів не впливає на вміст гумусу в ґрунті.

Умови чистого пару призводять до зниження гумусового вмісту в ґрунті, як в орному, так і підорному шарах, від 0,01 до 0,04%, порівняно з сидеральними парами.

3. Досліджено, що у ґрунті під чистим паром мінералізується 1,67 т/га гумусу, тоді як трансформація біомаси сидератів дозволяє відновити 1,15–

2,05 т/га гумусу, залежно від доз і видів мінеральних добрив.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІ ЗЕЛЕНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙ
ТА ЯКІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Застосування сидератів в поєднанні з внесенням мінеральних добрив є ефективним способом підвищення продуктивності сівозміни. При цьому, згідно з дослідженнями [35], можна зауважити, що без внесення мінеральних добрив, врожайність збільшується на 33–41%, але при використанні мінеральних добрив спостерігається навіть більше значуще підвищення на 98%.

Але важливо зазначити, що підвищення дози мінеральних добрив при сівозміні з сидератами не завжди призводить до збільшення урожайності. Як показав експеримент В. Д. Голубєва [38], при заорюванні буркуну і внесенні P90K60 під пшеницю, прибавка врожаю становила 34%, в той час як сидерати разом з повним мінеральним добривом (N60P90K60) давали прибавку лише 27% в порівнянні з контрольною групою без добрив. Це пояснюється перевищенням азотних добрив. Подібну точку зору підтримують інші дослідники [59], які вказують на те, що сидерати як попередники для пшениці озимої створюють сприятливі умови для збільшення її урожайності, але не досягається за умови внесення мінеральних добрив на основний обробіток (N60P60K60) або весняне підживлення азотними добривами (N30). Занадто інтенсивне внесення добрив не завжди призводить до збільшення врожаю зерна через розкладання рослин.

Дослідження показали, що врожайність пшениці озимої сильно залежить від погодних умов, проте значущий вплив на неї має також перенесення частини мінеральних добрив, призначених для пшениці озимої під сидеральний пар. Отже, правильний підхід до внесення мінеральних добрив може суттєво вплинути на врожайність цієї культури, як показано в таблиці 18.

Результати обліку зернового врожаю в 2023 році вказують, що варіант з внесенням N80P60K60 безпосередньо під пшеницю озиму показав урожайність в діапазоні від 4,6 до 5,4 тон на гектар, в залежності від типу сидерату. Найнижчі показники були зафіксовані після гірчиці білої, тоді як найвищий урожай був досягнутий після вики ярої. Внесення N80P40K40 і P20K20 під пшеницю озиму на зелене добриво сприяло отриманню врожаю зерна на рівні від 6,1 до 6,5 тон на гектар, в залежності від вибору сидерату.

Таблиця 18

Вплив строків внесення мінеральних добрив на врожайність пшениці

озимої після чистого і сидеральних парів (2022–2023 рр.)

Варіант досліджу: внесено під		Сидерат	2022 р.	2023 р.	Середнє за два роки
сидерат	пшеницю озиму		урожайність, т/га		
Без добрив (контроль)	N80P60K60	Буркун білий	5,3	5,5	5,4
		Гірчиця біла	4,6	5,5	5,1
		Редька олійна	4,7	4,8	4,8
		Вика яра	5,4	5,4	5,4
		Гречка	4,7	5,2	5,0
		Буркун білий	5,9	7,8	6,8
N40P40K40	N40P20K20	Гірчиця біла	5,7	7,3	6,5
		Редька олійна	5,8	6,8	6,3
		Вика яра	6,4	7,8	7,1
		Гречка	6,0	6,8	6,4
		Буркун білий	6,1	7,9	7,0
		Гірчиця біла	6,2	7,6	6,9
N80P40K40	P20K20	Редька олійна	6,2	7,5	6,9
		Вика яра	6,5	7,8	7,2
		Гречка	6,2	7,4	6,8

Примітка. Після чистого пару за внесення N80P40K40 врожайність у 2022 р. –

6,4 т/га; 2023 р. – 6,2 т/га, в середньому за два роки – 6,3 т/га.

Особливості вегетації пшениці озимої у сезоні 2022–2023 включали нестачу тепла під час осіннього періоду, що призвело до того, що половина посівів озимини виходила з зими у стані нерозкущеними. Незважаючи на це, перезимування пройшло успішно, а початок вегетації рослин відбувся на 2–3 тижні раніше, ніж зазвичай. Важливим аспектом був характер весни того року, коли почав зростати тепловий режим, і вологи в ґрунті було достатньо.

Це сприяло нормальному розкущенню і закоріненню рослин, що позитивно позначилося на врожайності пшениці озимої.

Отже, врожай зерна пшениці, залежно від сидерату, за внесення всієї дози N80P60K60 безпосередньо під пшеницю озиму становив від 4,8 до 5,5 тонн на гектар. Найменший врожай був після вирощування редьки олійної, а найбільший – після буркуну білого та гірчиці білої. Найефективнішим виявилось внесення під сидерат N80P40K40 і P20K20 під пшеницю озиму, що сприяло отриманню врожаю на рівні 7,4–7,9 тонн на гектар, залежно від виду сидерату.

Важливо відзначити, що у цьому досліді не виявлено переваги сидерального пару перед чистим внесенням всієї дози добрив (N80P60K60) безпосередньо під пшеницю озимую. Ця тенденція спостерігалася і в варіантах перенесення доз добрив N40, P40K40, N40K40 під сидерат.

Перевага виявилася вирішальною в варіанті вирощування пшениці озимої на тлі внесення N40P40 під буркун білий однорічний та вику яру, де відмічалось збільшення врожайності на 2,6 і 4,3 тонни на гектар, або на 4 і 7% порівняно з чистим паром. Для сидератів гречки та гірчиці білої найкращим варіантом було внесення добрив у дозі N80P40K40, а для редьки олійної – максимальна доза добрив N80P40K40.

Загалом, даний експеримент вказує на те, що найкращим результатом є внесення під сидерат N80P40K40 і P20K20 під пшеницю озиму, де отримано врожай зерна на рівні 6,8–7,2 т/га, в залежності від сидерату.

Внесення всієї дози N80P60K60 безпосередньо під пшеницю озиму, незалежно від сидерального пару або чистого пару, призвело до зниження врожайності на 29–44% та 14–25% відповідно.

Отже, в контексті сівозміни, коли сидеральний пар передує посіву пшениці озимої, виявлено, що удобрювання зернової культури через сидерат сприяє підвищенню ефективності мінеральних добрив. Найвищий врожай пшениці озимої спостерігався після вирощування вики ярої на тлі внесення під сидерат N80P40K40 і P20K20 під пшеницю озиму, що склав 7,2 т/га. Це на 34% більше, ніж контрольний варіант, і на 14% вище, ніж у варіанті з чистим паром.

Також варто відзначити, що вплив мінеральних добрив на якість зерна пшениці озимої варіював залежно від метеорологічних умов і перерозподілу добрив у сівозміні сидеральний пар–пшениця озима. Уміст білка у зерні був найнижчим на ділянках, де внесено всю дозу добрив (N80P40K40) під пшеницю озиму на тлі сидерального пару – від 12,1% до 12,6%, залежно від сидерату-попередника. Перенесення азотних добрив (40 кг/га) під сидерат підвищувало вміст білка на 0,2–0,9 абсолютних відсотків, фосфорних добрив у такій самій дозі – на 0,3–0,7 абсолютних відсотків, в залежності від сидерату-попередника. Удобрення калійними добривами у дозі 40 кг/га сприяло підвищенню вмісту білка на 0,1–0,6 абсолютних відсотків після гречки, буркуну та гірчиці, але не впливало на вміст білка після викового пару. У випадку з редькою олійною, перенесення калійних, азотних і фосфорних добрив призвело до зниження вмісту білка в зерні на 0,1–0,5 абсолютних відсотків.

Отже, якщо в якості сидерату використовується редька олійна як попередник для пшениці озимої, найбільш ефективним варіантом є внесення добрив безпосередньо під пшеницю озиму. Зазначимо, також, що на тлі сидерації редькою олійною, незалежно від удобрення, вміст білка в зерні був найнижчим, складаючи 12,2–12,9%. Внесення всієї дози добрив (N80P40K40) під сидерат підвищувало вміст білка в зерні на 0,4–1,6 абсолютних відсотків, залежно від сидерату, у порівнянні з їх внесенням безпосередньо під пшеницю озиму. Найвищий вміст білка в зерні спостерігався після внесення добрив під сидерат з вики ярої N80P40K40 та P20K20 під пшеницю озиму, що становило 14,1%, порівняно з 13,6% на ділянках з чистим паром.

Таблиця 19

Вплив перенесення мінеральних добрив у часі в ланці сівозміни сидеральний пар–пшениця озима на якість зерна, 2022–2023 рр.

Варіант досліджу: внесено під		Сидерат	Вміст білка, %	Маса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Скляна подібність, %
сидерат	пшеницю озиму					
Без добрив (контроль)	N80P60K60	Буркун білий	12,4	41,1	728	58
		Гірчиця біла	12,1	43,4	743	58
		Редька олійна	12,2	44,2	755	54
		Вика яра	12,5	41,2	728	58
		Гречка	12,6	43,7	758	59
N40P40K40	N40P20K20	Буркун білий	13,8	45,0	767	61
		Гірчиця біла	13,6	45,7	767	62
		Редька олійна	12,4	46,5	775	62
		Вика яра	13,5	45,5	774	63
		Гречка	13,5	45,7	766	62
N80P40K40	P20K20	Буркун білий	13,7	44,6	761	59
		Гірчиця біла	13,6	43,5	758	60
		Редька олійна	12,6	47,2	781	58

Вика яра	14,1	44,6	760	58
Гречка	13,8	45,1	763	60

Отже, буркун білий, вика яра, гірчиця біла, редька олійна та гречка,

використані як зелене добриво перед посівом пшениці озимої, мали різний

вплив на масу 1000 зерен пшениці озимої. У випадку внесення азотних і фосфорних добрив (N40P40) та повного мінерального добрива (N40P40K40 та N80P40K40) під сидеральну культуру, спостерігалось значуще збільшення

маси 1000 зерен до рівня від 43,5 до 47,2 г, порівняно з внесенням N80P60K60

на тлі чистого пару, де вага становила 37,1 г.

Удобрення вики ярої під сидерат виявилось найбільш впливовим серед інших сидератів на масу 1000 зерен. Наприклад, за внесення азотних і фосфорних добрив (N40P40) під виковий пар формувалася найвища маса 1000

зерен, відповідно 45,0 і 45,3 г, що було на 4,6 та 4,9 г більше, ніж у варіанті

внесення всієї дози добрив (N80P60K60) безпосередньо під пшеницю озиму.

Зауважимо, що серед усіх сидеральних попередників, незалежно від видів і доз добрив, найбільшу масу 1000 зерен пшениці озимої сформувала

після вирощування редьки олійної, що становила від 44,8 до 46,9 г.

Щодо натурної маси зерна пшениці озимої, виявилось, що після сидеральних парів у варіанті з внесенням всієї дози добрив (N80P40K40) безпосередньо під пшеницю озиму, ця маса становила 728-758 г/л.

Перенесення частини добрив під сидерати майже не впливало на цей

параметр. Найвища натурна маса була зафіксована у варіанті з внесенням під

сидерат N40P40K40 та N40P20K20 під пшеницю озиму – від 767 до 775 г/л, що на 3-6% перевищувало результати на контрольних ділянках. Найбільш

висока натурна маса зерна пшениці озимої була після вирощування редьки

олійної – від 755 до 781 г/л.

Зазначимо, що перенесення добрив від пшениці озимої під сидерат практично не впливало на склоподібність зерна незалежно від видів і доз добрив.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ ПІД СИДЕРАТИ

Технологія вирощування пшениці, спрямована на ресурсозбереження, повинна враховувати потреби в продовольстві та економію основних ресурсів сільського господарства, таких як ґрунт, вода, мінеральні і органічні добрива, пестициди, паливо, насіння та інші. Важливо, щоб ресурсозбереження призводило до збільшення врожайності або підвищення якості продукції, перевищуючи збільшення виробничих витрат [71].

Найвищий рівень рентабельності спостерігається в системах сівозміни, де сидеральна маса допомагає вносити в ґрунт найбільшу кількість поживних речовин, зменшуючи витрати на вирощування пшениці озимої. Проте, при низькому врожаї сидеральної маси може відбуватися зниження врожайності пшениці озимої, що зменшує економічну ефективність в порівнянні з системою чистого пару [80]. Використання сидерації спільно з мінеральними добривами показує високу економічну ефективність, де умовно чистий прибуток може досягати значень від 4784 до 11270 гривень на гектар [44].

Оцінюючи економічну ефективність зеленого добрива, можна розглядати два аспекти: перший - вплив зеленого добрива на загальну родючість ґрунту, і другий - вплив зеленого добрива на врожай культури, висадженої після нього [33]. В даному випадку розглядається другий аспект.

Дослідження показують, що перенесення частини мінеральних добрив, призначених для пшениці озимої, під сидерати має високу економічну ефективність (див. таблицю 20).

Загальні витрати в системі сівозміни сидеральний пар – пшениця озима можна розкласти на три складові: витрати на утримання парів, використання добрив та вирощування пшениці озимої.

Ці витрати становлять відповідно 27–37%, 29–36% та 34–40% від загальних витрат, і вони залежать від культури сидерату та способу його удобрення. Тобто використання мінеральних добрив збільшує виробничі витрати на третину. Витрати на вирощування пшениці озимої, не враховуючи вартості добрив, були однаковими незалежно від попередників і складали 5083 грн/га.

Порівняно із сидеральними парами, витрати на утримання чистого пару були найнижчими – 3044 грн/га. Використання сидератів збільшувало витрати: при вирощуванні капустяних культур на 408–506 грн/га, бобових – на 1278–2399 грн/га, а при вирощуванні гречки – на 1949 грн/га порівняно з чистим паром.

У випадку вики ярої та гречки, вища вартість сидерації, порівняно з іншими сидератами, пов'язана з великими нормами висіву цих культур. Щодо буркуну білого однорічного, додаткові витрати виникали через внесення гербициду згідно технології його вирощування. Гірчицю білу та редьку олійну перед сівбою обробляли протруйником проти чорної бляшки, що також вплинуло на збільшення витрат, пов'язаних із сидерацією.

Подрібнення сидеральної маси перед зароблянням до ґрунту, яке використовувалося у деяких варіантах, сприяло поліпшенню розкладання цих матеріалів, збільшенню вологоутримуючої здатності, інакше кажучи, створювало кращі умови для росту та розвитку пшениці озимої. Всі ці фактори сприяли покращенню урожайності та досягненню кращих економічних результатів.

Таблиця 20

Економічна ефективність перенесення частини мінеральних добрив, призначених для пшениці озимої під сидерат, 2022–2023 рр.

Варіант дослідів:		Сидерат	Вартість врожая, грн/га	Витрати на 1 га, грн				Чистий дохід, грн/га	Рівень рентабельності, %
внесено під				Всього	у тому числі пов'язані з:				
сидерат	пшеницю озиму				утриманням парів	застосуванням добрив	виросуванням пшениці озимої		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Без добрив (контр-роль)	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	Буркун білий	19005	13645	4322	4240	5083	5360	39
		Гірчиця біла	17745	12873	3550	4240	5083	4872	38
		Редька олійна	16660	12847	3524	4240	5083	3813	30
		Вика яра	18865	14766	5443	4240	5083	4099	28
		Гречка	17325	14316	4993	4240	5083	3009	21
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₄₀ P ₂₀ K ₂₀	Буркун білий	23870	14135	4322	4730	5083	9735	69
		Гірчиця біла	22750	13376	3550	4743	5083	9374	70
		Редька олійна	22155	13396	3524	4789	5083	8759	65
		Вика яра	24815	15357	5443	4831	5083	9458	62
		Гречка	22435	14829	4993	4753	5083	7606	51
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	P ₂₀ K ₂₀	Буркун білий	24535	14197	4322	4792	5083	10338	73
		Гірчиця біла	24115	13503	3550	4870	5083	10612	79
		Редька олійна	24010	13569	3524	4962	5083	10441	77
		Вика яра	25270	15400	5443	4874	5083	9870	64
		Гречка	23800	14956	4993	4880	5083	8844	59

НУБІП УКРАЇНИ

Додатковий чистий дохід з 1 гектара був найвищим у варіанті з внесенням N80P40K40 під редьку олійну як сидерат і P20K20 під пшеницю озиму, і становив 6628 гривень. Однак найвищий прибуток в системі сівозміни

сидеральний пар–пшениця озима був отриманий за внесення N80P40K40 під гречку білу як сидерат і P20K20 під пшеницю озиму, і становив 10612 гривень на гектар.

Щодо рівня рентабельності, то найвищий він був у тих же варіантах дослідів, що й чистий дохід, і становив 77–79%.

НУБІП УКРАЇНИ

Слід відзначити, що економічна перевага капустяних сидератів над бобовими проявилася лише за умови перенесення під них всієї дози добрив (N80P40K40), передбачених для пшениці озимої. За внесення N40P40K40 під бобові на зелене добриво, чистий прибуток бобових порівняно з капустяними був більшим на 84–976 гривень на гектар. Аналогічні показники були і у варіанті дослідів без добрив – контроль.

Отже, максимально економічно виправданою дозою перенесених мінеральних добрив, виділених для пшениці озимої, під сидеральний пар для вирощування буркуну білого однорічного та вики ярої є N40P40K40.

НУБІП УКРАЇНИ

Застосування гречки в якості сидерату мало найгірші показники економічної ефективності, чистий дохід склав 3009–8844 гривень на гектар при рівнях рентабельності від 21% до 59%, залежно від удобрення.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 7

**ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ
ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ
ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ НОРМ УДОБРЕННЯ**

Важливою характеристикою добрив є їх вміст поживних елементів або діючих речовин, який виражається у відсотках від загальної маси добрива. Щоб забезпечити правильне зберігання мінеральних добрив, вони повинні зберігатися в спеціальних приміщеннях з хорошою вентиляцією, і найкраще, якщо вони упаковані. Гігроскопічні добрива, зокрема, потребують особливо обережного зберігання, оскільки вони поглинають вологу і можуть втратити свою цінність при контакті з надмірною вологою [58].

Перед тим як розпочати роботу з добривами, необхідно провести інструктаж на робочому місці з питань техніки безпеки, санітарії та протипожежних заходів. Робочий персонал повинен бути обладнаний індивідуальними засобами захисту для забезпечення особистої безпеки. При обробці добрив слід дотримуватись таких заходів безпеки, як носіння рукавиць та масок, оскільки багато добрив може бути подразнюючими для шкіри та дихальних шляхів. У разі склієлого стану добрив, їх слід подрібнити перед внесенням в ґрунт, оскільки ступінь подрібнення має вплив на зручність та ефективність їх використання.

Робота з мінеральними добривами допускається лише особам, які досягли 18-річного віку, мають відповідне стан здоров'я і відповідні дозволи на роботу на відповідних машинах. Під час роботи на складах мінеральних добрив, працівники повинні бути одягнені в спеціальний одяг із пілонепроникної бавовняної тканини, а також мати на собі рукавички та чоботи.

Робочі місця повинні бути добре освітлені. Перед розпочатком роботи необхідно перевірити справність машин та механізмів. Технічне обслуговування, налаштування та ремонт машин і механізмів дозволяється виконувати лише при вимкнених передачах та незапущених двигунах.

Працюючи з пилоподібними добривами, необхідно використовувати спеціальний одяг з пилозахисної тканини, включаючи шолом, рукавички та чоботи. Окуляри закритого типу з вентиляційними отворами С-5, С-6, С-33 є обов'язковими для захисту очей. Запобігання запотіванню скла може здійснюватися за допомогою змащення "ТЕЖЕ" та використання сухого туалетного мила. Для захисту дихальних органів слід використовувати протипилові респіратори, такі як У-2К, Ф-62Ш, "Астра-2" і "Целюсток". Використання ватно-марлевих пов'язок забороняється.

Після виконання робіт з мінеральними добривами необхідно дотримуватися певних процедур для забезпечення безпеки. Спершу слід зняти спеціальний одяг та протерти шию, обличчя і руки рушником, а потім ретельно вимити їх водою з милом або провести душ.

У випадку отруєння добривами потерпілого необхідно вивести з зони небезпеки, відімкнути від забрудненого і обмеженого одягу, забезпечити доступ до свіжого повітря, запобігаючи охолодженню тіла. У випадку втрати свідомості, слід надати можливість вдихнути нашатирного спирту. У всіх випадках отруєння слід викликати лікаря або доставити потерпілого до найближчої лікарні.

Під час функціонування системи "людина-машина" можуть виникати різноманітні небезпечні ситуації з різних причин. Тому важливо вміти оцінити можливі наслідки цих ситуацій та розробити ефективні заходи для їх попередження і зменшення ризику аварій та травм [59].

Умови, в яких можливий навіть незначний вплив небезпечного фактора на людину, можна вважати небезпечними умовами (НУ). Дії людини, які не відповідають науково-обґрунтованим нормам професійної поведінки, визнаються небезпечними діями (НД).

Під час виконання небезпечних дій оператор може опинитися в різних обставинах, таких як мета, час, місце, причина та спосіб дії. Випадкове предання цих обставин у певний момент часу створює реальну можливість

виникнення нової випадкової події - небезпечної ситуації. Ця ситуація може мати наслідками, такими як сприятливі наслідки (СН), аварія (А) або травма (Т).

Небезпечна ситуація виникає в результаті потоку випадкових статистично залежних або незалежних подій, при цьому на початку цього потоку можуть бути небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД) або їх комбінація. Завершення такого потоку можливе лише за умови припинення початкової події, яка спричинила всі інші події. Аналіз взаємозв'язків між випадковими подіями, які формують небезпечну ситуацію, дозволяє визначити пріоритетність такої початкової події.

. Основні з них можна подати так:

1. По-перше, з'єднання трактора із причіпною машиною вимагає ручних операцій (НУ). Важливо враховувати, що причіплювач потрапляє в небезпечну зону (НД1). Існує можливість руху трактора без команди причіплювача (НД2), а також ризик наїзду трактора на причіплювача (НС), що може призвести до травми (Т).

НУ → НД1 → НД2 → НС → Т

2. Другий сценарій включає в себе дорогу з вибоями (НУ), під час якої транспортний агрегат рухається з підвищеною швидкістю (НД). У результаті може статися від'єднання причіпа від трактора та його виїзд на смугу зустрічного руху (НС1), а також зіткнення із зустрічним транспортом (НС2). Це може призвести до аварії (А) і травм (Т).

НУ → НС1 → НС2 → А → Т

↑
НД

Заходи запобігання: усі трактори, що застосовуються на транспортних роботах, повинні бути обладнані дублюючим з'єднувальним пристроєм.

3. Нарешті, третя ситуація включає в себе внесення добрив без захисту (НУ). Люди працюють без використання засобів індивідуального захисту для дихальних органів (НД). Це може призвести до потрапляння шкідливих для організму речовин у дихальні шляхи (НС) та отруєння (О).

НУ → НД → НС → О

Заходи запобігання забезпечення людей індивідуальними засобами захисту.

НУБІП України

У процесі контролю і технічної експертизи ми детально розглядаємо небезпечні умови, можливі небезпечні дії та ситуації, які можуть виникнути внаслідок їх поєднання. Після цього ми використовуємо логічний аналіз для

НУБІП України

вибору заходів щодо запобігання розвитку небезпечних ситуацій. Ми акцентуємо увагу на усуненні небезпечних умов або дій, з яких розпочинається розвиток небезпечних ситуацій [60].

Отже, вивчення умов, процесів формування небезпечних ситуацій, їх моделювання та оцінка шляхом розрахунку ймовірності виникнення дозволяє нам прогнозувати небезпечні ситуації і розробляти обґрунтовані заходи для їх запобігання. Найі заходи включають проведення різних видів інструктажів, перевірку робочого транспорту на справність та наявність засобів індивідуального захисту та інші необхідні заходи і т.д.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 8

НУБІП України

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Інтенсивне розвиток сільського господарства та використання хімічних засобів, таких як добрива та пестициди, призводить до негативного впливу на навколишнє середовище та природу. Мінеральні добрива можуть містити токсичні домішки, а неналежне їх використання може призвести до серйозних екологічних

проблем. Отже, збереження природи та чистоти довкілля стає однією з найважливіших завдань національного значення.

В Україні Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки відіграє ключову роль у комплексному керуванні природоохоронною діяльністю. Воно відповідає за контроль за використанням та охороною природних ресурсів, включаючи земельні ресурси, водні ресурси, повітря, рослинний і тваринний світ, а також корисні копалини. Міністерство також займається проведенням економічної експертизи та регулюванням розміщення продуктивних сил та галузей економіки з метою забезпечення екологічного розвитку. Надзвичайно важливою є ініціатива з популяризації екологічної освіти серед населення, щоб підвищити відповідальність громадян за збереження та використання природних ресурсів в бережливий спосіб.

Наша мета - впровадження природоохоронних технологій та ресурсозберігаючих практик, які сприятимуть збереженню ґрунту, води та повітря, а також виробництву екологічно чистої продукції. Особливу увагу слід приділити оптимізації системи добрив для сільськогосподарських культур. Окрім збільшення врожайності та покращення якості продукції, ми маємо на меті зберегти та

підвищити родючість ґрунтів завдяки ефективному використанню добрив, раціональному використанню природних земельних ресурсів, запобіганню втрати

Н [поживних речовин внаслідок змиву та вимивання дощовими, талими та Ґ [ґрунтовими водами. Передбачається також проведення рекультивації земель, впровадження заходів по боротьбі з ерозією та техногенним забрудненням довкілля.

Н [Ці заходи мають на меті покращити стан навколишнього середовища і Ґ [сприяти сталому розвитку сільського господарства[61].

Н [Охорона природи та довкілля стають надзвичайно важливими завданнями Ґ [для працівників сільського господарства. Кожен, хто працює в цій галузі, зокрема агрохіміки та ґрунтознавці, повинні відчувати себе відповідальними сторожами нашої природи.

Н [На сьогоднішній день однією з найактуальніших задач є розвиток сільського Ґ [господарства і перетворення його на високорозвинутий сектор економіки агропромислового комплексу. У цьому процесі використання хімічних ресурсів, зокрема мінеральних добрив, відіграє важливу роль.

Н [Наукові дослідження показують, що мінеральні добрива є ефективними Ґ [засобами для підвищення родючості ґрунтів, збільшення урожайності та покращення якості сільськогосподарської продукції. Ці добрива дозволяють контролювати процеси живлення рослин, впливати на якість урожаю і Ґ [покращувати властивості ґрунту. Велике значення має врахування ґрунтово-кліматичних умов при внесенні мінеральних добрив, оскільки це може суттєво впливати на урожай.

Н [Проте важливо зазначити, що безконтрольне використання мінеральних Ґ [добрив може мати негативний вплив на навколишнє середовище, якість продукції, тваринний світ і здоров'я людей. Мінеральні добрива можуть містити токсичні домішки та природні радіонукліди, такі як важкі метали та інші токсичні елементи.

Н [Наприклад, наявність важких металів, таких як кадмій, мідь, свинець, нікель, Ґ [цинк, молібден, кобальт і хром, у мінеральних добривах може становити небезпеку для вирощених сільськогосподарських культур. Така небезпека зростає в областях

з високим техногенним забрудненням ґрунтів важкими металами, особливо біля великих міст та промислових об'єктів.

Отже, забезпечення безпеки при використанні мінеральних добрив та контроль за їхнім вмістом великою мірою визначають якість та екологічну безпеку сільськогосподарської продукції.

За останні десятиліття асортимент мінеральних добрив значно розширився, і сьогодні на ринку доступно різноманітне високоєфективне добриво. Мінеральні добрива можна поділити на декілька груп в залежності від їхнього хімічного складу та призначення. До групи азотних добрив належать

аміачні, амонійні, нітратні, амонійно-нітратні та амідні добрива. До групи фосфорних добрив входять простий та подвійний суперфосфати, преципітат, борошно фосфорне, суперфосфат амонізований та добрива з мікроелементами.

Групу калійних добрив представляють калійна сіль (калію хлорид), калій-магнієве добриво, сульфат калія, каліт природний та сірчано-окислий калій.

Важливо зазначити, що деякі мінеральні добрива, зокрема фосфорні та складні (комплексні) мінеральні добрива, містять токсичні речовини, які можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей.

У минулому використання мінеральних добрив у сільському господарстві України становило в середньому 166,4 кг/га ріллі в період з 1986 по 1990 роки.

Загальний обсяг використання азотно-фосфорно-калійних добрив у країні становив 5 мільйонів тонн щорічно наприкінці ХХ століття. Азотні добрива

склали 42% цього обсягу, фосфорні та калійні добрива відповідно становили

27,5% та 30,5%. Проте важливо відзначити, що використання азотних добрив щорічно зменшувалося, фосфорних добрив трохи збільшувалося, а використання калійних добрив залишалося на попередньому рівні. Найвищі обсяги внесення

мінеральних добрив були характерні для Закарпатської, Івано-Франківської,

Волинської, Львівської та Рівненської областей, в той час як низькі обсяги використання спостерігалися в степовій зоні, зокрема в Пелтавській,

Дніпропетровській, Кіровоградській, Миколаївській, Луганській областях та в Автономній Республіці Крим.

Застосування мінеральних добрив може призводити до забруднення навколишнього середовища, особливо через винос токсичних речовин, таких як нітрати та важкі метали, з ґрунтом, через рослини та тварин до людини.

Збитки азотних добрив в екосистемі представляють значну загрозу навколишньому середовищу. При їхньому введенні в ґрунт у великих кількостях (аміак, нітрати, сечовина), їхні складові можуть переноситися до поверхневих та підземних вод. В досліджуваних дренажних водах показники нітратів, введених

в ґрунт у кількості від 40 до 80 кг/га азоту, коливалися від 32 до 215 мг/л. Особливо висока ймовірність потрапляння нітратів у ґрунтові води.

За даними досліджень, сільськогосподарські культури можуть накопичувати нітрати, особливо це стосується чорної редьки, столового буряка, салату листкового, шпинату, листя петрушки, окропу, шавлі та баштанних культур.

Фосфорні та комплексні мінеральні добрива також грають значну роль у забрудненні ґрунту. Фосфати, поглинуті ґрунтом, майже не рухаються (лише 2% вимивається з орного шару). При надмірному використанні цих добрив ґрунт

може накопичувати P_2O_5 у такій кількості, яка гальмує процеси самоочищення. Фосфати також можуть потрапляти у водойми та призводити до автрофікації.

Крім того, фосфорні та комплексні добрива містять домішки селену, миш'яку, важких металів та природних радіонуклідів. Це призводить до забруднення

ґрунту, звідки ці токсичні речовини можуть потрапляти в поверхневі та підземні води, а також в рослинну продукцію. Наприклад, при надмірному введенні суперфосфату в ґрунт кількість кадмію в картоплі збільшується в 4 рази

порівняно з контролем. Річна кількість внесення кадмію в ґрунт фосфорними та комплексними добривами становить 3-4 г/га, іноді може сягати 10 г/га.

Калій, який міститься у складі калійних добрив, переміщується з ґрунту в

природні середовища дуже повільно і не впливає негативно на здатність ґрунтів до самоочищення та на їхні біоценози. При внесенні 45–50 кг/га калійних добрив (за K_2O) в ґрунт, водорозчинні аніони хлору, які супроводжують ці добрива, також потрапляють до ґрунту. Це може викликати штучне засолення ґрунтів.

Значне накопичення калію в ґрунті може призвести до порушення співвідношення між калієм і натрієм у питній воді та харчових продуктах, що може негативно вплинути на здоров'я людини і викликати проблеми в серцево-судинною системою.

За думкою деяких дослідників, структура забруднення сільськогосподарської продукції зазнала значних змін за останні 5–7 років. Нітрати тепер становлять основну частину забруднення (75%), пестициди відіграють меншу роль (8%), а важкі метали мають внесок 15%. Мінеральні добрива використовують у різних формах, таких як порошки, гранули, рідини, мікрокристалічні речовини і сухі частки. В залежності від форми, мінеральні добрива можуть виділяти пил, пари та гази під час транспортування, зберігання та використання. Цей пил і гази можуть негативно впливати на здоров'я людини, подразнюючи дихальні шляхи, очі і шкіру.

Порівнюючи ґрунтовий пил, який виникає при внесенні мінеральних добрив, з тим, що формується при наміванні, можна відзначити важливі відмінності. Пил на оброблених ділянках має великою мірою більший вміст таких поживних елементів, як фосфор, калій та азот, на рівні від 1,8 до 2,5 разів.

Також він містить підвищені концентрації токсичних речовин, таких як ртуть, свинець, кадмій і марганець.

Цікаво, що пил чорноземного ґрунту виявляється найбільшим акумулятором поживних речовин, які містяться в мінеральних добривах, таких як кальцій, магній, фосфор та азот, і в менших кількостях важких металів. Наприклад, концентрація нікелю в цьому пилу може бути в 6-12 разів вищою порівняно з іншими типами ґрунту, ртуті в 3-5 разів, а кадмію і свинцю в 2-3 рази.

Більш того, мінеральний склад ґрунту також включає різні хімічні сполуки, такі як кремній, алюміній, титан, магній, залізо, мідь, цинк і марганець. Вміст шкідливих домішок, таких як важкі метали, миш'як, фтор тощо, в ґрунті значно залежить від типу ґрунту та обсягів внесення мінеральних добрив.

За результатами цих досліджень стає очевидним важливий аспект з погляду гігієни: обробка землі мінеральними добривами має значний хімічний вплив. Ця обставина підкреслює актуальність і потребу в санітарних заходах та виконанні санітарних норм і медичних вимог для забезпечення безпеки здоров'я і життя працівників та населення загалом.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі наведено теоретичне обґрунтування та нове вирішення питання впливу різних видів і доз мінеральних добрив на продуктивність сидератів та основні показники родючості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового Правобережного Лісостепу України шляхом встановлення оптимізованих доз внесення під сидерат та пшеницю озиму, що дозволило сформулювати наступні висновки:

1. Вивчено, що вплив удобрень на повноту виростання культур залежить від їх виду та дози. Буркун білий має повноту виростання в межах 63,2–70,4%, гірчиця біла - 80,0–88,0%, редька олійна - 73,5–81,0%, вика яра - 93,0–97,5%, а гречка - 63,4–70,2%.

2. Серед різних сидератів найбільш високі рослини формує гірчиця біла, завдяки своїм особливостям цього біотипу, натомість гречка виявилася середньою за висотою (від 72 до 139 см). Зміна доз добрив також має значний вплив на висоту рослин, зокрема, азотні добрива в дозі 40 кг/га збільшують висоту на 6–16%. Крім того, фосфорні компоненти мінеральних добрив підвищують висоту рослин на 5–10%, хоча калійні добрива мають менший вплив на цей параметр.

3. Внесення мінеральних добрив під сидерати сприяє значному збільшенню врожаю біомаси на 14–55%, в залежності від виду сидерату та дози удобрення. У відсутність додаткових добрив врожайність біомаси становить від 25,9 до 39,8 тонн на гектар. Азотні компоненти мінеральних добрив мають найбільший вплив на цей показник, особливо внесення азоту в дозі 80 кг/га показує ефективність під буркуном білим. Найменший вплив на врожайність біомаси мають калійні добрива. Фосфорні добрива у дозі 40 кг/га підвищують врожайність сухої речовини на 1,0–2,1 тонни на гектар, в залежності від сидерату.

4. За дослідженнями, під чистим паром втрачається 1,67 тонни гумусу на гектар, у той час як внесення сидератів, якщо проводити їх на тлі удобрення або без нього, сприяє збереженню гумусу в ґрунті.

5. Перед посівом озимої пшениці вміст рухомих сполук основних поживних елементів, які були використані для формування біомаси сидератів, відновлюється і навіть перевищує показники чистого пару. Найефективнішим сидератом для накопичення азоту у ґрунті без додаткових добрив є буркун білий однорічний, а для збільшення вмісту фосфору та калію - гречка. Така ж закономірність відзначалася і при внесенні мінеральних добрив. При цьому найбільше поживних речовин у ґрунті перед посівом пшениці озимої накопичується за внесення всіх норм добрив (N80P40K40) безпосередньо під сидерат або лише її частини - N40P40K40.

6. Найбільший врожай пшениці озимої, досягнутий за внесення мінеральних добрив N80P40K40 та P20K20, становив 6,8–7,2 тонни на гектар. Для вирощування пшениці озимої на сидератах, таких як буркун білий або вика яра, можна використовувати менші дози добрив, наприклад, N40P40 або N40P40K40. Важливо відзначити, що зерно першого класу з вмістом білка на рівні 14,1% формується при внесенні мінеральних добрив N80P40K40 та P20K20 під пшеницю озиму).

6. Досліджено, що при високому рівні ресурсного забезпечення господарств економічно доцільним є використання сидеральних пар з редьки олійної та гірчиці білої, під які вносяться мінеральні добрива в дозі N80P40K40 під сидерат та P20K20 під пшеницю озиму. Це забезпечує чистий дохід у межах 10441–10612 гривень на гектар при рентабельності від 77% до 79%. У випадку низького та задовільного ресурсного забезпечення господарств, доцільно розглядати висівання культур бобових родини, таких як вика яра і буркун білий однорічний, та вносити лише N40P40 під сидерат та N40P20K60 під пшеницю озиму. При цьому чистий дохід може скласти 8443–9037 гривень на гектар при рентабельності від 55% до 64%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

НУБІП України

За наявності високого або задовільного рівня ресурсного забезпечення господарств, ефективним варіантом є використання редьки олійної та гірчиці білої як сидеральних культур у внесенні мінеральних добрив у дозі N80P40K40

НУБІП України

під сидерат та P20K20 під пшеницю озиму. У випадку низького ресурсного забезпечення можна розглядати висівання бобових культур, таких як вика яра і буркун білий однорічний, та обмежитися лише внесенням N40P40 під сидерат і

N40P20K60 під пшеницю озиму.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

НУБІП України

1. Алексеев Е. К. Зеленое удобрение в СССР. М.: Сельхозгиз, 1948. 470 с.

2. Андерсон Р. Методы обработки почвы, севообороты и сорняки //

Зерно. 2018. № 1. С. 55–64.

3. Анищенко Т. Ю. Агрохимическая и технологическая эффективность использования узколистного люпина и соломы в звеньях севооборотов Центрального Нечерноземья: автореф дис. на соискание науч. ступеня к.с.-х. н.: спец. 06.01.04 «Агрохимия». Москва, 2002. 22 с.

4. Аралов В. І., Аралов О. В., Аралова Т. С., Гуменка Н. І. Селекція вики посівної в умовах Правобережного Лісостепу України // Посібник українського хлібороба: Зернові та бобові кормові культури в контексті відновлення агроценозів. 2018. Т. 2. С. 145–145.

5. Артеменко В. Сидерати. Їм відроджувати колишню славу українських земель // Пропозиція. 2008. № 6. С. 36–38.

6. Артюков Н. Редька масличная // Сельское хозяйство Сибири. 1961. № 12. С. 81.

7. Бабич Н. Н., Попов Д. Ю. Сравнительное накопление биомассы сидеральными культурами // Аграрная наука. 2007. № 10. С. 22–23.

8. Балюк С. А., Трускавецький Р. С., Ромашенко М. І. Сучасна парадигма, систематика та проблеми інноваційного розвитку меліорації земель // Агрохімія і ґрунтознавство. Між. темат. наук. зб.. Спец. вип. Книга 1. Пленарні доповіді. Харків: ТОВ «Смугаста типографія», 2018. С. 24–38.

9. Балюк С. А., Медведєв В. В., Момот Г. Ф. Підсумки діяльності Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків у 2010–2014 рр. та актуальні завдання на перспективу. Харків: ТОВ «Щедра садиба», 2015. 40 с.

10. Бацула О. О., Скрильник Є. В. Органічні добрива: проблеми та перспективи виробництва і застосування // Агроекологічний моніторинг ґрунтів

НУБІП України

як основа сталого розвитку аграрного виробництва : матеріали Міжнар. конф. «Сталий розвиток агроєкосистем». Київ, 2012. С. 102–107.

11. Бердников А. М. Зеленое удобрение – биологизация земледелия, урожай : Чернигов: Черниговское НПО «Элита», 1992. 191 с.

12. Бердников А., Волкогон В. Аграрии за «зеленых» // Зерно. 2018. № 5. С. 58–61.

13. Бердников А., Волкогон В. Сидераты против бесхозяйственности // Зерно. 2017. № 4. С. 128–130.

14. Бердников О. М., Никитюк Ю. А. Роль сидерації в сучасному землеробстві // Вісник аграрної науки. 2004. № 3. С. 12–15.

15. Болотов А. Т. Избранные труды / Сост. А. П. Бердышев, В. Г. Поздняков. Москва: Агропромиздат, 1988. 416 с.

16. Бондарев А. Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв // Почвоведение. 1994. № 11. С. 10–15.

17. Бульо В. С., Сорочинський В. В., Оліфір Ю. М. Роль нетрадиційних органічних добрив у регулюванні родючості сірих лісових ґрунтів // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2018. Вип. 50. С. 12–20.

18. Бульо В. С., Сорочинський В. В., Оліфір Ю. М. Родючість сірого лісового ґрунту під впливом нетрадиційних систем удобрення сільськогосподарських культур у короткотривалих сівозмінах // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2007. Вип. 49. С. 21–28.

19. Бутило А. П. Землеробство в плодоовочівництві і виноградарстві: Посібник / Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2013. 568 с.: іл.

20. Васильев В. А., Филиппова Н. В. Справочник по органическим удобрениям. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Росагропромиздат, 1988. 255 с.: ил.

21. Веил Р., Кремен А. Пять золотых качеств покровных культур // Зерно. 2018. № 12 (68). С. 80–86.

22. Види на рекорд / С. Крамарев и д. р. Зерно. 2012. № 12. С. 44–56.

23. Виелобоква Л. Н., Скорочкин Ю. П. Особенности научного обеспечения отраслей АПК Тамбовской области // Зональные особенности

научного обеспечения сельскохозяйственного производства. Материали региональной научно-практической конференции (г. Саратов, 15–17 марта 2010 г.). Саратов: ГНУ НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА, 2010. С. 290–300.

24. Влашук А. М., Колпакова О. С., Місевич О. В. Насіннева продуктивність буркуну білого однорічного залежно від строку посіву, норми висіву та застосування гербіцидів // Аграрна наука: розвиток і перспективи : мат. міжн. наук. практ. інтернетконф. – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. С. 58–59.

25. Влияние биологических и химических факторов на урожайность яровой пшеницы / В. В. Ивенин и др. Земледелие. 2018. № 7. С. 36–37.

26. Возняковская Ю. М., Попова Ж. П., Баскакова С. П. Факторы, обуславливающие фитотоксичность почвы на начальном этапе разложения в ней зеленых удобрений // Бюллетень ВНИИ с.-х. микробиологии. Ленинград, 1989. № 40. С. 3–6.

27. Возняковская Ю. М., Попова Ж. П., Новиков М. Н., Тужилин В. М. Сидераты как фактор биологизации земледелия // Земледелие. 1999. № 1. С. 44–49.

28. Галеева Л. П. Сохранение плодородия выщелоченных черноземов с помощью сидератов // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. Иркутск, 2006. С. 491–494.

29. Галеева Л. П. Физико-химические свойства и фосфатный режим черноземов выщелоченных Приобья при внесении сидератов // Агрохимия. 2009. № 3. С. 22–28.

30. Гамзиков Г. П., Кострик Г. И., Емельянова В. Н. Баланс и превращение азота удобрений / Новосибирск: Наука, 1985. 160 с.

31. Гелетуха Г., Железная Т. Независимость энергетическая – реальна // Зерно. 2017. № 4. С. 186–194

Герасько Т. М., Пономаренко М. П., Хлівна Н. О., Калініченко О. М. Параметри якості зерна пшениці озимої залежно від попередника та рівня застосування добрив // Наукові праці. Науково-методичний журнал. Миколаїв: Вид-во МДГУ

ім. П. Могили, 2008. Т. 82. Вип. 69. Екологія: Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. С. 28–31.

33. Гиззагуллин С. Г. Влияние зеленого удобрения на агрохимические свойства песчаных и супесчаных почв и урожай сельскохозяйственных культур в Лесостепной зоне Башкирии: автореф. дис. на соискание уч. степени кандид. с.-х. наук. Иваново, 1965. 24 с.

34. Гладка А. Б. Зелені добрива – основа підвищення родючості ґрунтів // Тези наук. конфер. / Редкол.: П. Г. Копитко (від. ред.) та ін. Умань, 2008. Ч. 1. С. 24–26.

35. Глушков В. Б. Поживные сидеральные культуры и продуктивность ярового ячменя // Плодородие. 2018. № 4. С. 39–40.

36. Глущенко Л. Д., Кохан А. В., Брегеда С. Г. [та ін.] Шляхи зупинення деградації ґрунтів Полтавської області // // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. зб. Спец. вип. Книга 3. Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення, рекультивація, агрохімія, біологія ґрунтів. Харків: ТОВ «Смугаста типографія», 2014. С. 148–149.

37. Глянецв О. Ф. Шляхи підвищення врожаїв озимої пшениці в лівобережному Лісостепу України // Озима пшениця. Київ: Урожай, 1989. С. 224–237.

38. Голубев В. Д. Зеленое удобрение в орошаемом земледелии Поволжья: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. с.-х. наук. Саратов, 1965. 34 с.

39. Горлов С. Л. Результаты исследований по селекции и семеноводству горчицы сарептской, горчицы белой и рыжика // Основные итоги научно-исследовательской работы по масличным культурам (к 100-летию ВНИИМК): главный науч. ред. Н. И. Бочкарев. Краснодар, 2018. С. 228–248.

40. Городній М. М., Лісовал А. П., Бикін А. В. [та ін.] Агрохімічний аналіз: Підручник / За ред. М. М. Городнього. 2-е видання. Київ: Арістей, 2005. 476 с.

41. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. 332 с.

42. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Вплив сидеральних парів на врожай пшениці озимої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу

// Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (м. Херсон, 24 квітня 2015 р.). Херсон: ІЗЗ, 2015. С. 29–31.

43. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Сидерати – резерв відтворення родючості ґрунту // Агробізнес сьогодні. – 2017. – № 24 (319). – С. 31–37.

44. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Доцільність удобрення культур, що вирощуються на сидеральний пар // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Наука на службі сільського господарства» (м. Миколаїв, 5 березня 2013 р.). Миколаїв: Миколаївська ДСДСІЗЗ, 2013. С. 125–126.

45. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Особливості решток сидератів щодо здатності утримувати воду // Агрохімічні та агроекологічні проблеми підвищення родючості ґрунтів і використання добрив: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 150-річчю від дня народження академіка Д. М. Прянишникова та Міжнародному Дню агрохіміка (м. Львів, 08–10 жовтня 2015 р.). Львів, 2015. С. 64–68.

46. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Влияние удобрения на особенности водопотребления сидератов и водный режим чернозема оподзоленного Правобережной Лесостепи // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2017. № 1 (57). С. 151–157.

47. Господаренко Г. М. Еколого-агрономічне значення сидеральних парів // «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»: збірник тез III Міжвузівської наукової конференції з міжнародною участю. Умань, 2012. С. 23–26.

48. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Вміст поживних речовин у ґрунті після удобрення сидеральних парів // Агрохімія і ґрунтознавство. 2016. Вип. 85. С. 65–71

49. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Аделопатичний вплив сидеральних культур на пшеницю озиму // Вісник Житомирського агроєкологічного університету. 2018. № 2 (50). Т. 1. С. 190–198.

50. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Вплив видів доз мінеральних добрив на врожай сидеральних культур у Правобережному Лісостепу // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2014. Вип. 86. Ч. 1: Агрономія. С. 13–17.

51. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Ефективність використання вологи різноудобреними сидеральними парами // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 2 (85). Т. 1. С. 13–21.

52. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Рециркуляція біогенних елементів у ґрунті за різних сидератів та їх удобрення // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2016. Вип. 88. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 7–16.

53. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Формування органічної речовини сидератами залежно від удобрення та їх вплив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2015. Вип. 58. Ч. II. С. 48–55.

54. Господаренко Г., Лисянський О. Сидеральний пар як попередник пшениці озимої // Матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. «Прикладна наука та інноваційний шлях розвитку національного виробництва» (м. Тернопіль, 17–18 жовтня 2018 р.). Тернопіль: Крок, 2018. С. 10–11.

55. Господаренко Г. М. Агрохімія: Ндручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУН УКРАЇНА», 2015. 376 с.; іл.

56. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Вплив різноудобреного сидерального пару на протиерозійну стійкість ґрунту // Збереження

біорізноманіття в контексті сталого розвитку: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (м. Черкаси, 8–9 жовтня 2013 р.). Черкаси: ФОП Белінська О. Б., 2015. С. 42–45.

57. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Особливості вивчення та оцінки ефективності сидерального пару // Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів» (спеціальний випуск): Мат. Всеукр. наук.-прак. конф. «Охорона ґрунтів та підвищення їх родючості» (м. Одеса, 16–17 вересня 2018 р.). 2015. С. 70–71.

58. Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Економічна ефективність застосування добрив у ланці сівозміни сидеральний пар–пшениця озима //

Актуальні проблеми агрохімії та ґрунтознавства: матеріали Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції (м. Львів, 18–19 лютого 2016 р.). Львів, 2016. С. 227–235.

59. Господаренко Г. Н., Лисянський А. Л. Влияние удобрения сидератов на интенсивность эмиссии C–CO₂ на черноземе оподзоленном //

Агротехнологии XXI века: Мат. Всероссийской науч.-практ. конф. с междунауч. участием, посвященной 85-летию основания Пермской ГСХА и 150-летию со дня рождения академика Д. Н. Прянишникова (г. Пермь, 11–13 ноября 2015 г.).

Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2017. Ч. 1. С. 31–35.

60. ГОСТ 10987–76. Зерно. Методы определения стекловидности. [Введ. 1977–06–01]. М.: Изд-во стандартов, 2001. 8 с. (Межгосударственный стандарт).

61. ГОСТ 4568–95. Калий хлористый. Технические условия. [Введ. 1997–06–30.]. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. 16 с. (Межгосударственный стандарт).

62. ГОСТ 5956–78. Суперфосфат гранулированный из апатитового концентрата без добавок и с добавками микроэлементов. Технические условия. [Введ. 1979–01–01.]. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. 31 с. (Межгосударственный стандарт).

63. Гребенюк І. В. Мінімізація обробітку ґрунту серед наукових розробок Б. М. Рожественського // Особистість С. Ф. Третякова в формуванні засад сучасного екологічного землеробства: мат. між. наук.-практ. конференції присвяченої С. Ф. Третякову (м. Полтава, 13–14 травня 2014 року) / За ред. А. В. Кохан, І. В. Колісник. Полтава, 2014. С. 29–30.

64. Грищенко Р. Є., Любич О. Г. Вміст макроелементів у рослинах гречки в різні періоди онтогенезу // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2018. Вип. 1–2. С. 94–98.

65. Гродзинский А. М., Богдан Г. П., Головко Э. А. [и др]. Аллелопатическое почвоутомление. К.: Наукова думка, 1979. 248 с.

66. Гродзинський А. М. Проблема почвоутомлення и аллелопатия // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. К.: Наукова думка, 1974. Вып. 5. С. 3–9.

67. Гродзинський А. М. Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте // Аллелопатия и продуктивность растений. Киев: Наукова думка, 1980. С. 3–14.

68. Гродзинський А. М., Миркин Б. М., Головко Э. А., Туганаев В. В. Перспективы функциональной агрофитоценологии // Методологические проблемы аллелопатии. Київ: Наук. думка, 1989. С. 15–28.

69. Гродзинський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин. Київ: Наук. думка, 1973. 205 с.

70. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова: ДСТУ 4115 : 2002. [Чинний від 2003-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 9 с. (Національний стандарт України)

71. Гудзь В. П., Іванюк М. Ф., Кротінов О. П. [та ін.] Аллелопатична взаємодія в агрофитоценозі культурних рослин і бур'янів // Зб. наук. пр. Уманського ДАУ (спеціальний випуск): Біологічні науки і проблеми рослинництва. Умань, 2003. С. 648–654.

72. Данилюк В., Вислободська М. Ефективність використання сидератів

і соломи у вирощуванні цукрових буряків // Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія. 2018. № 13 (2). С. 51–56.

73. Дегодюк Е. Г. Басейновий метод – основа для забезпечення відтворення родючості ґрунтів // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. зб. Спец. вип. Книга 3. Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення рекультивация, агрохімія, біологія ґрунтів. Харків: ТОВ «Смуґаста типографія», 2018. С. 23–24.

74. Дегодюк Е. Г., Сайко В. Ф., Корнійчук М. С. [та ін.] Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / За ред. Е. Г. Дегодюка. Київ: Урожай, 1992. 320 с.

75. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Литвінова О. А., Груша В. В. Сучасні альтернативи традиційним системам землеробства // 35. наук. праць «Охорона ґрунтів» : мат. міжн. наук.-практ. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави». – Київ, 2014. Вип. 1. С. 236–240.

76. Дегтярьов В. В. Гумус чорноземів Лівобережного Лісостепу і Степу України: монографія / За ред. Д. Г. Тихоненка. Харків: Майдан, 2018. 360 с.

77. Дедов А. В., Придворев Н. И., Верзилин В. В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание водорастворимого гумуса в черноземе выщелоченном // Агрохимия. 2014. № 2. С. 13–22.

78. Демиденко О. В. Стратегія подолання кризових явищ сучасного землеробства Черкащини // Посібник українського хлібороба. 2018. С. 74–77.

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

80. Демина И. В. Оценка сельскохозяйственных культур, рассматриваемых в качестве сидератов, и их влияние на элементы плодородия черноземов выщелоченных в условиях умеренно-засушливой и колючной степи

Алтайского Приобья : автореф. дис. на соискание уч. степени кандид. с.-х. наук:
спец. 06.01.04 «Агрохимия». Барнаул, 2009. 23 с.

81. Денисик Г. І. Лісополе України. Вінниця: Тезис, 2001. 284 с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

