

Н

Н

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.09 – МКР. 494 “С” 2023.03.31. 145 ПЗ

НУБІП України

КУРЧЕНКА ВАЛЕРІЯ ВАСИЛЬОВИЧА

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.445.2:631.45:634.11

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: «Вплив різних систем утримання міжрядь в
насадженнях яблуні на біологічні процеси і родючість темно-
сірого опідзоленого ґрунту»**

Спеціальність: 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.с.-г.н., професор

С.М. Каленська

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент

В.М. Козак

Виконав

В.В. Курченко

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Агробіологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

грунтознавства та охорони ґрунтів

ім. проф. М.К. Шпикули

д.с.-г.н., проф. В.О. Забалуєв

" " 2022 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Курченко Валерію Васильовичу

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Тема роботи: «Вплив різних систем утримання міжрядь в насадженнях яблуні на біологічні процеси і родючість темно-сірого білзоленого ґрунту»

затверджена наказом ректора НУБІП України від « » 20 р. №

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023.10.20

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Огляд літератури по темі досліджень, результати лабораторних аналізів щодо змін показників біологічної активності ґрунту (нітрифікаційна здатність, дихання ґрунту), вміст нітратного азоту, вміст і запаси гумусу, дані по урожайності яблуні.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- визначити показники біологічної активності ґрунту: нітрифікаційну здатність, дихання ґрунту, вміст нітратного азоту за варіантами досліду;
- визначити вміст і запаси гумусу у ґрунті за варіантами досліду;
- визначити урожайність яблуні по варіантах досліду;
- провести статистичну обробку отриманих даних.

Дата видачі завдання

« » 20 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

В.М. Козак

Завдання прийняв до виконання

В.В. Курченко

Анотація

Дипломна робота на тему: «Вплив різних систем утримання міжрядь в насадженнях яблуні на біологічні процеси і родючість темно-сірого опідзоленого ґрунту» викладена на 63 сторінках, містить 11 таблиць, 3 рисунка, 2 додатки та 52 літературних посилань.

В даній роботі оцінювали інтенсивність біологічних процесів і родючість темно-сірого опідзоленого ґрунту, а також урожайність яблуні за різного утримання міжрядь в саду. Показано вплив кількості і якості біомаси сидератів на нітрифікаційну здатність і дихання ґрунту. Встановлено підвищення вмісту і запасів гумусу в досліджуваному ґрунті при вирощуванні сидератів і застосуванні дерново-перегнійної системи утримання міжрядь порівняно з чорним паром. Зафіксовано збільшення урожайності плодів яблуні сорту Айдаред при застосуванні сидерального пару в міжряддях саду на фоні внесення мінеральних добрив.

Ключові слова: темно-сірий опідзолений ґрунт, задерніння, чорний пар, сидерати, нітрифікаційна здатність ґрунту, «дихання» ґрунту, урожайність яблуні.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП..... 6

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ..... 7

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ

ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1. Кліматичні умови.....	23
2.2. Ґрунтові умови.....	26
2.3. Об'єкти та методика проведення досліджень.....	31

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ УТРИМАННЯ МІЖРЯДЬ САДУ НА

РОДЮЧІСТЬ ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ.....	33
3.1. Вплив системи утримання міжрядь саду на інтенсивність біологічних процесів у ґрунті.....	33

3.1.1. Вплив кількості і якості біомаси сидератів на біологічні процеси у ґрунті..... 33

3.1.2. Динаміка нітратного азоту під різними сидератами..... 36

3.1.3. Вплив сидератів і різнотрав'я на нітрифікаційну здатність ґрунту..... 39

3.1.4. Дихання ґрунту залежно від утримання міжрядь саду..... 43

3.2. Вплив різних систем утримання міжрядь саду на вміст і запаси гумусу в ґрунті.....	47
--	----

РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ СИСТЕМИ УТРИМАННЯ МІЖРЯДЬ ТА УДОБРЕННЯ

САДУ НА УРОЖАЙНІСТЬ ПЛОДІВ..... 52

ВИСНОВКИ.....	56
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	58
ДОДАТКИ.....	59

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 62

НУБІП України

ВСТУП

Сільське господарство в Україні представляє собою клонуву сферу економіки, де основним ресурсом для виробництва є родючий ґрунт.

Збереження високої родючості цього ґрунту є критичним для досягнення стабільних та продуктивних врожаїв. Родючість ґрунту визначається складним спектром взаємопов'язаних фізичних, хімічних і біологічних явищ, які тісно переплітаються в природному середовищі. Кожен з цих аспектів вимагає окремого вивчення та раціонального використання при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Сьогодні в садівництві, висаджують до 5-6 тисяч і більше дерев на гектарі землі. При цьому, важливо розглядати родючість ґрунту як ключову передумову для досягнення стійких та високих врожаїв.

В сучасний період поширеною системою обробки ґрунту в садах є чорний пар, який має численні переваги у збереженні та накопиченні вологи, а також в боротьбі з бур'янами. Проте, він має і суттєві недоліки. Постійне розпушування ґрунту під чорним паром протягом тривалого періоду може призводити до порушення структури, зменшення рівня гумусу та погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту.

Агробіоценоз з дерново-перегнійною системою утримання міжрядь саду функціонує на більш високому рівні організації порівняно з чорним паром. покращується родючість ґрунту, зменшується забруднення навколишнього середовища, підвищується врожайність і якість плодів. Але застосування цієї альтернативної до парової системи умовах нестійкого недостатнього зволоження досить проблематичне, особливо в сучасних інтенсивних насадженнях, де вирощуються слабо- і середньорослі дерева на вегетативних підщепах з порівняно мілко поширеною в ґрунті кореневою системою. Тому, в даних умовах цікавою альтернативою є паросидеральна система утримання ґрунту в плодових насадженнях.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

У розвитку сучасного садівництва, як і всього сільського господарства, йде посилення антропогенного впливу на ґрунт і оточуюче середовище. Це відбувається за рахунок збільшення кількості плодкових дерев на 1 га, використання техніки, добрив та пестицидів. Створення високопродуктивних садів неможливе без врахування фізичних, водно-фізичних, фізико-хімічних, агрохімічних та біологічних властивостей ґрунтів, що створюють екологічні умови вирощування будь-якої культури.

Важливою рисою родючості ґрунту є її екологічна конкретність. Між рослиною і ґрунтом існує екологічна єдність, при порушенні останньої родючість ґрунту знижується. Яблуня – багаторічна плодова культура, яка вирощується за умов достатнього зволоження. Неговелов С.Ф. відмічає своєрідність саду по відношенню до використання води. Плодові дерева протягом вегетації використовують дуже багато води, яка витрачається і на транспірацію і на випаровування з поверхні ґрунту. Яблуня при високих і довготривалих урожаєх відноситься до вологолюбивих рослин і навпаки при низьких урожаєх і короткому періоді життя яблуня відноситься до засухоустійких рослин [33].

Коренева система плодкових рослин складається з скелетного, обростаючого, активного коріння та кореневих волосків. Скелетне коріння має декілька порядків розгалуження. Довжина його становить від 0,5 до кількох метрів, а товщина – від 3-5 мм до кількох сантиметрів. Обростаюче коріння утворюється на скелетному. Воно досягає 0,5 м завдовжки та 3-5 мм завтовшки. Активним корінням називають білі корінці, що мають довжину 1-5 мм, а за сприятливих умов зволоження та температури – до 20 см. Кореневі волоски утворюються на активному корінні у великій кількості (до 300 і більше штук на м²). Вони недовговічні, і в міру старіння поступово відмирають, а замість них утворюються нові. У процесі вибрання та засвоєння рослиною води і поживних речовин кореневі волоски відіграють значну роль.

З них виділяються кислоти, в яких розчиняються різні нерозчинні у воді речовини, після чого останні засвоюються рослиною.

Коріння дерев може мати вертикальний та горизонтальний напрямок росту. Скелетні корені яблуні заглиблюються в ґрунт в середньому на 1,5-2 м, а іноді на 8-10 м, тоді як при горизонтальному напрямі росту бокові корені поширюються на 20 і більше метрів.

Залежно від породи рослин, сорту, ґрунтово-кліматичних умов та рівня агротехніки в саду, характер і сила розвитку кореневої системи неоднакові.

Найкраще розвиваються корені в розпушеному ґрунті, який достатньо забезпечений вологою та поживними речовинами.

Дослідженнями вчених, проведених у природних лісових біогеоценозах і в цілинних степах установлена збалансованість між надходженням елементів

живлення з опадом восени і ефективним їх використанням в наступну вегетацію. Цим забезпечується збалансованість біогеохімічного кругообігу і стабільність відтворення родючості ґрунту.

Штучно створений яблуневий біогеоценоз подібний до польового агроценозу. Але його функціонування пов'язане з більшим антропогенним навантаженням, яке проявляється у відчуженні не лише плодів, а і щорічно обрізаного гілля, застосуванням плантажної оранки, що руйнує зв'язки між поверхневими генетичними горизонтами ґрунту, і багаторазовим за вегетацію обприскуванням саду.

Процес ґрунто- та гумусоутворення як за природних обставин так і природно-антропогенних завжди спрямований на відновлення рівноваги між екологічними змінами, пов'язаними з антропогенною дією і властивостями ґрунту. Для пом'якшення антропогенного впливу і скорішого відновлення

рівноваги між заново створеними екологічними умовами і властивостями ґрунту, оптимізації кореневого живлення плодкових культур велике значення має доповнення ґрунту органічними речовинами. У цьому відношенні вибір сидератів має вирішальне значення. Трансформація в ґрунті біомаси сидератів

і включення в біогеохімічний кругообіг її складових елементів є сутністю ґрунтоутворного процесу з відтворенням родючості ґрунту.

При вирощуванні сидератів у міжряддях саду важливо уникнути конкуренції за вологу. Літній посів сидератів до деякої міри зменшує конкуренцію і сприяє утворенню молоді біомаси зі сприятливим для трансформації співвідношенням C:N (14-25), а заробляння пізньої осені її надземної фітомаси перед замерзанням ґрунту дещо зближує з природним біогеоценозом. Залишається лише підібрати сидеральні культури, які за короткий період вегетації змогли б синтезувати високі, стабільні і високоякісні урожаї біомаси, трансформація якої в ґрунті змогла б забезпечити поживними речовинами яблуню протягом всієї вегетації і підвищити родючість ґрунту.

При оцінці сидератів по їх впливу на відтворення родючості ґрунту рекомендовано використовувати такі показники:

- 1) високі і стабільні урожаї біомаси;
- 2) висока якість біомаси (C:N, наявність значної кількості лужноземельних елементів);
- 3) висока нітрифікаційна здатність;
- 4) зміна вмісту і якісного складу гумусу.

Останнє вимагає вирощування сидератів на одному місці до повного відновлення рівноваги приблизно 10-13 років.

Гумус визначає цілий комплекс ґрунтових характеристик: біологічну активність ґрунту, запаси елементів живлення і, що не менш важливо, можливості їх переходу в доступні форми, енергетичний рівень ґрунтових процесів і багато іншого [171].

Узагальнення даних про гумусованість ґрунтів під плодовими та ягідними культурами показує, що вони ростуть при досить широкому діапазоні вмісту органічної речовини. Критичні й оптимальні рівні вмісту гумусу в ґрунтах під плодовими насадженнями ще не встановлено, і встановити їх досить важко, оскільки це пов'язано з багатьма факторами і властивостями ґрунту, що впливають на живлення рослин [22].

Багаторічними дослідженнями в Уманській державній аграрній академії встановлено, що в темно-сірому опідзоленому важкосуглинковому ґрунті та чорноземі опідзоленому важкосуглинковому оптимальний вміст гумусу у шарі 0-60 см при паровому утриманні міжрядь відповідно становить 2,5-3,0 і 3,2-3,8%. На карбонатних ґрунтах Молдови вміст гумусу має бути не нижчим ніж 2% [14].

Відомий ґрунтознавець, вчений-натураліст, який бачив цілісність Природи, невтомно зосереджував увагу на глобальне значення гумусу в ґрунті і ґрунту в біосфері – В.А. Ковда зазначав: «Ґрунтове вкриття, як компонент біосфери, являє собою універсальний земний акумулятор і економний розподільник найбільш коштовної для підтримання життя частини енергії, зв'язаної гумусом і необхідної для нормального обміну і кругообігу речовин в природі».

Специфічні гумусові речовини утворились в наслідок складних біохімічних і фізико-хімічних трансформаційних процесів рослинних залишків. Ці процеси направлені на збагачення гумусу вуглецем і азотом і збільшення стійкості до розкладання порівняно з рослинними залишками.

Гумус ґрунту за хімічною структурою повністю може конкурувати з самими складними білковими молекулами [45]. Гумус – основна складова ґрунту і основа його родючості. Згідно з даними М.А. Глазовської [8] загальна маса вуглецю, що міститься в детриті і гумусі ґрунту в 2,9 рази перевищує його вміст в атмосфері і в 3,8 рази в біомасі наземної рослинності (в ґрунті $2104 \cdot 10^{12}$ кг С, в атмосфері $728 \cdot 10^{12}$ кг С, в біосфері наземної рослинності $360 \cdot 10^{12}$ кг С).

Через великий запас енергії, який нагромаджений в детриті і гумусі ґрунту, педосферу можна розглядати як глобальний біогеохімічний реактор, в якому починають формуватись масопотоки хімічних елементів. Ці потоки контролюють і в значній мірі ініціюють живі організми. Більшість їх (90%) пов'язані з ґрунтом (сушею) [10].

Взаємодія живих організмів з твердою, рідинною і газоподібною фазами ґрунту досягає в цьому природному тілі максимальної напруги. Майже

половина енергії, яка перетворюється рослинами при створенні біомаси витрачається на ґрунтоутворення, підтримання ґрунту в належному стані, що забезпечує його родючість.

Таким чином стартові резерви біогеохімічного кругообігу елементів формуються в ґрунті. Від його родючості, умов життя живих організмів залежить синтез біомаси, урожай товарної продукції, чистота повітря, води, літосфери Землі і в цілому благопелуччя в біосфері. Тому при розгляді запасів органічної речовини в ґрунті, відтворення його родючості потрібно виходити з того, що ґрунт є не лише основний засіб сільськогосподарського виробництва, а і природне тіло, що впливає на всі складові біосфери, створюючи умови життя на планеті Земля.

Тому зрозуміло, чому всі основоположники ґрунтознавчої і агрономічної науки приділяли велику увагу гумусу. В.В. Докучаєв [13] у свій час склав карту ізогумусних смуг. А коли помітив, що при постійному обробітку чорноземи втрачають гумус, порівняв їх із «загнаним скакуном». Прянишніков Д.И. [39] передбачав зростаючу роль органічних добрив при збільшенні промислового виробництва мінеральних добрив. Основоположник агрономічної науки В.Р. Вільямс писав: «... з якого б боку ми не розглядали ґрунт, з точки зору його походження, його складу, його хімічних чи фізичних властивостей і процесів, що проходять в ньому, чи будемо розглядати родючість ґрунту чи вміст в ньому поживних речовин, чи будемо розмірковувати про вплив обробітку ґрунту, зразу ж впливає питання про органічні речовини ґрунту, як про головний фактор, що визначає весь характер, всі властивості, всю фізіологію ґрунту» [6].

Різноманітний характер дії органічної речовини на родючість ґрунту всебічно аргументований багатьма вченими: С.П. Кравков [23], І.В. Тюрін [43], М.М. Кононова [19], Л.Н. Александрова [1], В.В. Пономарьова [35], Д.С. Орлов [31], Л.А. Гришина [9], О.Н. Соголовський [41], М.І. Лартіонов [25], Г.Я. Чесняк [47], М.І. Полудан [34], О.О. Бацула [4], А.Д. Балаєв [2], Г.А. Мазур [28], А.М. Ликов [27], А.Д. Фокін [44] і багато інших.

Всі вчені відзначають визначальну роль гумусу в родючості ґрунту, його глобальний вплив на комплекс агрономічних властивостей, на неможливість заміни органічної речовини чимось іншим. Тому від наявності органічних речовин в ґрунті за сприятливих інших умов залежить і інтенсивність біологічних процесів, ефективність внесених мінеральних добрив, стійкість проти несприятливих погодних умов. В гумусі акумульовано 98% валових запасів азоту ґрунту, 60% фосфору, 80% сірки, велика кількість інших макро- і мікроелементів. Будучи складовою частиною органічних сполук, елементи живлення надійно захищені від вимивання.

Органічна речовина ґрунту складається з двох груп, які приймають участь в ґрунтоутворенні і відіграють певну роль у відтворенні родючості: гумус – більш стійкий до мікробного розкладу і залишки організмів рослинного і тваринного походження, до складу яких входить фітомаса, мортмаса, мікробна біомаса, детрит – (напіврозкладені залишки) і які порівняно легко мінералізуються в ґрунті. Останні віднесені до так званих, лабільних органічних речовин. У відповідності з цим функціонально весь фонд органічних речовин ділиться на 2 пули: 1) – органічні речовини, що легко мінералізуються; 2) – стійкі органічні речовини, до яких належить гумус.

Гумусові речовини неоднорідні за складом і здатністю до мінералізації. Найбільш лабільною, слабо зв'язаною з мінеральною частиною ґрунту є фракція 1 гумусових речовин, що переходить у витяжку 0,1 н NaOH. Вони порівняно легко можуть мінералізуватись. Всі інші фракції гумусу більш міцно зв'язані з мінеральною частиною ґрунту, а тому і більш стійкі до мікробного розкладу.

Ганжара Н.Ф. [7] у загальному процесі гумусоутворення виділяє дві провідні ланки:

- 1) гуміфікація свіжих органічних речовин;
- 2) закріплення гумусових речовин мінеральною частиною ґрунту.

Відповідно потрібно відрізнити умови гуміфікації і умови закріплення. Оптимальні умови гуміфікації: нейтральна чи близька до нейтральної реакція

середовища, помірна біологічна активність, насиченість середовища кальцієм і азотом, сприятливий якісний склад рослинних залишків.

Оптимальні умови міцного закріплення мінеральною частиною ґрунту і нагромадження гумусу: наявність вільної від гумусу поверхні мулу і мінеральних колоїдів, насиченість ґрунтового вбирального комплексу кальцієм і магнієм, наявність надлишку кальцію для зв'язування гумінових і фульвокислот, контрастність режимів вологи при періодично промивному водному режимі.

Всі перераховані оптимальні умови гуміфікації, закріплення і нагромадження гумусу в сірих опідзолених ґрунтах є, включаючи і наявність вільної від гумусу поверхні мулистих і колоїдних часточок, що з'являються на поверхні ґрунту під час плантажної оранки.

Контрастність режимів вологи забезпечується чергуванням оптимальних умов температури і зволоження, за яких інтенсивно іде мінералізація і гуміфікація рослинних залишків відповідно до кінцевих продуктів мінералізації і утворення мономерів, гумусових кислот (циклічних сполук фенолів і амінокислот), з періодами сухості, в які відбувається конденсація і полімеризація мономерів. Таким чином, контрастність сприяє максимальному накопиченню гумусу. Основою утворення молекули гумусової кислоти є реакція ферментативної оксидації поліфенолів і приєднання азоту, що проходить одночасно. Слід відмітити, що як утворення структурних одиниць гумусових кислот, так і їх конденсація, тобто сам процес гуміфікації проходить за участю оксидуючих ферментів, що виділяються мікробами.

Дослідження А. Д. Фокіна [46], проведені з міченим ^{14}C , який входив до продуктів розпаду свіжих органічних залишків і включався до складу гумусових речовин, показали, що поряд з утворенням нових молекул специфічних сполук проходить, значною мірою, фрагментарне оновлення гумусу. Суть його зводиться до того, що продукти розпаду не формують повністю нову гумусову молекулу, а включаються за рахунок конденсації в

периферичні фрагменти уже створених молекул, а потім після часткової мінералізації, утворюють більш стійкі циклічні структури.

Треба звернути увагу на ланцюжок перетворень: рослинні залишки → гумус, який порівняно легко може частково мінералізуватись → гумус стійкий до мінералізації, але також містить в своєму складі фракцію рухомих

гумусових речовин, які за певних умов також можуть легко мінералізуватись, або перейти в більш стійкі до мінералізації гумусові речовини.

Ковда В.А. [17] порівняв ґрунтовий покрив з економним розподільником енергії, що нагромаджена в гумусі. Сам процес трансформації рослинних залишків націлений на постійне часткове звільнення при мінералізації елементів живлення з одночасним створенням запасів цих елементів при гуміфікації.

Економний розподіл енергії забезпечує процес гуміфікації. Гумус надійно зберігає поживні речовини від вимивання, але за сприятливих умов вони можуть мінералізуватись і стати доступними для рослин. Для розуміння процесу відтворення родючості ґрунту треба звернути увагу на те, що атомний і фрагментарний склад гумусу ґрунту постійно поновлюється за рахунок нових

надходжень органічних речовин. При цьому периферичні фрагменти оновлюються в декілька разів скоріше ніж циклічні (ядерні). При дослідженні периферичні фрагменти були помітно молодші ядерних [45].

Трансформація в ґрунті зелених добрив, тобто рослинної маси і включення її складових елементів в біогеохімічний кругообіг сприяє інтенсифікації процесів фрагментарного оновлення – «омолодження» – гумусу ґрунту, новоутворенню його складових частин з різною стійкістю до мінералізації. Все це – складові відтворення родючості ґрунту.

Різні автори дають різні визначення родючості ґрунту, але суттєвість їх мало чим відрізняється. Так, В.Р. Вільямс [6] вважає, що родючість це властивість ґрунту забезпечувати урожай рослин. Кравков С.П. [23] під родючістю ґрунту розумів такий стан всіх його властивостей, при яких

можливе життя рослин. Кравков С.П. писав, що під родючістю ґрунту потрібно розуміти:

1) достатню кількість в ньому N, P, K, Fe, Mn, S, Ca в доступній для рослин формі;

2) сприятливі для рослин комбінування фізико-механічних (водних) властивостей (вода, температура, аерація);

3) сприятливі комбінування мікробіологічних процесів при відсутності шкідливих для рослин вільних кислот, сполук As, Cu, Ba, закисних сполук заліза.

Це визначення близьке до сучасного. Нікітін Б.А. [30] під родючістю ґрунту розуміє комплекс його складу і властивостей, що забезпечують фізичні і фізіологічні умови для росту і розвитку рослин. Це уявлення сформувалося

внаслідок довготривалого розвитку природничих наук: землеробства, фізіології рослин, мікробіології, ґрунтознавства, агрохімії і в першу чергу пов'язано з розробкою питання живлення рослин.

Кауричев І.С. [37] подає наступне визначення родючості: „Під родючістю потрібно розуміти властивість ґрунту задовольняти потребу рослин в елементах живлення, воді, забезпечувати їх кореневі системи

достатньою кількістю повітря, тепла і сприятливим фізико-хімічним середовищем для нормальної життєдіяльності”; „Родючість проявляється як наслідок складної взаємодії і взаємовпливу властивостей і режимів ґрунту;

показники властивостей і режимів можуть бути оцінені кількістю; різні рослини (групи рослин) становлять неоднакові вимоги до властивостей і режимів ґрунтів; властивості і режими динамічні, тобто міняються з часом”.

Усі відмічені визначення родючості ґрунту (як і дуже багато інших) зводяться до єднання рослини з ґрунтом. В ґрунті створюються і постійно підтримуються живими організмами екологічні умови їх життя. В ґрунті

співіснують в єднанні консервативні (ґрунт – пам'ять) і динамічні (ґрунт – мить) показники і режими минулого і підтримання їх в сучасному. Останнє проявляється в процесах відтворення родючості ґрунту.

Гумус є інтегральним показником родючості ґрунту для зони з помірним кліматом. Багато дослідників відмічають втрату гумусу при сільськогосподарському використанні ґрунтів. Цей процес помітив ще основоположник ґрунтознавчої науки В.В. Докучаєв [13]. За 100 років з часів

дослідження В.В. Докучаєва (1882р.) втрата гумусу в ґрунтах Полісся склала 18,9, в Лісостепу 21,9, Степу 19,5% [4].

Уміст гумусу в ґрунтах настільки зменшився, що торкнувся зміни в класифікації ґрунтів за вмістом гумусу. Так, в 1951 р. за вмістом гумусу глибокі чорноземи ділились на: тучні містили гумусу > 9%; середньогумусні - 9-6%; малогумусні - < 6% [38]. В 1987 р. за вмістом гумусу чорноземи типові ділились на: слабогумусовані - 2,5-3,0%; малогумусні - 3,0-5,5%; середньогумусні - 5,5-6,5% [50].

Середньогумусні чорноземи, які були розповсюджені на території України до 30-х років 20-го сторіччя в теперішній час фактично трансформувались в малогумусні [24]. З'явилися слабогумусовані чорноземи з вмістом гумусу 2,5-3,0%. Зникли тучні чорноземи, які містили до 9% гумусу.

У садівництві України темно-сірі опідзолені ґрунти характеризуються дуже низьким вмістом гумусу. За даними М.В. Козака [18] темно-сірий опідзолений ґрунт під багаторічними насадженнями яблуні (Київська обл. ІС УААН) містив менше 2% гумусу за утримання міжрядь саду під чорним паром. Помітне зменшення вмісту і запасів гумусу в орному шарі ґрунту в період між крупномасштабними ґрунтовими дослідженнями в Україні за 16 років (Справочник, органические удобрения, 1988, с.13): Лісостеп - 0,4-0,5% - 0,7-0,9 т/га, Степ північний - 0,3-0,4% - 0,5-0,7 т/га, Степ південний - 0,2-0,3% - 0,3-0,5 т/га, Кримська область (Степ) - 0,2-0,6 - 0,3-1,0 т/га.

Ковда В.А. [16] відмічає, що при нестачі органічних добрив і відсутності багаторічних трав у сівозмінах зупинить зменшення гумусу в ґрунті дуже важко. Для відновлення родючості ґрунтів В.А. Ковда рекомендує застосовувати сівозміни з посівом трав, використовувати зелені добрива,

регулярно вносити в ґрунт органічні і мінеральні добрива, а також проводити вапнування кислих ґрунтів.

Копитко П.Ф. [22] рекомендує для забезпечення постійного

новоутворення свіжих гумусових речовин, що має велике значення для

підтримання родючості ґрунту та його біологічної активності на достатньо

високому рівні при утриманні міжрядь саду під чорним паром, частіше

вносити органічні добрива. Солому вносити кожні 3-4 роки. С:N в соломі >50.

Розкладання в ґрунті перепрілого гною, компостів, де С:N значно вужче,

проходить швидше. Тому ці органічні добрива потрібно вносити через рік.

Мульча сидератів розкладається в ґрунті ще швидше, тому сидерати

заробляють в ґрунт щорічно.

Органічні добрива (в т.числі і сидерати) збільшують вміст гумусу в

темно-сірому опідзоленому ґрунті не лише в 0-20 см шарі але й в шарах 20-40;

40-60, тобто формують новий його органопрофіль. При цьому сидерати за

впливом на нагромадження гумусу в профілі децю перевищують дію

щорічного внесення 10 т/га гною, тому для одержання високих врожаїв

біомаси однорічних хрестоцвітних сидератів (гірчиця біла, редька олійна, рапс

ярий, суріпка яра) рекомендують вносити під них добрива з такими нормами

$N_{90-180}P_{60-90}K_{60-90}$ [36].

У навчальному господарстві Пензенського сільськогосподарського

інституту вивчали цілий набір різних культур у сидеральному парі (горох,

кормові боби, вико-вівсяна сумішка, гірчиця біла, фацелія, ріпак, суріпка).

Найбільш ефективними сидератами, що позитивно впливали на урожай зерна

озимого жита і баланс гумусу виявились бобові культури. Якщо в середньому

за 3 роки в чистому не удобреному парі запас гумусу зменшився на 1700 кг/га,

то по сидеральному гороховому, бобовому (боби) і вико-вівсяному парам запас

гумусу збільшився відповідно на 270, 129, 107 кг/га. По інших сидератах

(гірчиця, фацелія, ріпак, суріпка) запас гумусу збільшився на 29-37 кг/га

(Лебедева і Фомін, 1987). Про позитивний вплив сидератів на властивості

ґрунтів свідчать і інші дані [3, 5, 11, 12, 15, 40, 48, 49, 51, 52].

На основі експериментальних досліджень П.Г. Копитко [22] прийшов до такого висновку: «Для оптимізації вмісту гумусу в ґрунтах під садом потрібно 10-20 років вносити досить високі кількості органічних добрив, що не завжди

відповідає господарським можливостям та економічній доцільності. Тому для оптимізації кореневого живлення плодкових культур велике значення має збагачення ґрунту органічними речовинами, якщо не для підвищення його гумусованості, то хоча б для підтримання постійного утворення гумусових речовин. Тобто потрібно щоб у ґрунті безперервно відбувалися процеси гуміфікації внаслідок трансформації органічних матеріалів після їх внесення».

Це дуже важливий висновок, оскільки «молоді» гумусові кислоти в своєму складі мають підвищений вміст органічного азоту, що легко може мінералізуватись у порівнянні з біомасою сидератів. Таким чином йде покращення кореневого живлення плодкових культур, хоча й немає впливу на вміст гумусу в ґрунті.

Вплив сидератів на гумусоутворення в порівнянні з гноєм дещо нижчий, але дуже близький. За даними О.М. Ликова [27], кожна тонна середнього за якістю гною дає 65-75 кг гумусу, 1 т соломи – 170-200 кг гумусу багаторічні трави при урожайності 40-50 ц/га – 800-900 кг гумусу. За нашими розрахунками 1 тонна сирих сидератів (гірниця) дає до 60-80 кг гумусу.

При розгляді питання про відтворення родючості ґрунту особливо важливе значення мають не статистичні дані про вміст гумусу, а динамічні показники процесів мінералізації і гуміфікації, які є основними складовими динамічних процесів відтворення родючості ґрунту і біогеохімічного кругообігу елементів в природі.

На процеси мінералізації і гуміфікації впливає наявність рослинних залишків, як стартова основа всіх процесів, їх хімічний склад (наявність клітковини, лігніну, які уповільнюють процеси мінералізації, і обов'язково білка) та співвідношення C:N. В літературі зустрічаються різні (але досить близькі) співвідношення. Пейве Я.В. [32] приймає співвідношення між вуглецем і азотом в рослинних залишках як 25:1. Бацула О.О. [4] при внесенні

в ґрунт органічних добрив рекомендує користуватись співвідношення C:N=25-30:1.

Оптимальним для гуміфікації рослинних залишків вважається співвідношення C:N=15-25 і залежить від виду рослин і ґрунтово-кліматичних

умов [36]. Томпсон Д.М. та Троу Ф.Р. [42] вказують на співвідношення C:N, яке дорівнює 32:1. Відмічені співвідношення C:N виражають «нейтральну» позицію, при якій 20 чи 25% (із 100) вуглецю і 100% азоту використовується мікробами для побудови свого тіла, а 80-75% вуглецю використовується як енергетичний матеріал.

Кількість використаного азоту залежить від мікроорганізмів. В грибній плазмі співвідношення C:N близьке до 10, в бактеріальній C:N=8. Величина C:N=5:1 зустрічається дуже рідко. «Нейтральна» позиція показує, що при даному співвідношенні C:N в рослинних залишках весь азот, який звільняється

при мінералізації буде використаний мікробами для побудови свого тіла. Для цього, власне ці «живі механізми» і трудяться (за Вільямсом) [6]. При ширшому співвідношенні C:N буде спостерігатись іммобілізація азоту з ґрунту, при більш вузькому – збагачення ґрунту азотом. При цьому розрахунки збагачення ґрунту азотом ведуться по вуглецю, тому що низький вміст азоту дає більші похибки.

Процеси амоніфікації і нітрифікації вимагають певних температурних умов і певного зволоження ґрунту. Амоніфікація проходить в аеробних і анаеробних умовах. Нітрифікація – лише в аеробних умовах. При температурі

10-30°C швидкість нітрифікації різко зростає, а при температурі вище 35°C – швидко падає. Амоніфікація при температурі нижче +10°C дуже уповільнюється. При t вище 35°C швидкість амоніфікації продовжує підвищуватись внаслідок дії термостійких бактерій і хімічних реакцій.

Кінцевим продуктом амоніфікації є NH₃ – амоній, з оксидації якого починається процес нітрифікації – завершальна стадія мінералізації.

Оптимальні умови нітрифікації при температурі 25-30°C і вологості – 60% від капілярної вологості. Нітрифікація проходить за умов достатнього

повітряного обміну і нейтрального середовища при наявності в ґрунтового розчині Ca, Mg, Na, K, Zn, Fe, Mn, Co і деяких інших в формі карбонатів. У перезволожених ґрунтах нітрифікація уповільнюється.

У дослідженнях П.Г. Копитко [22] в більш кислих дерново-підзолистому супінчаному і сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунтах при зароблянні в ґрунт біомаси сидератів у перший місяць різко підвищувався вміст амонійного азоту, а нітратів було порівняно мало, що, очевидно, зумовлювалося послабленням процесів нітрифікації в кислому середовищі. У

більш нейтральних опідзолених і чорноземних важкосуглинкових ґрунтах відбувалося інтенсивне утворення і накопичення як амонійного, так і нітратного азоту. При цьому найбільша їх кількість відмічена у варіантах при розкладанні маси гірчиці та гороху. Треба відмітити, що на всіх ґрунтах в

перший місяць компостування найбільший вміст мінерального азоту зафіксований у варіантах з гірчицею.

Лисовал А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.М. наводять таблицю з оціночної шкали нітрифікаційної здатності ґрунтів [26]. На високо

окультурених і торфових ґрунтах нітрифікаційна здатність може досягати 8-10 мг NO_3 в 100 г ґрунту і 18-22,5 мг N в 1 кг ґрунту. У дерново-підзолистому суглинковому ґрунті при компостуванні нагромадження незначної кількості N-NO_3 почалося через 0,5-1 місяць після початку досліду через кисле середовище і незначну кількість органічних речовин. Вміст N в 1 кг ґрунту становив не вище 2 мг а в високоокультурених – у десять разів більше (23 мг/кг

ґрунту).

На гумусоутворення впливають як умови гуміфікації так і умови закріплення і нагромадження гумусу в ґрунті. До оптимальних умов

гуміфікації відносяться: нейтральна і близька до неї реакція середовища; помірна біологічна активність; насиченість середовища Ca і N; сприятливий біохімічний склад джерел гумусу [7].

До оптимальних умов стійкого закріплення і нагромадження гумусу відносяться: наявність вільної від гумусу поверхні мулу і мінеральних

колоїдів, насиченість ГВК Са і Mg; наявність надлишку Са для зв'язування ГК і ФК, контрастність режимів вологи при періодично-промивному типі водного режиму.

Велике значення в нагромадженні гумусу має місце знаходження органічної речовини, яка гуміфікується. Як показали дослідження А.Д. Фокіна [46], виконані за допомогою ізотопної мітки вуглецю, при поверхневій локалізації органічної речовини просторово не співпадають зони надходження гумусоутворювачів і зони їх ефективності гуміфікації. При надходженні органічної речовини в ґрунт включення продуктів їх розкладу в гумусові речовини в 2-3 рази більші, в порівнянні з поверхневим. Через це для зменшення мінералізації органічної речовини і збільшення питомої ваги процесів гуміфікації до 50% рекомендується зароблювати органічні добрива

плугом з передплужником в нижню частину орного шару [4]. Для стабілізації гумусного стану ґрунтів найбільш раціональним є поєднання мінімального обробітку з пріорюванням органічних добрив.

Дослідження і практика показують, що в садах за парового утримання ґрунту гній як органічне добриво, тим цінніший, чим він менше розкладений, тобто містить більше соломистих часточок. Основне завдання, яке вирішують при внесенні гною, - це збагачення ґрунту на органічну речовину, особливо на свіжоутворені гумусові речовини. Крім підстилкового під плодові культури можна застосовувати і рідкий гній.

Тривалість післядії органічних добрив може сягати 10 років. Проте, щоб забезпечити постійне новоутворення свіжих гумусових речовин, що має велике значення для підтримання родючості ґрунту та його біологічної активності на достатньо високому рівні треба частіше вносити органічні добрива.

Аналіз даних вітчизняних і закордонних дослідників показує, що при паровій системі утримання міжрядь саду без добрив зменшується вміст гумусу, загального азоту, знижується сума обмінних основ, погіршуються фізичні властивості ґрунту.

В інтенсивному ґрунтознавстві краще застосовувати сидеральну і паросидеральну системи. При сидеральній системі відновлюється родючість і навіть накопичується гумус, значно покращуються фізичні, хімічні і біологічні властивості ґрунту [12].

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматичні умови

Вивчення впливу різних систем утримання міжрядь яблуневого саду на родючість ґрунту проводили в 2022-2023 роках на Подільській дослідній станції садівництва. Територія Подільської дослідної станції садівництва розташована у вологій зоні Лісостепу, де гідротермічний коефіцієнт становить 1,20-1,40. Клімат в цій області, де проводяться стаціонарні дослідження, має помірно континентальний, теплий і вологий характер. Середня температура повітря усього року коливається від +5,6 до +8,5 градусів Цельсія. У найхолодніший місяць середня температура повітря становить мінус 6 градусів Цельсія, а абсолютний мінімум спостерігається при мінус 38 градусах Цельсія, що може викликати часткові пошкодження плодових дерев (плодові бруньки вимерзають, підмерзають молоді пагони). Абсолютний максимум температури повітря становить плюс 38 градусів Цельсія. Сума активних температур повітря варіюється від 2165 до 2901 градуса Цельсія.

Період без заморозків триває у середньому 170-180 днів, з середньою датою завершення весняних і початку осінніх морозів на 15 квітня і 16 жовтня відповідно. Екстремальні дати закінчення весняних морозів становлять 23 березня і 22 травня, а початку осінніх морозів – відповідно 20 вересня і 12 листопада. Таким чином, тривалість безморозного періоду може коливатися від 149 до 215 днів.

Сніговий покрив має невелику глибину і не є стійким. У грудні середня висота снігового покриву становить 6-7 см, у січні – 12-17 см, у лютому – 17-20 см, і в березні зменшується до 2-4 см. Сніг зберігається протягом 90-100 днів.

Глибина промерзання ґрунту в першу половину зими не перевищує 39 см, а в другу половину – 50 см. Максимальна глибина промерзання ґрунту взимку може досягати 140 см. Регулярні атмосферні посухи та суховії помірної

інтенсивності відзначаються щорічно, в той час як інтенсивні суховії спостерігаються лише у окремі роки.

Умови зволоження на території дослідження є досить сприятливими.

Середньорічна сума опадів становить 586 мм. Найбільше опадів спостерігається у весняно-літній період, що сприяє активному зростанню плодкових дерев.

Дані з кількості температури, опадів і вологості повітря за 2023 рік наведені нижче у вигляді діаграм.

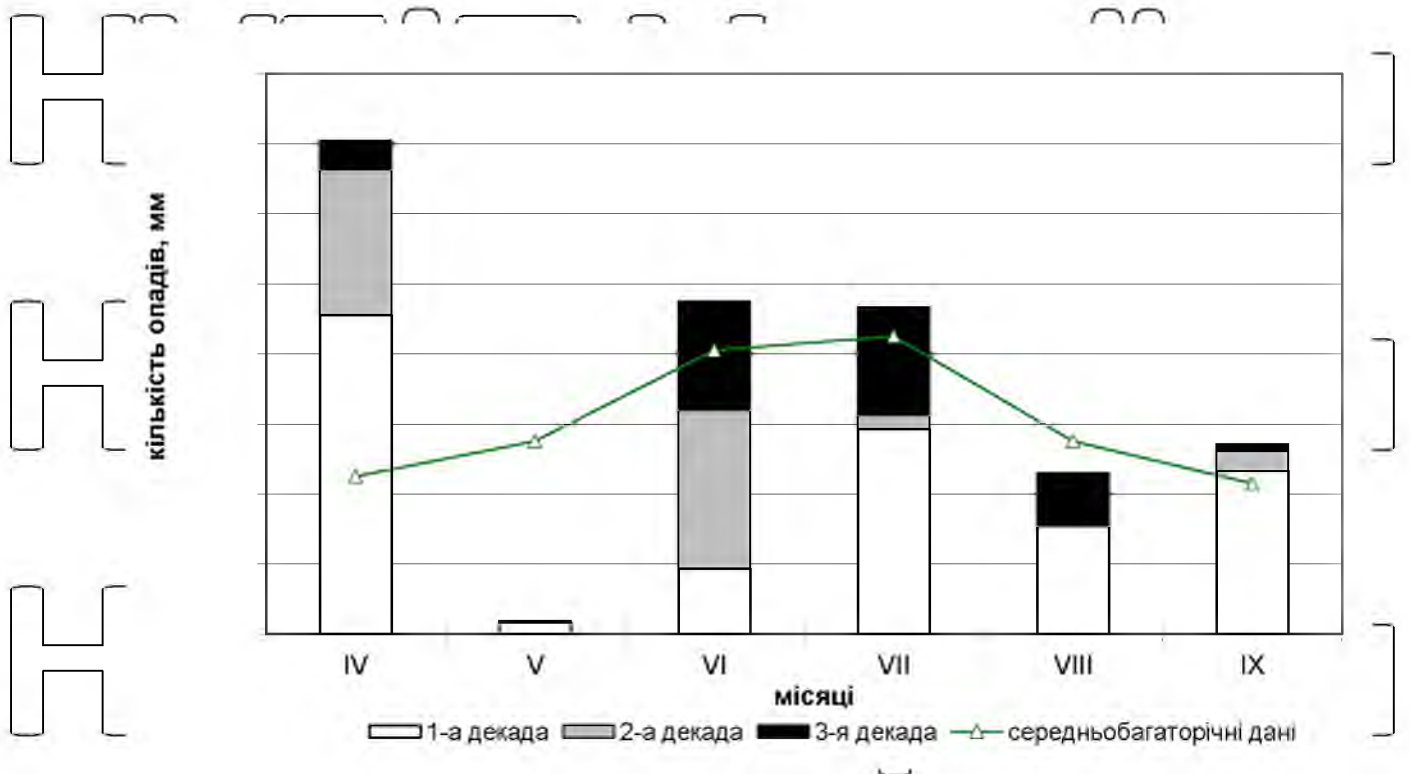


Рис. 2.1. Кількість опадів за 2023 рік та середні багаторічні дані.

Метеорологічні дані, зібрані протягом досліджень, свідчать про те, що погодні умови під час вегетації яблуні відрізнялись від середніх багаторічних даних за характером розподілу (рис. 2.1, 2.2, 2.3). Наприклад, у квітні кількість опадів була приблизно втричі більшою, ніж середньомісячна норма, а в травні, навпаки, майже не було опадів (загалом 3,9 мм опадів при місячній нормі 55 мм). У червні, липні, серпні і вересні кількість опадів майже відповідає місячній нормі. У цілому рік 2023 був тепліший за звичай: температура повітря

НУЗБІП України

в квітні, травні, липні і серпні перевищувала середньорічні показники на 1,2-2,7°C, а в серпні і вересні – на 4,7-5,2°C.

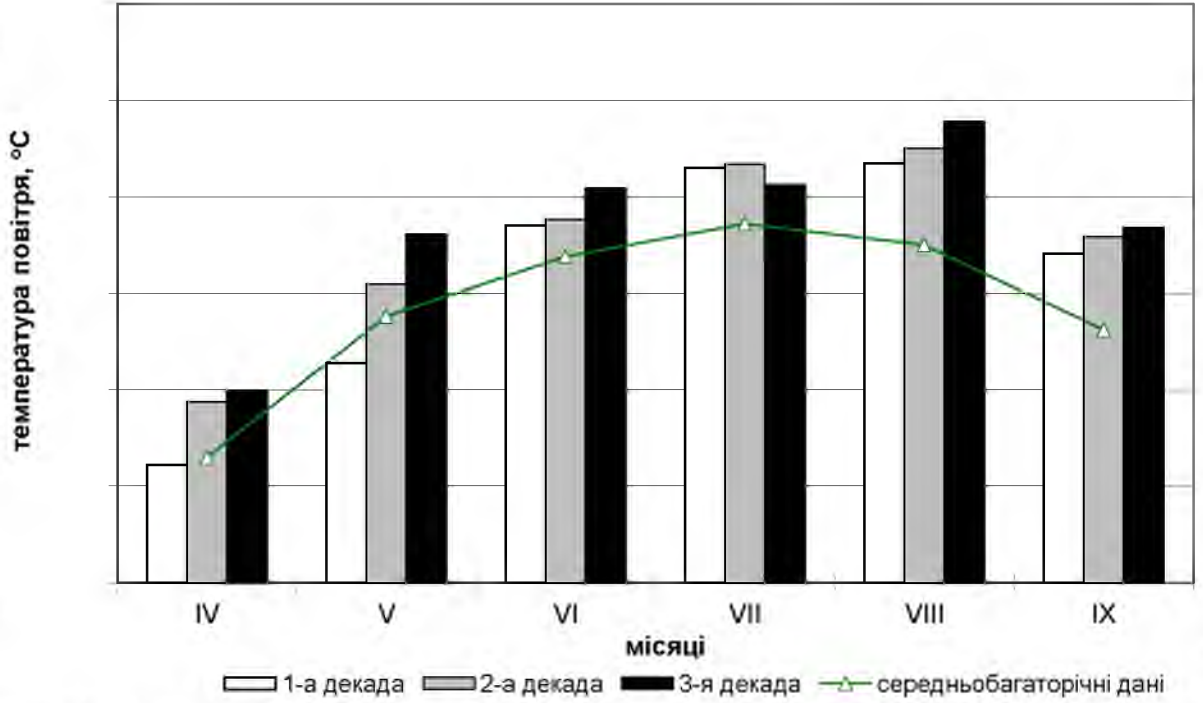


Рис. 2.2. Температура повітря за 2023 рік та середні багаторічні дані.

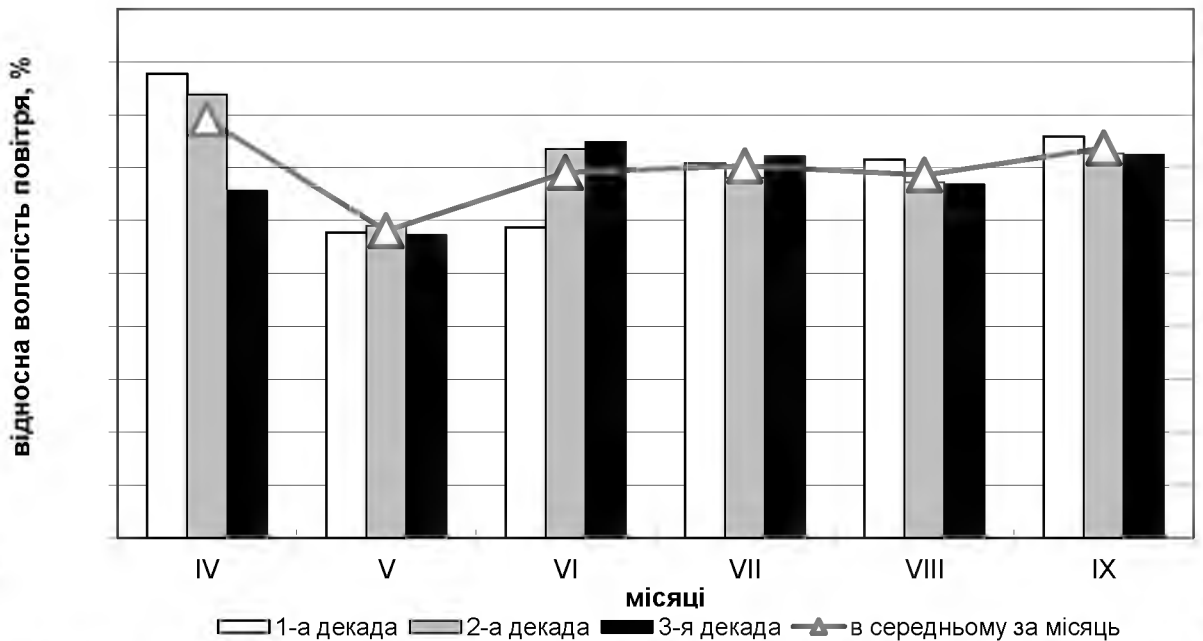


Рис. 2.3. Відносна вологість повітря за 2023 рік.

Показником умов зволоження, який враховуючи як випадання опадів, так і їх загальну витрату на випаровування, є гідротермічний коефіцієнт (ГТК) визначений за Г.Т. Селяниновим. Сприятливі умови для високих урожаїв сільськогосподарських культур, в тому числі і плодових, виникають, коли ГТК за відповідний період перебуває в межах 1–1,4. За вегетаційний період 2023 року (з квітня по вересень включно) ГТК склав 1,45.

2.2. Ґрунтові умови

Подільська дослідна станція Інституту садівництва УААН, де проводилась експериментальна частина досліджень, розташована в межах Українського кристалічного щита. Місце розташування експерименту входить до складу Придніпровської височини, яка характеризується густою гідрографічною мережею, що включає басейни рік Південний Буг, Дністра та Дніпра. У формуванні території дослідної станції найбільший вплив відіграли ріка Південний Буг та його притоки, зокрема Рів і Ровець.

Рельєф дослідної ділянки рівнинний. Ґрунтові води залягають на глибині 10-15 м. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений легкосуглинковий, морфологічний опис якого наводиться нижче.

Морфологічний опис розрізу № 1

Розріз закладений на території Подільської дослідної станції садівництва (с. Ведмеже Вушко, Вінницький район, Вінницька область) під насадженнями яблуны 1991 року посадки на ділянці даного дослідю.

У міжряддях саду, що утримуються під природним залуженням ростуть багаторічні трави: кульбаба (58%), конюшина біла (20%), подорожник (10%), вівсяниця лучна (12%). На ділянці дослідю проводилась плантажна оранка на глибину 50 см.

He_{0-20cm} – світло-сірий з буруватим відтінком, сухий; гумусований, помітна присипка SiO₂; легкосуглинковий, прудкувато-зернистий, добре розпадається на окремі зерна, пухкий; пронизаний коренями трав і яблунь, добре помітні ходи черв'яків; перехід помітний за структурою та кольором.

НУВІП УКРАЇНИ
Неі_{20-50см} – сірий до темно-сірого, зволожений, гумусований, помітна присипка SiO₂; легкосуглинковий, горіхувато-грудкуватий, добре розсіпається на окремі неміцні горішки, ущільнений; пронизаний коренями

трав і яблунь; на фоні темно-сірого з буруватим відтінком ґрунту відмічені за слідами демешів плугу кармани бурого та темно-бурого кольору; перехід різкий за лінією плантажної оранки, структурою, складенням та кольором.

НУВІП УКРАЇНИ
І(1) 50-108см – ілювіальний, зволожений, бурий з коричнюватим відтінком;

на фоні даного кольору відмічені вертикальні запливи гумусових речовин по кореневинах; середньосуглинковий; горіхувато-призмovidної структури;

НУВІП УКРАЇНИ
 щільний, по гранях структурних окремоостей добре помітне колоїдне лакування (коричневі, темно-коричневі плями на загальному жовтуватобурому фоні); відмічено відмитий дрібний пісок та крупний пил по водотоках,

в окремих місцях групами на боковій стінці розрізу - чорні крапки залізо-

НУВІП УКРАЇНИ
 марганцевих конкрецій, зустрічається велика кількість коренів багаторічних трав та яблунь, кротовини, перехід помітний за кольором і структурою.

І(2) 108 - 155см – ілювіальний, зволожений, колір неоднорідний – бурий з жовтуватим відтінком (відмічені малочисельні порівняно з попереднім

горизонтом і невеликі за розміром вертикальні запливи гумусових речовин);

НУВІП УКРАЇНИ
 важкосуглинковий, грудкувато-призмovidної структури, ущільнений; присутнє колоїдне лакування граней структурних окремоостей темно-коричневого кольору; зустрічаються іржаві прошарки, плями і чисельні крапки оксиду заліза та чорні крапки залізо-марганцевих конкрецій; горизонт

пронизаний коренями рослин; перехід поступовий за кольором

НУВІП УКРАЇНИ
Р_{155-185...205см} – слабо ілювіований лес, вологий, ясно-бурий з палевим відтінком, важкосуглинковий, грудкуватий, пористий, злегка ущільнений, на

фоні загального кольору помітне темно-коричневе колоїдне лакування

структурних окремоостей, помітні чорні крапки, іржаво-коричневі прошарки,

НУВІП УКРАЇНИ
 зустрічаються корені яблунь, перехід різкий за лінією карбонатів та кольором.

Р_{185...205см.} – палевий важко суглинковий карбонатний лес, зволожений, карбонати у вигляді трубочок, журавчиків, у верхній частині (на межі

НУБІП УКРАЇНИ

залигання карбонатів) присутні іржаво-коричневі горизонтальні прошарки (кальцієві солі гумусових кислот).

Морфологічний опис розрізу № 2

НУБІП УКРАЇНИ

Розріз закладений на території Подільської дослідної станції садівництва (с. Ведмеже Вушко, Вінницький район, Вінницька область) у лісосмузі, де не проводилась плантажна оранка (поряд з ділянкою нашого досліджу). В даній лісосмузі ростуть тополі пірамідальні і окремі кущові рослини (алича дика, яблуня дика).

НУБІП УКРАЇНИ

Н₀₀_{1...2см} – лісова підстилка з опалого напіврозкладеного листя широколистяних дерев.

Н_d_{1...2-4...5см} – дерновий шар, що складається з живих і відмерлих вузлів кушення і мичкуватих коренів трав'янистих рослин.

НУБІП УКРАЇНИ

Н_e_{1-38см} – гумусо-ілювіальний, темно-сірий, сухий, помітна присипка SiO₂, середньосуглинковий, грудкувато-горіхуватий (легко розсипається на середні і дрібні горішки), ущільнений, пронизаний коренями дерев діаметром до 3-5 см, перехід за структурою і кольором.

НУБІП УКРАЇНИ

Н_l_{38-54см} – гумусо-ілювіальний, темно-сірий з буруватим відтінком, свіжий, середньосуглинковий, горіхувато-призмвидний (розсипається на середні і дрібні горішки), ущільнений, по водотоках помітно відмитий дрібний пісок і крупний пил, пронизаний коренями дерев (діаметром 3-5 см), зустрічаються ходи черв'яків і сліди розкладених коренів, перехід за кольором

НУБІП УКРАЇНИ

і структурою.

I(h)_{54-100см} – ілювіальний, слабкогумусований, темно-бурий, в нижній частині горизонту темного кольору запливи гумусових речовин по слідах розкладених коренів, свіжий, середньосуглинковий (до важкого суглинку),

НУБІП УКРАЇНИ

грудкувато-горіхувато-призмвидної структури, ущільнений, по гранях структурних окремоостей присутнє червоно-буре колоїдне лакування, зустрічаються корені дерев, запливи гумусових речовин по ходах черв'яків та

слідях розкладених коренів, в нижній частині горизонту – кротовини, перехід помітний за кольором і структурою.

I_{100-155cm} – ілювіальний, зволожений, колір неоднорідний: бурий з

жовтуватим відтінком, присутні мало чисельні порівняно з попереднім

горизонтом і невеликі за розміром вертикальні запливи гумусових речовин,

важкосуглинковий, грудкувато-призмовидний, ущільнений, присутнє

колоїдне лакування граней структурних окремостей темно-коричневого

кольору, перехід поступовий за кольором.

P_{1155-185...205cm} – слабо ілювіований лес, зволожений, ясно-бурий з

палевим відтінком, важкосуглинковий, грудкуватий пористий, злегка

ущільнений, на фоні загального кольору помітне колоїдне лакування граней

структурних окремостей темно-коричневого кольору, помітні чорні цятки

залізо-марганцевих конкрецій, в нижній частині горизонту присутні іржаво-

бурі горизонтальні прошарки (кальцієві солі гумусових кислот) зустрічаються

корені дерев, перехід різкий за лінією карбонатів та кольором.

P_{K185...205cm...} – палевий важкосуглинковий карбонатний лес, зволожений,

карбонати у вигляді трубочок, журавчиків, у верхній частині (на межі

залягання карбонатів) присутні іржаво-коричневі горизонтальні прошарки

(кальцієві солі гумусових кислот).

Профіль досліджуваного темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового

грунту слабогумусований. Вміст гумусу у верхніх шарах ґрунту на дослідній

ділянці становить в середньому 1,08%, ємність катіонного обміну – 9,0-13,2

мекв./100 г ґрунту, рівень прісних ґрунтових вод знаходиться на глибині 10-

15 м. Фізико-хімічні та агрохімічні показники досліджуваного ґрунту

наведено у таблиці 2.1. Дані аналізу гранулометричного складу генетичних

горизонтів темно-сірого опідзоленого ґрунту подано в таблиці А.1, дані

щільності складення ґрунту за варіантами досліду (для розрахунку запасів

гумусу) – у таблиці Б.1. Для даного темно-сірого опідзоленого ґрунту лес є

основною ґрунтоутворюючою породою.

Таблиця 2.1. – Фізико-хімічні та агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту.

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразка, см	Гумус, %	Обмінні катіони, мг-екв/100г ґрунту		S, мекв/100г ґрунту	pH _{H2O} водної суспензії ґрунту	Нг, мекв/100г ґрунту	Вміст азоту лужно-гідролізованих сполук, мг/кг ґрунту	Вміст рухомих фосфатів (P ₂ O ₅), мг/кг ґрунту	Вміст обмінного калію (K ₂ O), мг/кг ґрунту
			Ca ²⁺	Mg ²⁺						
розріз № 1 (дослідна ділянка)										
He ₀₋₂₀	5-15	0,90	6,9	0,9	6,19	6,25	2,32	70,2	145	122
He _{i20-50}	30-40	1,08	7,1	0,6	7,02	5,89	2,43	51,5	156	78
I ₅₀₋₁₀₈	70-90	0,32	11,0	1,8	9,80	6,50	1,65	22,0	123	85
I ₁₀₈₋₁₅₅	120-130	0,20	12,3	1,8	14,3	6,83	1,40	15,8	115	90
розріз № 2 (лісосмуга)										
He ₄₋₃₈	5-10	2,06	10,5	1,3	16,9	6,63	1,65	95,3	170	155
He ₄₋₃₈	25-35	1,76	8,8	1,0	11,2	6,20	1,75	59,8	158	103
HI ₃₈₋₅₄	43-50	1,35	8,7	0,5	9,70	6,40	1,57	48,5	140	80
I(h) ₅₄₋₁₀₀	57-65	0,74	7,5	1,0	7,64	6,58	1,55	25,3	118	75
I ₁₀₀₋₁₅₅	85-95	0,46	10,3	1,6	10,3	6,87	1,28	20,4	106	87

2.3. Об'єкти та методика проведення досліджень

Дослідження ґрунту в яблуневому саду було проведено в рамках багаторічного стаціонарного польового експерименту, що розташований в Правобережному Лісостепу на території Подільського наукового дослідного центру садівництва в селі Ведмеже Вушко Вінницького району Вінницької області.

Яблуневий сад на території досліду було посаджено весною 1991 року однорічними саджанцями сортів Рубінове Дуки і Айдаред, які щеплені на ММ106 з проведенням плантажної оранки на глибину 50 см. Площа живлення яблуні становила 5х3 м. У 1996 році була застосована чаква схема досліду: 1) чорний пар; 2) дерново-перегнійна система (для задерніння була використана вівсяниця лучна, яка не пересівалась, і внаслідок чого з 2000 року на варіанті сформувався природній травостій); 3) люпин білий; 4) гірчиця біла; 5) горох; 6) вико-вівсяна сумішка. З 2002 року кожний варіант поділено на дві частини – з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ при посіві сидератів у другій половині літа та без добрив.

Повторення досліду триразове. Мінеральні добрива вносили при посіві сидератів у формі нітроамфоски (16:16:16). Норма висіву сидеральних культур була така: люпин білий – 300 кг/га, гірчиця біла – 20 кг/га, горох – 250 кг/га, вико-вівсяна суміш – 50 кг вики та 230 кг вівса на 1 га.

Протягом вегетаційного періоду (травень-жовтень) згідно схеми досліду проводили відбір зразків ґрунту до глибини 1 м через кожні 20 см: в період цвітіння яблуні, наливу плодів (активного росту сидератів) та після збору плодів (перед скошуванням сидератів). У зразках ґрунту визначали в динаміці за вегетаційний період вміст нітратного азоту, а у «літніх» зразках, крім того, було визначено вміст загального гумусу. При цьому, для розрахунків запасів гумусу в ґрунті при відборі літніх ґрунтових зразків визначили щільність складення до глибини 1 м через кожні 20 см. Також проводили визначення інтенсивності дихання ґрунту в динаміці за вегетаційний період і одночасно

відбирали ґрунтові зразки до глибини 40 см через 20 см для визначення нітрифікаційної здатності.

Зелену масу сидератів і різнотрав'я для визначення азоту, фосфору, калію, «сирої золи», клітковини, кремнезему, вуглецю відбирали перед скошуванням. Плоди яблуні для визначення в них вітаміну „С”, цукрів, кислотності, сухих розчинних речовин, нітратів відбирали в період товарної зрілості. Урожай плодів враховувався щорічно.

Дослідження зразків ґрунту виконані загальноприйнятими методами:

вміст загального гумусу – за методом Тюріна в модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004); щільність складення – гравіметричним методом у не порушених зразках з використанням буру Н.А. Качинського і С.Ф. Неговелова та бурових стаканів (ДСТУ ISO 11272-2001); азот нітратний – іоноселективним методом (ГОСТ 26950-86); «дихання» ґрунту – за методом Штатнова; нітрифікаційна здатність – за методом Кравкова.

Дослідження рослинних зразків сидератів і трав з варіанту задерніння було проведено також загальноприйнятими методами: вуглець і азот – за методом Анстета в модифікації Пономарьової і Ніколаєвої; «сира» клітковина – гравіметричним методом (ГОСТ 13496.2-91); «сира» зола – гравіметричним методом (ГОСТ 27494-87); кремнезем – гравіметричним методом після визначення вмісту золи з додаванням желатину; лужноземельні елементи – розрахунково за різницею між вмістом золи і кремнезему. Плоди яблуні аналізували за такими методами: цукри – за методом Бертрана (ГОСТ 8756.13-87); загальна кислотність – об'ємним методом (ГОСТ 26971-86); вітамін „С” – за методом Муррі (ГОСТ 24556-89); сухі розчинні речовини – на рефрактометрі (ГОСТ 27548); нітрати – іоноселективно (ГОСТ 13496.19-91).

Урожай визначали щорічно зважуванням плодів з кожного облікового дерева. Отримані дані урожайності та показників властивостей ґрунту обробляли з допомогою дисперсійного аналізу. Економічну та енергетичну ефективність систем утримання міжрядь проводили за методом О.М. Шестопаля та ін.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ УТРИМАННЯ МІЖРЯДЬ САДУ НА РОДЮЧІСТЬ ТЕМНО-СРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ

3.1. Вплив системи утримання міжрядь саду на інтенсивність біологічних процесів у ґрунті

3.1.1. Вплив кількості і якості біомаси сидератів на біологічні процеси у ґрунті. На біологічні процеси і процеси гуміфікації органічної речовини впливає як кількість, так і якість біомаси, що надходить в ґрунт. В таблиці 3.1 наведені дані урожаю надземної біомаси сидератів по варіантах залежно від удобрення. Внесення добрив при посіві сидератів очікувано підвищувало урожайність біомаси. При цьому, найбільше сирової і сухої надземної біомаси серед сидератів здатні синтезувати люпин (відповідно 16,9 і 2,81 т/га) і вико-вівсяна сумішка (відповідно 14,3 і 3,72 т/га). Гірчиця дещо поступається за урожайністю біомаси на удобрених варіантах у порівнянні з люпином і вико-вівсяною сумішкою (дає 12,9 т/га сирової маси), але дуже низькі урожаї формує без добрив (всього 4,84 т/га сирової маси). Горох серед удобрюваних варіантів характеризується найнижчою біомасою (10,1 т/га сирової і 2,06 т/га сухої маси).

Таблиця 3.1. – Урожай надземної частини біомаси трав (в середньому за 2022-23 рр.)

Варіанти	Сира маса, т/га	Суха маса, т/га
без добрив		
Природне залуження	7,23	2,35
Люпин	13,7	2,27
Гірчиця	4,84	1,12
Горох	7,98	1,57
Вико-вівсяна суміш	10,8	2,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		
Природне залуження	15,6	3,86
Люпин	16,9	2,81
Гірчиця	12,9	2,37
Горох	10,1	2,06
Вико-вівсяна суміш	14,3	3,72

Урожайність біомаси трав в удобреному варіанті природного залуження за сухою масою був найбільшим серед варіантів досліду (3,86 т/га), але за сирою масою – на 1,3 т/га меншою від варіанту з люпином.

У таблиці 3.2 наведені результати експериментальних досліджень з визначення загального вуглецю і загального азоту в сухій біомасі сидератів. Ці показники використані для розрахунку відношення C:N в рослинній масі, що прийнято для визначення темпів перетворення органічних речовин у ґрунті. В залежності від хімічного складу біомаси, що мінералізується, мінеральний азот може або поступати в ґрунт, або використовуватись із ґрунту мікроорганізмами для утворення білка свого тіла. Цей процес називається іммобілізацією, тобто при цьому відбувається перехід азоту в недоступну для рослини форму. В подальшому після відмирання мікробів, їх тіла мінералізуються амоніфікаторами з виділенням амонію, який потім або використовується рослинами, або нітрифікується до утворення нітратів і також використовується рослинами.

Таблиця 3.2. – Характеристика біомаси трав у стаціонарному досліді

Варіант досліду	Показник						Вміст лужно-земельних елементів, %
	C, %	N, %	C:N	«сиря» зола, %	«сиря» клітковина, %	SiO ₂ , %	
Природне різнотрав'я	34,0	1,65	21	16,9	19,0	9,37	7,53
Люпин	36,3	2,66	14	8,35	28,2	2,68	5,67
Гірчиця	36,5	2,57	14	13,3	29,3	2,28	11,0
Горох	37,6	2,37	16	8,53	27,0	0,95	7,58
Вико-вівсяна сумішка	40,0	1,61	25	12,3	26,0	3,93	8,37

Процеси накопичення мінерального азоту в ґрунті та його іммобілізація залежить від співвідношення в біомасі валового вуглецю до валового азоту

(C:N). Незалежно від хімічного складу органічної речовини кількісне співвідношення між використаними мікроорганізмами з рослинних залишків вуглецю і азоту досить стійке і становить 32:1 [42]. При цьому в процесі

перетворення азот використовується мікроорганізмами виключно для побудови свого тіла (ресинтез), а вуглець – 25% для побудови тіла і 75% як

джерело енергії. Таким чином в такому досить стабільному співвідношенні C:N як 32:1 лише 25% (тобто одна чверть) вуглецю входить до складу плазми мікроорганізмів. Інші три чверті вуглецю використовуються як енергетичний

матеріал. При розкладанні органічна речовина виділяє енергію, що була

закріплена рослиною при створенні біомаси, і мінералізується до кінцевих продуктів – вуглекислого газу і мінеральних солей. Вуглекислий газ виділяється в повітря і кількісно його визначають при вивченні «дихання

грунту». При співвідношенні в рослинних залишках C:N як 32:1 весь азот, який

утворюється при перетворенні органічних речовин, використовується

мікроорганізмами для побудови свого тіла. Перетворення рослинних решток з вузьким співвідношенням C:N (нижче 32:1) проходить за короткий строк (протеїни рослинних залишків розкладаються швидко) і з виділенням в ґрунт

мінерального азоту. Перетворення рослинних решток з широким

співвідношенням (C:N вище 32:1) досить тривале. Так, солома, яка має співвідношення C:N 70 розкладається довго і цей процес проходить з мобілізацією азоту ґрунту. При цьому рослини не можуть використати азот до

тих пір, поки не будуть задоволені потреби в цьому елементі мікроорганізмів.

Рослини ніколи не можуть виграти в боротьбі за азот з мікроорганізмами.

Через це азот завжди потрібно вносити в ґрунт, якщо створюються умови такої конкуренції. Азотні добрива звужують співвідношення C:N, період мобілізації азоту з ґрунту скорочується як і темп перетворення рослинних залишків.

Процеси перетворення рослинних решток залежать не лише від їх кількості і

якості, а також наявності води, тепла, аерації, що пов'язане з водо-повітряним і тепловим режимами ґрунтів, а також від рН ґрунту. Обмежуючим фактором і рушійною силою біологічних процесів є органічна речовина: свіжі рослинні

залишки, напіврозкладені — детрит, лабільний гумус. Якщо свіжих рослинних залишків в ґрунті достатня кількість, до того ж зі значним вмістом азотовмісних речовин (вузьке C:N), то мікроорганізми забезпечать за сприятливих гідротермічних умов і себе і рослини мінеральним азотом. В цьому відношенні відіграє велику роль сидерація міжрядь саду.

Як показали результати експериментальних досліджень (табл. 3.2) співвідношення C:N в біомасі всіх сидератів коливається в межах 14-25, а саме: 14 – в біомасі люпину і гірчиці, 16 – в горосі, 21 – в різнотрав'ї задернованого варіанту, 25 – в вико-вівсяній сумішці. Вузьке співвідношення

C:N в біомасі молодих, а не більш зрілих сидератів пов'язано перш за все з порівняно високим вмістом валового азоту: 2,66; 2,57; 2,37; 1,61 % відповідно в люпині, гірчиці, горосі і вико-вівсяній сумішці. Соковита біомаса сидератів, збагачена азотовмісними сполуками, швидко трансформується в ґрунті.

Вміст лужноземельних елементів в біомасі сидератів (табл. 3.2) відіграє значну роль в нейтралізації продуктів мінералізації (HNO_3) і закріпленні продуктів гуміфікації (гумінових кислот) та створенні локальних змін показника рН в місцях мінералізації рослинних залишків, що зумовлює гетерогенність ґрунтового середовища.

3.1.2. Динаміка нітратного азоту під різними сидератами. Характер розкладу азотовмісних сполук органічних речовин в ґрунті в загальному вигляді може бути представлений наступною схемою: білки → протеїни → амінокислоти → амоній → нітрیتی → нітрати.

Зі схеми видно, що нітрифікаційним процесом завершується розклад азотовмісних органічних сполук. Тобто нітрифікації передувала велика «біологічна підготовка» по трансформації мікроорганізмами біомаси сидератів. Під дією відповідних ферментів, що виділяються мікроорганізмами, білкові речовини розпадаються на амінокислоти. Останні під дією також ферментів, дезамінуються. Виділений амоній окислюється до нітратів ($\text{N}^{-3} \rightarrow \text{N}^{+5}$): $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$.

Для життєдіяльності нітрифікуючих мікроорганізмів потрібний амоній (NH_3) і зовсім не потрібна органічна речовина (остання використовувалась мікробами-амоніфікаторами). Мікроби – нітрифікатори, оксидуючи за допомогою ферментів амоній, використовують виділену при цьому енергію для синтезу органічної речовини, відновлюючи CO_2 . Отже, нітрифікація – кінцевий процес мінералізації органічних речовин, якому передувала складна «біологічна підготовка», що закінчилась утворенням мінеральної форми азоту – амонію.

Виходячи з цього цілком зрозуміло чому не дивлячись на те, що в міжряддях росли сидерати, в літні місяці спостерігався (табл. 3.3) найвищий вміст нітратного азоту в ґрунті. Вміст нітратного азоту в ґрунті під чорним паром весною 2023 р. був самим високим в шарі 0-20 см (11,6 мг/кг ґрунту).

Весною і восени нітратного азоту в ґрунті усіх варіантів дослідів було менше.

Якщо в восени нітрифікаційні процеси уповільнюються зі зниженням температури ($<10^\circ\text{C}$), то весною при відсутності сидератів в міжряддях саду порівняно невисокий вміст N-NO_3 (біля 4 мг/кг ґрунту в шарі 0-100 см) в ґрунті варіантів з сидератами і чорним паром пов'язаний не стільки з низькою температурою (весняний період – травень), скільки з низьким ступенем перетворення органічних речовин.

Якщо розглядати удобрювані варіанти з посівом сидератів, то в літній період (серпень) за найбільш високим вмістом нітратного азоту їх можна розподілити в такій послідовності горох > гірчиця > люпин. При цьому, весною вищий вміст N-NO_3 спостерігається в шарі 0-20см, влітку – в 0-40см, восени ж по всій досліджуваній глибині (0-100 см) вміст нітратного азоту був на найнижчому рівні. у варіанті з горохом в межах 1,4-3,2, гірчиці – 1,1-2,7, люпину – 1,8-4,6 мг/кг ґрунту. У варіанті з природним залуженням протягом вегетації спостерігався найнижчий вміст нітратного азоту в шарі 0-100 см, порівняно з іншими варіантами, що пов'язано з поглинанням нітратів багаторічними травами. Серед сидератів найнижчим вмістом N-NO_3 восени по всій досліджуваній глибині була вико-вівсяна сумішка – 0,6-0,8 мг/кг.

Таблиця 3.3. – Вплив системи утримання міжрядь яблуневого саду на вміст азоту нітратного в ґрунті (мг/кг пов.-сух. ґрунту)

Шар ґрунту, см	Варіант дослідів																	
	чорний пар			природне залуження			люпин			гірчиця			горох			вико-вівсяна сумішка		
	весна	літо	осінь	весна	літо	осінь	весна	літо	осінь	весна	літо	осінь	весна	літо	осінь	весна	літо	осінь
Без внесення добрив																		
0-20	5,7	2,2	1,3	0,6	0,9	-	8,5	8,5	1,4	5,7	6,2	1,0	5,8	4,5	1,1	5,8	1,9	0,6
20-40	3,3	4,1	1,1	1,0	0,8	-	5,9	9,0	1,5	2,7	8,2	1,3	3,4	6,1	1,0	3,0	2,4	0,7
40-60	5,4	2,1	1,5	1,2	0,7	-	2,7	4,6	1,4	1,5	3,0	1,0	1,7	2,5	1,1	1,5	1,3	0,6
60-80	3,2	1,1	1,9	0,7	0,6	-	2,9	2,6	2,0	1,3	2,1	1,3	1,9	1,5	1,2	1,6	1,4	0,6
80-100	2,0	0,9	2,5	0,7	0,5	-	2,7	1,5	2,0	1,5	1,6	1,1	2,0	1,6	0,7	1,5	1,5	0,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀																		
0-20	11,6	4,0	3,2	0,9	0,6	1,0	6,8	2,6	4,6	10,0	11,3	2,7	7,4	13,1	1,4	6,3	3,2	0,8
20-40	4,4	8,9	2,0	1,1	0,8	0,7	4,2	4,6	4,0	7,4	9,5	1,6	5,0	12,3	1,9	3,2	4,6	0,6
40-60	2,7	4,6	1,7	1,2	0,8	0,7	3,3	2,9	3,2	3,8	5,4	1,3	2,9	4,6	2,2	1,7	2,9	0,6
60-80	1,4	1,5	1,4	0,7	0,6	0,9	2,8	2,1	2,5	2,8	3,7	1,1	2,6	2,3	2,3	2,7	1,7	0,6
80-100	1,5	1,0	1,0	0,7	0,5	0,7	3,0	1,8	1,8	2,9	2,6	1,4	3,0	2,5	1,9	4,3	1,6	0,6

На основі одержаних експериментальних даних з вивчення динаміки нітратного азоту в ґрунті протягом 2-х років можна зробити такі попередні висновки: 1) вміст нітратного азоту як по періодах вегетації так і в варіантах дуже динамічний; 2) більше нітратного азоту в ґрунті літом, що пов'язано з інтенсивним перетворенням органічних речовин і посиленням нітрифікаційних процесів; 3) в удобрених варіантах, особливо літом, в 0-40 см шарі ґрунту спостерігається вищий вміст нітратного азоту, і це найбільше проявляється на варіантах з гірчицею і горохом; 4) дуже мало нітратного азоту (до 1 мг/кг ґрунту) в шарі ґрунту 0-100 см варіанту з природним залуженням протягом всього вегетаційного періоду.

3.1.3. Вплив сидератів і різнотрав'я на нітрифікаційну здатність ґрунту. Нітрифікаційна здатність ґрунту – це здатність нагромаджувати нітратний азот за рахунок мобілізації азоту ґрунту, що входить до складу гумусу чи рослинних залишків при сприятливих умовах, які штучно створюються в лабораторії.

Компостування зразків ґрунту протягом 14 днів, що проходить при оптимальних показниках температури (25-28⁰C) і вологи (60% від капілярної вологості) та вільному доступі повітря, націлене на виявлення потенційної можливості ґрунту, щодо нагромадження нітратного азоту за відсутності впливу рослин і процесів вимивання, що мають місце в польових умовах.

Дані досліджень нітрифікаційної здатності ґрунту показують (табл. 3.4), що нітрифікаційна здатність досить динамічна. Процес нітрифікації залежить від виду сидеральних культур і погодних умов, що створюються в окремі роки. На динамічність процесів нітрифікації впливає кількісний і якісний склад органічної речовини сидератів. Останні мінералізуються значно швидше, з них вивільняється азоту на порядок більше в порівнянні з гумусом [258]. Це пояснюється тим, що азотовмісні сполуки рослинних залишків значно легше піддаються процесам мінералізації. Погодні умови в значній мірі через створення гідротермічного режиму впливають на процеси перетворення

органічних речовин. Мінеральні добрива також впливають на кількісну складову біомаси і цим самим обумовлюють підвищений рівень біологічних процесів. Мінеральні добрива позитивно впливають в більшій чи меншій мірі на всі сидеральні культури, крім люпину, у варіантах якого нітрифікаційна здатність протягом вегетації на удобрюваних ділянках мало відрізнялась від неудобрюваних. Навіть у варіантах з чорним паром при внесенні добрив нітрифікаційна здатність в шарі 0–20 см під час цвітіння яблуні була вища порівняно з неудобрюваним варіантом за рахунок підвищеної мінералізації опалого листа.

Таблиця 3.4. – Вплив системи утримання міжрядь яблуневого саду на нітрифікаційну здатність ґрунту по різних строках вегетаційного періоду (мг/кг ґрунту)

Варіант дослідження	Шар ґрунту, см	Цвітіння		Закладання генеративних бруньок		Після збирання плодів	
		без добрив	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	без добрив	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	без добрив	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
Чорний пар	0-20	21,6	24,8	15,9	13,9	12,2	11,9
	20-40	10,2	14,2	6,5	8,2	8,5	7,4
Природне залуження	0-20	7,0	8,5	5,3	10,0	4,3	4,0
	20-40	2,5	4,5	2,3	6,0	2,8	3,9
Люпин	0-20	22,6	23,3	14,0	14,2	13,9	12,6
	20-40	5,4	5,3	7,9	6,7	6,5	7,6
Гірчиця	0-20	19,9	25,0	19,0	28,7	19,5	25,0
	20-40	2,6	4,2	6,5	10,4	4,2	8,9
Горох	0-20	15,3	28,7	18,9	18,0	22,6	25,3
	20-40	1,4	4,6	3,2	6,4	3,5	6,2
Виківсяна сумішка	0-20	8,2	15,7	18,0	21,0	21,3	26,8
	20-40	0,3	1,2	2,6	4,8	2,1	6,3

З даних таблиці 3.4 видно, що сидеральні культури підвищують нітрифікаційну здатність ґрунту порівняно з природним залуженням

(протягом вегетації) і чорним паром (влітку і восени). Найвищою вона була в шарі 0-20 см (верхній більш біологічно активний шар) в удоброваних варіантах з люпином – 23,3 (весною), гірчицею – 25,0-28,7 (протягом всієї вегетації), горохом – 25,5-28,7 (восени і весною відповідно), вико-вівсяною сумішшю – 26,8 мг/кг (восени).

Самою низькою нітрифікаційною здатністю відзначається варіант з природним залуженням протягом всього періоду вегетації (в шарі 0-20 см нітрифікаційна здатність була на рівні 4,0-10,0, в шарі 20-40 см – в межах 2,3-4,5 мг/кг), а також варіант з вико-вівсяною сумішшю в період цвітіння яблуні

(в шарі 0-20 см нітрифікаційна здатність становила 8,2-15,7, а в шарі 20-40 см – лише 0,3-1,2 мг/кг). Це може бути пов'язане з уповільненням надходження в ґрунт нітратного азоту в зв'язку з широким співвідношенням у складі його біомаси C:N (25:1) порівняно з іншими сидератами. Нітрифікаційна здатність 20-40см шару ґрунту значно нижча у всіх варіантах дослідження порівняно з шаром 0-20 см.

Дослідження подальшої динаміки нітрифікаційної здатності ґрунту в період закладки генеративних бруньок в другій половині липня показало різноманітність її показників залежно від варіантів дослідження. У варіантах з чорним паром і посівом люпину нітрифікаційна здатність ґрунту понизилась як без внесення, так і з внесенням мінеральних добрив відповідно до 15,9-13,9 та 14,0 і 14,2, в той час як в удобрених варіантах з посівом гірчиці вона збільшилась до 28,7, при висіві вико-вівсяної сумішки піднялась до 21,0, а при посіві гороху дещо знизилась у порівнянні з періодом цвітіння, але перевищила (18,9) цей показник при утриманні ґрунту під чорним паром (15,9; 13,9 мг/кг ґрунту).

На основі експериментальних даних з вивчення нітрифікаційної здатності ґрунту можна зробити висновок, що біомаса люпину дуже швидко мінералізується. Максимальний вміст нітратного азоту спостерігається лише під час цвітіння саду. Експериментальні дані підтвердили динамічність нітрифікаційної здатності ґрунту в часі та виявили залежність від кількісного

і якісного складу біомаси сидератів. Вивчення динаміки нітрифікаційної здатності висвітлює процеси в ґрунті, що відбуваються з рослинною біомасою: в помірних широтах вона консервується холодом, щоб з новою силою поновити біогеохімічний кругообіг елементів у природі в наступному вегетаційному періоді.

На основі одержаних даних можна стверджувати, що нітрифікаційна здатність ґрунту є дуже важливим показником трансформації органічних речовин у ґрунті і залежить від погодних умов, кількісного і якісного складу біомаси сидератів. При цьому гірчиця і горох відзначаються більш стабільним

сезонним впливом на вміст нітратного азоту в ґрунті, максимальне значення якого припадає на літній період при закладанні генеративних бруньок. Шар ґрунту 0-20 см у всіх варіантах досліджу, крім задерніння, характеризується високою (до 14,6), або дуже високою ($>14,6$ мг $\text{N-NO}_3/\text{кг}$ ґрунту) нітрифікаційною здатністю.

Відмічена підвищена нітрифікаційна здатність ґрунту весною у варіантах з люпином пов'язана з вузьким співвідношенням C:N у біомасі люпину, яке становить 14:1 і самим високим вмістом серед сидератів азоту (2,66%). Біомаса вико-вівсяної сумішки характеризується самим широким (25:1) співвідношенням C:N і самим низьким вмістом азоту (1,61%). У даному випадку розклад органічних речовин під час дивітіння настільки уповільнений, що їх «біологічна підготовка» не може забезпечити високу нітрифікаційну здатність.

Утримання міжрядь саду під сидератами значно підвищує нітрифікаційну здатність в основному в 0-20 см шарі ґрунту, що є ознакою тільки його окультурення. Лише під гірчицею і горохом в шарі 20-40 см ґрунту спостерігається деяке підвищення нітрифікаційної здатності.

Нітрифікаційна здатність ґрунту є узагальнюючим показником динаміки відтворення родючості ґрунту, оскільки вона охоплює весь цикл перетворення біомаси, віддзеркалюючи як рівень біологічних процесів, які передували і привели до утворення амонію, так і рівень власне процесів нітрифікації, як

завершальної стадії трансформації. Для нормалізації процесів нітрифікації необхідні не лише сприятливі температурні, водні умови і доступ повітря, а і оптимальні умови середовища з відповідним рН; наявністю елементів Ca, Mg, Na, K, Zn, Fe, Mn, Co і ін. в формі карбонатів. Ці та багато інших елементів входять до складу золи біомаси сидератів, звільнюючись при її мінералізації вони забезпечують життєдіяльність бактерій – нітрифікаторів, нейтралізують нітратну кислоту і входять до складу ферментів бактерій – нітрифікаторів, що здійснюють окисацію амонію.

Нітрифікаційні процеси в мало окультурених ґрунтах забезпечують його гетерогенність, яка проявляється в створенні окремих локальних з оптимальними умовами мікрозон на поверхні орґано-мінеральних колоїдів деяких мінералів. Вміст N-NO₃ на таких ґрунтах не перевищує 2 мг/кг ґрунту.

На високо окультурених і торфових ґрунтах вміст N-NO₃ досягає 15-22 мг/кг ґрунту. Посилена нітрифікація, як завершальна стадія мінералізації орґанічних речовин, та нагромадження в ґрунті нітратного азоту є ознакою культурного стану ґрунту. Нітрифікаційна здатність ґрунту в значній мірі може характеризувати рівень його родючості.

На основі отриманих даних можна припустити, що для уповільнення трансформаційних процесів в варіанті з посівом люпину можна внести солому, а для їх прискорення у варіанті з посівом вико-вівсяної сумішки – додати азотних добрив.

3.1.4. Дихання ґрунту залежно від утримання міжрядь саду.

Вуглекислий газ – універсальний продукт життєдіяльності ґрунтових орґанізмів і дихання кореневої системи рослин. Крім фізичних і хімічних процесів, що зумовлюють виділення і вбирання CO₂, велике значення мають біологічні цикли ґрунту.

Всі фактори, які впливають на процеси перетворення орґанічних речовин (температура, волога, рН середовища) впливають і на виділення CO₂ з ґрунту. Виділення CO₂ з ґрунту залежить також від повітрообміну між атмосферним повітрям і ґрунтовим. Довбан К.І [11] відмічає, що за

інтенсивністю утворення CO_2 можна судити про ефективність різних агротехнічних заходів і про рівень родючості ґрунту.

Експериментальні дослідження з вивчення дихання ґрунту показали велику динамічність цього показника (табл. 3.5). Найбільше виділяється вуглекислого газу з ґрунту в період цвітіння саду. Величина виділеного CO_2 досягає в ці періоди 100 і більше мг CO_2 за годину з 1 м^2 . У літній період, під час закладання генеративних бруньок, спостерігалось пониження виділення CO_2 з ґрунту по всіх варіантах досліду. Це пов'язано з тим, що у літній період, коли в природі всі процеси цілеспрямовані на формування урожаю поточного року, закладання плодкових бруньок для забезпечення урожаю наступного року, коли біологічні процеси, судячи з нагромадження нітратного азоту в полі і нітрифікаційної здатності ґрунту (що вивчається в лабораторії), досягають максимальних величин, а виділення CO_2 з ґрунту уповільнюється.

У польових умовах ускладнюється відокремлення CO_2 , що утворюється при диханні коренів від CO_2 , що є наслідком діяльності мікроорганізмів по перетворенню органічних речовин. З настанням холодів восени завмирають біологічні процеси, дихання кореневої системи сидератів зведено до мінімуму, а виділення CO_2 в основному проходить за рахунок продовження біологічних процесів в нижніх шарах ґрунту (дихання коренів яблуні у всіх варіантах і сезонах прийняте однакове).

Після листонаду, перед замерзанням ґрунту надземна біомаса сидератів зароблюється дискованими боронами. При цьому органічна маса подрібнюється і перемішується з ґрунтом. Весною всі міжряддя саду знаходяться під чорним паром. У варіантах з сидератами молода і соковита біомаса, перемішана з ґрунтом, по мірі наростання температури мінералізується. Під час цвітіння саду CO_2 виділяється в основному за рахунок інтенсивних біологічних процесів пов'язаних з трансформацією біомаси сидератів. Слід відмітити, що серед всіх сидератів в удобрених і не удобрених варіантах гірчиця відзначається стабільністю виділення CO_2 весною: 100-104 мг CO_2 за 1 годину з 1 м^2 .

Таблиця 3.5. Вплив системи утримання міжрядь яблуневого саду на інтенсивність виділення CO₂, мг CO₂/год/м²

Система утримання міжрядь саду	б/д	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
Період цвітіння яблуні		
Чорний пар	95,3	78,5
Природне залуження	94,8	86,4
Люпин	83,9	90,8
Гірчиця	100,2	104
Горох	97,8	101
Вико-вівсяна суміш	105	98,3
НІР* ₀₅		$\frac{8,5}{7}$
Період закладання генеративних бруньок		
Чорний пар	83,1	68,7
Природне залуження	76,2	85,6
Люпин	89	64,8
Гірчиця	91	78,1
Горох	87	86,5
Вико-вівсяна суміш	74,2	84,1
НІР* ₀₅		$\frac{12}{9,3}$
Після збирання плодів		
Чорний пар	85,3	71,9
Природне залуження	89,2	84,3
Люпин	88,2	61
Гірчиця	97,1	79,8
Горох	81,8	68,9
Вико-вівсяна суміш	77,8	71,4
НІР* ₀₅		$\frac{11,7}{4,5}$

*в чисельнику – НІР₀₅ для добрив; в знаменнику – НІР₀₅ для системи утримання міжрядь саду.

Відмічена стабільність значною мірою пояснюється особливим хімічним складом біомаси гірчиці. Співвідношення С:N дорівнює 14 (табл. 3.2) при порівняно великому вмісті клітковини, лігніну і лужноземельних елементів, що впливає на її трансформацію. Період закладання генеративних

бруньок (літо) відзначається зниженням і зрівноваженням по варіантах виділеного CO_2 з ґрунту порівняно з весною і осінню.

Зменшення виділення CO_2 з ґрунту в період розквіту біологічних процесів за умов найбільш сприятливого літнього температурного і водного режиму можна пояснити хімічною реакцією, яка здійснюється при амоніфікації: $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Отже, CO_2 внаслідок хімічної взаємодії зв'язується в ґрунті амонієм. Звичайно це основна, але не єдина хімічна реакція, яка зв'язує CO_2 в ґрунті. Утворення бікарбонатів ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) і карбонатів (CaCO_3) також мають місце.

Реакція взаємодії CO_2 з NH_3 відбувається весною і восени, але в ці періоди ступінь «біологічної підготовки» органічних речовин ще не дає можливості утворюватись в великій кількості амонію. Підтвердженням цього

є найбільша кількість нітратного азоту в ґрунті в літній період (табл. 3.3), і найбільш висока нітрифікаційна здатність ґрунту, яка також відмічена в більшості варіантів з посівом сидератів (табл. 3.4) у період закладання генеративних бруньок. Відомо, що процеси амоніфікації і нітрифікації пов'язані між собою амонієм, який є кінцевим продуктом амоніфікації і початком процесу нітрифікації.

Привертає до себе увагу більш інтенсивне виділення CO_2 з неудобрених варіантів. За визначень, проведених у такі періоди, як нвітіння і закладання генеративних бруньок та після збору урожаю, у варіантах без добрив з 23-х випадках (77%) спостерігалось більш інтенсивне виділення CO_2 (табл. 3.5).

Разом з тим на неудобрених варіантах, крім люпину, формується менший урожай біомаси в порівняно з удобреними варіантами. Низький урожай біомаси і є причиною зниження біологічної активності, що виражається меншою кількістю утвореного амонію, який менше хімічно зв'язує утворений CO_2 і тому його більше виділяється з ґрунту. Це також узгоджується з нагромадженням меншої кількості нітратного азоту в ґрунті неудобрених варіантів (табл. 3.3), та пониженої нітрифікаційної здатності (табл. 3.4).

Отже, отримані експериментальні дані показують, що виділення CO_2 з ґрунту як і інші показники біологічного процесу, характеризуються великою динамічністю. Більше CO_2 виділяється у всіх варіантах восени і весною, а влітку кількість виділеного CO_2 (уловленого, а не утвореного) різко зменшується і входить в протиріччя з максимальним вмістом в цей період нітратного азоту і підвищеної нітрифікаційної здатності, що можна пояснити інтенсифікацією хімічної взаємодії в ґрунті утвореного амонію і CO_2 .

3.2. Вплив різних систем утримання міжрядь саду на вміст і запаси гумусу в ґрунті

Проведені експериментальні дослідження з вивчення вмісту гумусу в ґрунті залежно від утримання міжрядь саду показали (табл. 3.6), що всі сидерати, особливо в шарі 0–20 см, вплинули на збільшення вмісту гумусу. У ґрунті удобрених варіантів з посівом люпину білого вміст гумусу складав 1,07–1,23; гірчиці білої – 1,17–1,32; гороху – 0,98–1,12; вико-вівсяної суміші – 0,90–0,93% від сухого ґрунту. У варіанті з утриманням міжрядь яблуневого саду під чорним паром вміст гумусу відповідно в 0–20 см шарі ґрунту з внесенням добрив у дозі $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ дорівнював 0,89–1,03%.

Збільшення вмісту гумусу в 20–40 см шарі ґрунту спостерігається в удобрених варіантах з висівом люпину і гірчиці відповідно 1,14–1,18 і 1,14–1,20, проти 0,91–0,98% в варіанті з чорним паром. У варіанті з посівом вико-вівсяної сумішки в шарі 20–40 см навіть дещо знизився вміст загального гумусу порівняно з чорним паром (табл. 3.6).

На процесі гуміфікації так, як і на процесі розкладу рослинних решток, великий вплив має співвідношення в біомасі сидератів C:N. В біомасі гірчиці і люпину таке співвідношення дорівнює 14:1, а в біомасі вико-вівсяної сумішки – 25:1. Так, не зважаючи на щорічний високий врожай біомаси вико-вівсяної сумішки, для ефективного процесу гуміфікації постійно не вистачало азотовмісних сполук, особливо в період цвітіння саду (нітрифікаційна здатність низька, табл. 3.4).

Таблиця 3.6. Вплив системи утримання міжрядь саду на вміст загального гумусу, %, 2023 р.

Шар ґрунту, см	Варіант досліджу					
	чорний пар	природне залуження	люпин	гірчиця	горох	вико-вівсяна сумішка
	Без добрив					
0-20	0,99±0,03	1,09±0,02	1,06±0,02	1,13±0,02	0,96±0,03	0,84±0,03
20-40	0,87±0,02	1,03±0,03	0,91±0,02	0,97±0,03	0,78±0,03	0,74±0,03
40-60	0,48±0,04	0,61±0,05	0,49±0,03	0,48±0,05	0,52±0,04	0,47±0,05
60-80	0,28±0,05	0,32±0,06	0,33±0,06	0,35±0,05	0,35±0,06	0,29±0,07
80-100	0,23±0,06	0,27±0,06	0,32±0,05	0,24±0,07	0,34±0,06	0,25±0,06
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀					
0-20	0,96±0,02	1,15±0,03	1,15±0,02	1,25±0,02	1,05±0,03	0,92±0,03
20-40	0,95±0,03	1,00±0,02	1,16±0,03	1,17±0,03	0,95±0,01	0,82±0,02
40-60	0,43±0,05	0,63±0,06	0,65±0,05	0,59±0,04	0,59±0,05	0,53±0,06
60-80	0,28±0,04	0,32±0,05	0,35±0,03	0,40±0,04	0,42±0,04	0,31±0,05
80-100	0,25±0,05	0,28±0,05	0,32±0,06	0,39±0,06	0,36±0,06	0,28±0,05

Самий високий вміст гумусу в удобрених варіантах з посівом гірчиці спостерігається тому, що її біомаса має унікальний хімічний склад: високий вміст азоту (C:N = 14:1) і найвищий вміст клітковини серед всіх дослідних сидератів і порівняно високий вміст лігніну – 11,3%. Цей вміст наближається до вмісту лігніну (13,8%) в озимій пшениці, в біомасі якої C:N складало 36,9:1 [22].

Клітковина досить стійка до мікробного розкладу у порівнянні з глюкозою і крохмалем. Ще більш стійким до розкладу є лігнін. У процесі розкладу всіх рослинних залишків, в тому числі і біомаси сидератів, проходить відносно збагачення розкладеного рослинного матеріалу лігніном і протеїном.

Розклад біомаси гірчиці з великим вмістом азотовмісних сполук, які швидко мінералізуються і великим вмістом клітковини і лігніну, які повільно мінералізуються і створюють умови для продовження цього процесу впродовж всієї вегетації. Це підтверджують дані динаміки нітрифікаційної здатності (табл. 3.4).

При весняному максимумі вологи за сприятливих температурних умов проходить посилений розклад сидератів з утворенням мономерів гумусових кислот. Період відносної сухості в літній період сприяє конденсації заново синтезованих гумусових кислот. Закріпленню в ґрунті останніх сприяють

лужноземельні елементи. Цих елементів найбільше в гірчиці – 100%, в люпині – 5,67, гороші – 7,58, вико-вівсяній суміші – 8,59, в суміші природних трав – 7,53% (табл. 3.2). З таблиці 3.7 видно, що за сумарним надходженням

лужноземельних елементів гірчиця серед сидератів поступається лише вико-вівсяній суміші, що дає високі урожаї біомаси (в середньому за 2 роки на удобрених варіантах вико-вівсяної сумішки сухої маси 3,72; люпину – 2,81, гірчиці – 2,37; гороху – 2,06 т/га).

Таблиця 3.7. – Запас в біомасі сидератів золи і лужноземельних елементів (в середньому за 2022-23 рр.)

Система утримання міжрядь саду	Без добрив					
	суха рослинна маса т/га	запас, кг/га		суха рослинна маса т/га	запас, кг/га	
		сира зола	лужноземельні елементи		сира зола	лужноземельні елементи
Природне залуження	2,35	397	177	3,86	652	291
Люпин	2,27	190	129	2,81	235	159
Гірчиця	1,12	149	123	2,37	315	261
Горох	1,57	134	119	2,06	176	156
Вико-овес	2,9	357	243	3,72	458	311

Примітка: природне залуження – суміш природних трав.

Пронеси мінералізації у варіанті з вико-вівсяною сумішкою, судячи з нітрифікаційної здатності, були ослаблені під час цвітіння саду (табл. 3.4). Не дивлячись на те, що нітрифікаційна здатність ґрунту в цьому варіанті посилилась під час закладання генеративних бруньок і після збору плодів, це достатньо вплинуло на підвищення запасу гумусу в шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см (табл. 3.8). Саме дефіцит продуктів розкладу рослинних решток, насамперед ароматичних амінокислот, не дало можливості підвищити вміст і запаси гумусу в ґрунті, не зважаючи на найбільшу кількість надходження лужноземельних елементів у варіанті з вико-вівсяною сумішкою – 311 кг/га в середньому за 2 роки досліджень. При цьому, порівняно з вико-вівсяною сумішкою, в інших варіантах з внесенням добрив надходження лужноземельних елементів в ґрунт знаходиться на нижчому рівні: з посівом гірчиці – 261; люпину – 159; гороху – 156 кг/га (табл. 3.7).

На основі експериментальних даних з вивчення впливу сидеральних культур на вміст і запас гумусу можна зробити висновок, що значну роль в перетворенні біомаси відіграє співвідношення в ній C:N, хімічний склад і наявність лужноземельних елементів. У таблиці 3.8 представлені експериментальні дані по запасах гумусу в ґрунті. Якщо розглядати поверхневий шар ґрунту 0–20 см у варіантах без внесення добрив, то порівняно з варіантом чорного пару збільшення запасів гумусу відмічено в варіантах з посівом люпину – 30,9 т/га і гірчиці – 32,3, проти 28,1 т/га на чорному пару. У варіантах з посівом гороху запас гумусу в поверхневому 0–20 см шарі ґрунту майже на рівні чорного пару – 28,0 т/га. Разом з тим запас гумусу в варіанті з посівом вико-вівсяної суміші на тій самій глибині зменшився відносно чорного пару і становив 25,9 т/га (табл. 3.8).

У варіантах з внесенням добрив значно більша кількість гумусу в 0–20 см шарі ґрунту при посіві гірчиці – 36,3 т/га. На чорному пару ця величина складає 26,7 т/га. З таблиці 3.8 помітно, що при внесенні добрив запаси гумусу на чорному пару зменшилися порівняно з варіантом без внесення добрив.

Таблиця 3.8. Вплив системи утримання міжрядь саду на запас гумусу, т/га, 2023 р.

Шар ґрунту, см	Варіант дослідю					
	чорний пар	природне залуження	люпин	гірчиця	горох	вико-вівсяна суміш
без добрив						
0-20	28,1	33,8	30,9	32,3	28,0	25,9
20-40	25,1	31,5	27,1	28,7	23,6	22,9
40-60	15,3	18,5	15,4	15,0	16,0	14,7
60-80	8,74	9,98	10,3	10,9	10,9	8,99
80-100	7,00	8,10	9,86	7,34	10,4	7,65
0-100	84,2	101,9	93,6	94,2	88,9	80,1
з внесенням N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀						
0-20	26,7	35,2	35,1	36,3	30,0	28,0
20-40	27,2	31,2	34,8	34,6	28,3	25,3
40-60	13,6	19,0	20,0	18,3	18,1	16,4
60-80	8,68	10,1	10,9	12,5	12,9	9,53
80-100	7,85	8,74	9,79	12,1	11,1	8,51
0-100	84,0	104,2	108,6	113,8	100,4	87,7

В шарі 0-100 см запаси гумусу найбільші в варіанті з посівом гірчиці з внесенням добрив – 113,8 т/га, а на чорному парі – 84,0 т/га. Без внесення добрив найкращий варіант з природним залуженням – 101,9 т/га гумусу в 0-100 см шарі ґрунту.

Варіанти з посівом вико-вівсяної суміші по запасах гумусу в 0-100 см шарі ґрунту дещо гірші порівняно з чорним паром у випадку коли добрива не вносять, але при внесенні добрив запас гумусу в даному шарі збільшується відносно чорного парю (87,7 т/га, а на чорному парю 84,0 т/га).

За впливом сидератів на вміст і запаси гумусу в ґрунті їх можна розмістити в такій послідовності в бік спаду в удобрених варіантах: гірчиця → горох → люпин → вико-вівсяна суміш. В варіантах без внесення добрив зберігається така ж сама послідовність. При цьому, слід відмітити стабільність в запасах гумусу в 0-100 см шарі ґрунту в варіантах з утриманням ґрунту в міжряддях саду під чорним паром з внесенням добрив і без них: на рівні 84,2 – 84,0 т/га.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ СИСТЕМИ УТРИМАННЯ МІЖРЯДЬ ТА УДОБРЕННЯ САДУ
НА УРОЖАЙНІСТЬ ПЛОДІВ

Ефективна родючість ґрунту оцінюється урожайністю сільськогосподарських культур. Для яблуні може проявлятися періодичність у плодоношенні: роки з високим урожаєм можуть чергуватись з низьковрожайними роками. Тому для аналізу урожайності взяли дані за останні 4 роки. За 4-річними даними можна більш об'єктивно проаналізувати отриманий урожай, оскільки помітні його коливання в роки досліджень (табл. 4.1). Внесення добрив при посіві сидератів та в варіантах чорного пару і природного залуження збільшило врожай плодів порівняно з варіантами, в яких мінеральні добрива влітку не вносили. Тільки у варіанті з утриманням міжрядь під чорним паром у 2020 році урожай плодів був майже однаковим. В 2021 році було зібрано на цьому варіанті на 10,3 ц/га більше з удобреннями ($N_{60}P_{60}K_{60}$ влітку) ніж без нього. В 2022 році – відповідно більше на 24,4, а в 2023 – на 10,2 ц/га. Найбільші прибавки врожаю від внесення добрив було зафіксовано у 2022 році на варіантах з висіванням сидератів. У варіанті з люпином ця прибавка склала 65,6, вико-вівсяною сумішкою – 55,8, а горохом – 80,7 ц/га (табл. 4.2).

Якщо розглядати варіанти з системи утримання міжрядь по отриманому врожаю плодів порівняно з варіантом під чорним паром, то бачимо досить значну строкатість. У варіантах без внесення добрив стабільний приріст врожаю за 2020-2023 роки тільки у варіанті з вико-вівсяною сумішкою без внесення добрив. Він становив 0,6-23,1 ц/га. У 2021 році у варіанті з висіванням люпину був зібраний урожай, який на 11,9 ц перевищував урожай, отриманий при утриманні міжрядь саду під чорним паром.

В 2022 році крім варіанту з вико-вівсяною сумішкою, збільшився також урожай у варіанті з висіванням гірчиці – на 16,6 ц/га. Утримання міжрядь яблуневого саду під посівом гороху, як сидерату, та під природним

залуженням без внесення мінеральних добрив не вплинуло позитивно на врожай/плодів. Так, у варіанті з горохом урожай за 2020-2023 роки був меншим порівняно з варіантом, міжряддя якого утримувались під чорним паром на 1,0-70,4 ц/га. У варіантах з природним залуженням недобір врожаю порівняно з чорним паром був на рівні 25,2-37,4 ц/га (табл. 4.2).

Таблиця 4.1. – Вплив системи утримання міжрядь та удобрення яблуневого саду на урожайність плодів сорту Айдаред, т/га

№ п/п	Варіант досліджу	Роки				Середнє
		2020	2021	2022	2023	
Без внесення добрив						
1	Чорний пар	30,89	16,58	32,09	16,50	24,02
2	Природне залуження	27,15	14,06	28,68	13,31	20,80
3	Люпин	25,22	17,77	32,04	15,02	22,51
4	Гірчиця	29,29	16,67	33,75	16,57	24,07
5	Горох	30,36	16,48	25,05	13,95	21,46
6	Вико-вівсяна сумішка	29,20	17,76	34,40	17,10	24,62
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀						
1	Чорний пар	30,47	17,61	34,53	17,52	25,03
2	Природне залуження	31,38	18,13	31,41	16,95	24,47
3	Люпин	28,82	18,61	38,60	18,69	26,18
4	Гірчиця	32,84	15,16	37,42	18,50	25,98
5	Горох	32,09	18,71	33,12	18,00	25,48
6	Вико-вівсяна сумішка	31,79	17,43	39,98	19,76	27,24
	НІР ₀₅ *	<u>1,00</u> 0,58	<u>0,95</u> 0,61	<u>0,83</u> 0,65	<u>0,88</u> 0,56	<u>1,00</u> 0,65

*В чисельнику – для добрив; в знаменнику – для системи утримання міжрядь.

Внесення мінеральних добрив влітку позитивно вплинуло на урожайність яблуні. Висівання вико-вівсяної сумішки і в цьому випадку надає стабільності у збільшенні врожаю в порівнянні з чорним паром – 13,2 в 2020, 54,5 ц/га в 2022 та 22,1 в 2023 році. Гірчиця в ці роки дає приріст врожаю від 22,4 до 28,9 ц/га. Люпин та горох також збільшують урожай плодів (2021, 2022 та 2023 – люпин, 2020, 2021 та 2023 – горох). У варіантах з висіванням люпину

Таблиця 4.2. – Вплив системи утримання міжрядь та удобрення насаджень яблуні на додаткову продукцію порівняно з утриманням міжрядь під чорним паром

Варіант досліджу*	Урожайність, ц/га									
	роки								Середнє (2020-2023 рр.)	
	2020р.		2021р.		2022р.		2023р.			
	з варіанта	порівняно з чорним паром	з варіанта	порівняно з чорним паром	з варіанта	порівняно з чорним паром	з варіанта	порівняно з чорним паром	з варіанта	порівняно з чорним паром
без внесення добрив										
1	308,9		165,8		320,9		165,0		240,2	
2	271,5	-37,4	140,6	-25,2	286,8	-34,1	133,1	-31,9	208,0	-32,2
3	252,2	-56,7	177,7	11,9	320,4	-0,5	150,2	-14,8	225,1	-15,1
4	292,9	-16,0	166,7	0,9	337,5	16,6	165,7	0,7	240,7	0,5
5	303,6	-5,3	164,8	-1,0	250,5	-70,4	139,5	-25,5	214,6	-25,6
6	292,0	-16,9	177,6	11,8	344,0	23,1	171,2	6,2	246,2	6,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀										
1	304,7		176,1		345,3		175,2		250,3	
2	313,8	9,1	181,3	5,2	314,1	-31,2	169,5	-5,7	244,7	-5,6
3	288,2	-16,5	186,1	10,0	386,0	40,7	186,9	11,7	261,8	11,5
4	328,4	23,7	151,6	-24,5	374,2	28,9	185,0	9,8	259,8	9,5
5	320,9	16,2	187,1	11,0	331,2	-14,1	180,0	4,8	254,8	4,5
6	317,9	13,2	174,3	-1,8	399,8	54,5	197,6	22,4	272,4	22,1

*Примітка: 1 – чорний пар; 2 – природне залуження; 3 – люпин; 4 – гірчиця; 5 – горох; 6 – вико-вівсяна суміш.

одержано на 10,0-40,7 ц/га, гороху на 4,8-16,2 ц/га більше плодів, ніж у варіанті з утриманням міжрядь під чорним паром. У варіанті з природним залуженням міжрядь при внесенні мінеральних добрив також отримано додаткову продукцію, яка на 5,2 в 2021 році та на 9,1 ц/га в 2020 році перевищувала урожай, отриманий у варіанті з утриманням міжрядь під чорним паром (табл. 4.2).

Отже, проаналізувавши дані з урожайності плодів згідно схеми дослідження можна зробити висновок, що висівання сидеральних культур (люпин білий, гірчиця біла, горох, вико-вівсяна сумішка) при внесенні мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшує урожай плодів порівняно з утриманням міжрядь під чорним паром. У середньому за чотири роки (2020-2023) приріст урожайності при використанні на сидерат люпину складає 11,5 ц/га, гірчиці – 9,5 ц/га, гороху – 4,5 ц/га та вико-вівсяної сумішки – 22,1 ц/га. У той же час, варіант з

утриманням міжрядь під природним залуженням з внесенням мінеральних добрив забезпечив нижчий урожай плодів, ніж чорний пар за однакових умов. У середньому за 2020-2023 роки ця різниця становила 5,6 ц/га (табл. 4.2). Це можна пояснити тим, що в даному варіанті в період вегетації найменші запаси доступної вологи в 0-100 см шарі, оскільки травостій виродився і на варіанті

вже не створювався зі скошених рослинних решток належний шар мульчі, який би запобігав втратам вологи з ґрунту.

Без внесення добрив приріст урожаю у порівнянні з чорним паром був тільки у варіантах з посівом гірчиці – 0,5 ц/га в середньому за 4 роки, та з посівом вико-вівсяної сумішки – 6,0 ц/га. Інші варіанти не визначалися збільшенням урожайності, а навпаки мали значно меншу кількість плодів порівняно з варіантом, міжряддя якого утримувалися під чорним паром. Так, у варіанті з природним залуженням в середньому за 2020-2023 роки урожай був на 32,2 ц/га нижчим. У варіантах з використанням люпину та гороху недобір урожаю порівняно з чорним паром становив відповідно 15,1 та 25,6 ц/га (табл. 4.2).

ВИСНОВКИ

НУБІП УКРАЇНИ

На основі отриманих експериментальних даних можна зробити такі висновки:

1. Сидеральна система утримання міжрядь в насадженнях яблуні впливала на кількість свіжої органічної речовини, яка надходила в ґрунт. Найбільша біомаса формувалася в посівах люпину (16,9 т/га) і вико-вівсяної сумішки (14,3 т/га). Дещо менший показник отриманий у варіантах з гірчицею (12,9 т/га). Вузке співвідношення C:N відмічено в біомасі люпину і гірчиці (14), а широке – у вико-вівсяної сумішки і природного різнострав'я (25 і 21 відповідно). Найвищими показниками за вмістом азоту характеризувалась біомаса люпину та гірчиці (2,66 та 2,57 % відповідно), а лужноземельних елементів – гірчиці (11,0 %).

2. Сидеральна система утримання міжрядь впливала на біологічну активність темно-сірого опідзоленого ґрунту. Найвищу нітрифікаційну здатність спостерігали у варіантах з гірчицею, горохом і вико-вівсяною сумішкою в шарі 0–20 см – відповідно 36,6; 34,7; 33,0 мг/кг ґрунту. Найбільш низькою нітрифікаційною здатністю протягом вегетації відзначався варіант з природним залуженням (3,0–18,4 мг/кг ґрунту). Найбільше виділялося вуглекислого газу з ґрунту в період цвітіння саду і після збирання плодів. Величина виділеного CO₂ досягала в ці періоди понад 100 мг CO₂ за годину з 1 м². У літній період, під час закладання генеративних бруньок, виділення CO₂ з ґрунту уповільнювалось.

3. Утримання міжрядь саду під чорним паром обумовлювало посилення мінералізації органічної речовини ґрунту, а застосування сидератів і природне залуження сприяли відновленню вмісту і запасів гумусу. Інтенсивність процесів гуміфікації свіжої органічної речовини залежала від співвідношення C:N, кількості азоту і лужноземельних елементів в біомасі сидератів. Найвищі показники за вмістом і запасами гумусу мали варіанти з люпином і гірчицею, де у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) вміст відповідно

становив 1,15 і 1,25%, а запас (шар 0–100 см) – 108,6 і 113,8 т/га. Прирости вмісту і запасів гумусу у варіанті з гірчицею порівняно з чорним паром становили 0,29% і 29,8 т/га.

4. Висівання сидеральних культур на фоні внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню урожайності плодів яблуні сорту Айдаред порівняно з чорним паром і природним залуженням. В середньому вона зростала на 0,45–2,21 т/га. Внесення мінеральних добрив в нормі N₆₀P₆₀K₆₀ підвищувало урожайність у всіх варіантах утримання міжрядь саду на 1,01 – 4,02 т/га. Найвищі показники забезпечило використання люпину, гірчиці та вико-вівсяної сумішки – 26,2; 26,0; 27,2 т/га відповідно.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

НУБІП України

1. Для підвищення продуктивності насаджень яблуні та відтворення родючості темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту необхідно в міжряддях саду застосовувати сидеральний пар з висівом в міжряддях саду

НУБІП України

гірчиці білої (з посівом в літній період і заробленням отриманої біомаси дисковими боронами пізньої осені) і вношенням при сівбі мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

2. При утримуванні міжряддя саду під дерново-перегнійною системою з висівом вівсяниці лучної необхідно періодично поновлювати травостій.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Додаток А

Гранулометричний склад досліджуваного ґрунту

Таблиця А 1 – Гранулометричний склад досліджуваного темно-сірого спідзоленого ґрунту

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразка, см	Розмір гранулометричних частинок в мм і їх кількість в %							
		> 0,01				< 0,01			
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	> 0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	< 0,01
розріз (лісоємуга)									
HE ₄₋₈₈	5-10	1,91	9,62	54,82	66,35	7,76	8,50	17,39	33,65
HE ₄₋₃₈	25-35	13,08	15,60	39,35	68,23	7,09	8,43	16,25	31,77
HE ₈₈₋₅₄	43-50	13,39	15,29	39,92	68,60	6,68	7,74	16,98	31,40
I(H) ₅₄₋₁₀₀	57-65	13,15	15,89	39,67	68,71	6,44	7,48	17,37	31,29
I ₁₀₀₋₁₅₅	85-95	11,48	14,26	37,01	62,75	6,15	6,28	24,82	37,25

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Додаток Б
Щільність складення ґрунту дослідної ділянки

Таблиця Б.1 – Щільність складення темно-сірого опідзоленого ґрунту

залежно від системи утримання мікрядь саду, г/см³

Шар ґрунту, см	Варіанти досліджу					
	чорний пар	природне залуження	люпин	гірчиця	горох	вико-вівсяна сумішка
0-20	1,42	1,55	1,46	1,43	1,46	1,54
20-40	1,44	1,53	1,49	1,48	1,51	1,55
40-60	1,59	1,52	1,57	1,56	1,54	1,56
60-80	1,56	1,56	1,56	1,55	1,55	1,53
80-100	1,53	1,50	1,54	1,53	1,53	1,53
0-20	1,39	1,53	1,44	1,45	1,43	1,52
20-40	1,43	1,56	1,50	1,48	1,49	1,54
40-60	1,58	1,51	1,54	1,55	1,53	1,55
60-80	1,55	1,57	1,55	1,57	1,54	1,54
80-100	1,57	1,56	1,53	1,55	1,54	1,52

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Александрова Л.Н. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
2. Балаев А.Д. Изменение органического вещества черноземов типичного и южного при применении почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук: спен. 06.00.03 «Агрогрунтознавство и агрофизика» / А.Д. Балаев – К, 1986. – 24с.
3. Батудаев А.П. Донник на зеленое удобрение. / А.П. Батудаев // Агрохимия. – 2004. – № 2. – С. 59–62.
4. Батула А.А. Органические удобрения. / А.А. Батула К.: Урожай, – 1988. – 144 с.
5. Василенко А.А. Сидераты в молодых садах / А.А. Василенко // Садоводство и виноградарство. – 1997. – №5–6. – С. 5–6.
6. Вильямс В.Р. Земледелие с основами почвоведения. / Вильямс В.Р. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 417с.
7. Ганжара Н.Ф. Условия гумусообразования и гумусовое состояние зональных типов почв / Н.Ф. Ганжара // Известия ТСХА. – 1986. – №5. – С. 84.
8. Глазовская М.А. Роль и функции педосферы в геохимических циклах углерода / Глазовская М.А. // Почвоведение. – 1996. – №2. – С. 174–186.
9. Гришина Л.А. Система показателей гумусного состояния почв / Л.А. Гришина, Д.С. Орлов // Проблемы почвоведения. – М.: Наука. – 1978. – С. 42–47.
10. Добровольский В.В. Высокодисперсные частицы почв как фактор массопереноса тяжёлых металлов в биосфере / В.В. Добровольский // Почвоведение. – 1999. – №11. – С. 1309–1317.
11. Довбан К.И. Зелёное удобрение. / К.И. Довбан – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.

12. Довбан К.И. Экологические аспекты сидерации. // К.И. Довбан // Химизация сел.хоз-ва. – 1992. – № 4. – с. 28–32.

13. Докучаев В.В. Избранные сочинения. 1–3 том. М.: Сельхозгиз. – 1949. – т.3. – 317с.

14. Канивец И.И. Почвенные условия и рост яблони. – Кишинев. – 1959. – 582 с.

15. Клименко О.Е. Использование сидератов в плодоносящем яблоневом саду на черноземах южных. // Сб. научных трудов Гос. Никитского ботан. сада. Пути оптимизации экологических условий в садоводстве.

Том 121. Ялта. – 2003. – С. 153–167.

16. Ковда В.А. Основы учения о почвах. Книга первая. – М.: изд-во «Наука». – 1973. – 447с.

17. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. М.: Наука. – 1981. – 182 с.

18. Козак М.В. Агроекологічні основи збереження родючості ґрунтів в промислових насадженнях яблуні та їх якість оцінка в садівництві України. Автореф. дис. на здобуття наук ступ. докт. с.-г. наук. – 1999. – 34 с.

19. Кононова М.М. Органическое вещество почвы: Его природа, свойства и методы изучения. – М.: Изд-во АН СССР. – 1963. – 314с.

20. Копитко П.Г. Збереження родючості ґрунту в інтенсивних плодкових насадженнях // Вісник аграрної науки. – 1999. – Спец. вип., вересень. – С. 10–16.

21. Копитко П.Г. Особливості застосування сидератів у плодкових насадженнях // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2016. – №1. – С. 37–41.

22. Копитко П.Г. Удобрення плодкових і ягідних культур. – Київ: „Вища школа”. – 2001. – 206 с.

23. Кравков С.П. Биохимия и агрохимия почвенных процессов. Л.: Наука. – 1978. – С. 67–128.

24. Крикунов В. Г., Полупан Н. И., Почвы УССР и их плодородие. – К.: Вища школа. – 1987. – 320 с.

25. Лактіонов М. І., Дегтярьов В. В., Малюга О. Ю., Кроцін С. В. Допитання про якісний склад гумусу з позицій агрогрунтознавства. // Вісник ХДАУ. – 2000. – № 1. – с. 12–19.

26. Лісовал А. П., Давиденко У. М., Мойсеєнко Б. М. Агрохімія: Лабораторний практикум. – К.: Вища школа. – 1994. – 335 с.

27. Лыков А. М. Гумус и плодородие почвы. – М.: Моск. Рабочий. – 1985. – 191 с.

28. Мазур С. А. Научные основы технологии расширенного воспроизводства и регулирования плодородия дерново-подзолистых почв Украинского Полесья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук 06.01.03. – Харьков. – 1990. – 38 с.

29. Недвига М. В., Невлад В. І., Прокопчук В. І., Стасіневич О. Ю. Деградація ґрунту: проблеми відновлення та збереження його родючості // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2017. – № 1. – С. 8–11.

30. Никитин Б. А. Плодородие биосферы и почв // Агрохимия. – 1999. – № 8. – с. 82–92.

31. Орлов Д. С. Биохимические принципы и правила гумусообразования. // Почвоведение. – 1988. – № 7. – с. 83–91.

32. Пейве Я. В. Биохимия почв. Сельхозиздат. – 1961. – 258 с.

33. Плодоводство. Под редакцией В. А. Колесникова. – М.: Колос. – 1979. – 415 с.

34. Полупан М. І., Ковальов В. Т. Теоретичні основи нагромадження гумусу в природних умовах, його еволюція та управління ним в агроценозах // Вісник аграрної науки. – 1997. – № 9. – С. 21–26.

35. Пономарёва В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. – Л.: Наука. – 1980. – 221 с.

36. Попов П.Д., Хохлов В.И., Егоров А.А. и др. Органические удобрения: Справочник. – М.: Агропромиздат. – 1988. – 207с.
37. Почвоведение // Под ред. Кауричева И.С. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат. – 1989. – 719с.
38. Почвы УССР. Под ред. М.М.Годлина. – К. – Харьков. – 1951. – 123с.
39. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. – т.1. Агрохимия. М.: Колос. – 1965. – 767с.
40. Семенов В.М., Иванникова Л.А., Кузнецова Т.В., Семенова Н.А. Роль растительной биомассы в формировании активного пула органического вещества почвы. // Почвоведение. – 2004. – № 11. – с. 1350–1359.
41. Соколовский А.Н. Избранные труды. – К. Урожай. – 1971. – 298с.
42. Томпсон Л.М., Троу Ф.Р. Почвы и их плодородие (перевод с англ. Э.И. Шконде) М., "Колос", 1982. 462 с.
43. Тюрин И.В. Органическое вещество и его роль в почвообразовании и плодородии. Учение о почвенном гумусе. – М.-Л.: Сельхозгиз. – 1937. – 285с.
44. Фокин А.Д. Идеи В.В.Докучаева и проблема органического вещества почв. // Почвоведение. – 1996. – № 2. – с. 187–196.
45. Фокин А.Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле. – М.: Наука. – 1986. – 174 с.
46. Фокин А.Д. Участие различных соединений растительных остатков в формировании и обновлении гумусовых веществ почвы. – В кн.: Проблемы почвоведения (советские почвоведы к XI Международному конгрессу в Канаде, 1978 г.). – М.: Наука. – 1978. – с. 60–65.
47. Чесняк Г.Я., Дерев'янка Р.Г. Родючість ґрунту і її динаміка. Як зберегти і підвищити родючість чорноземів. – К.: Урожай. – 1984. – с.29–37.
48. Чупрова В.В. Влияние сидератов на интенсивность продукционно-деструкционных процессов в агроэкосистемах средней Сибири // Агрохимия. – 1995. – №11. – С. 31–41.

49. Чупрова В.В., Евсеева Г.А. Влияние сидератов на азотный режим чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи // Агрехимия. – 1990. – №10. – С. 8–16.

50. Энциклопедический справочник. – К.: Главред. Укр. Сов. Энциклопедия. – 1987. – с. 49.

51. Яговенко Л.Л., Такунов И.И., Яговенко Г.Л. Влияние люпина на свойства почвы при его запашке на сидерацию // Агрехимия. – 2003. – № 6. – с. 71–80.

52. Яговенко Л.Л., Яговенко Г.Л. Биологические и продукционные аспекты люпиновой сидерации // Кормопроизводство. – 2001. – № 1. – с. 21–23.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України