

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о. зав. кафедри екології
доц. _____ Кацевич В.В.
« ____ » _____ 2023 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: «Вплив техногенного забруднення території Нікопольського району на інтенсивність акумуляції важких металів у агроценозах яблуні»

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи Е-1-19 за спеціальністю 101 «Екологія»

_____ Пасютін С.В.

Керівник: _____ к.с.-г.н., доцент Зленко І.Б.

Рецензент _____ ст.н.с., к.с. -г.н. Десятник Л. М.

Консультанти:

з економіки природокористування _____ к.е.н. доц, Полегенька М.А.

з охорони праці _____ ст. вик. Артюшенко Т.О

Дніпро 2023

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології
Освітній ступінь «бакалавр»
Спеціальність 101 «Екологія»

З А Т В Е Р Д Ж У Ю :
В.о. зав. кафедри екології
доц. _____ В.В.Кацевич
»_____» _____ 2023р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломну роботу здобувача вищої освіти

Пасюгину Сергію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив техногенного забруднення території Нікопольського району на інтенсивність акумуляції важких металів у агроценозах яблуні

2. Керівник роботи _____ Зленко Ірина Борисівна к.с.-г.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по агроуніверситету від « _____ » _____ р. за № _____.

3. Термін здачі здобувачем вищої освіти закінченої роботи : «20»06. 2023р.

4. Вихідні дані до роботи Данні про розподіл важких металів по рослині яблуні

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Вступ; 1. Огляд літератури; 2. Матеріали та методи проведення досліджень;

3 Результати досліджень та їх обговорення; 4 Економічна частина; 5. Охорона праці;

Висновок; Список літератури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

12 рисунків та 11 таблиць

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видано	завдання прийняв
1-3	Зленко І.Б.		
4	Полегенька М.А.		
5	Артюшенко Т.О		

7. Дата видачі завдання: «03» травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури	03.04.23 – 17.04.23	
2	Матеріали та методи проведення досліджень	18.04.23 – 03.5.23	
3	Результати досліджень та їх обговорення	04.5.23 – 15.5.23	
4	Економічна частина	05.06.23 – 06.06.23	
5	Охорона праці	06.06.23 – 07.06.23	
6	Висновок	0.8.06.19 – 0.8.06.19	

Здобувач вищої освіти _____ / Пасютін С.В
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ / Зленко І.Б
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи – 84 сторінок друкованого тексту, включаючи 12 рисунків та 11 таблиць. Перелік посилань містить 40 найменувань.

Метою даної роботи є вивчення розподілу важких металів, зокрема кадмію, свинцю, марганцю та заліза, в різних частинах яблуні.

Об'єкт досліджень – Розподіл цих важких металів у рослині

Предмет досліджень – Рослини яблуні.

Основними завданнями є:

1. Проаналізувати наукову літературу, пов'язану з впливом важких металів на рослинність.;
2. Охарактеризувати вплив важких металів на яблуню

Ключові слова: важкі метали, кадмій, свинець, марганець, заліз", яблуня, рослинність, , розподіл металів.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Взаємодія рослин і металів	9
1.2 Особливості розподілу важких металів по рослині яблуні та їх токсичні впливи	22
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1.1 Клімат досліджуваної території	26
2.1.2 Характеристика ґрунтових умов досліджуваної території	28
2.2 Методика проведення досліджень.	30
2.3 Оптимізація використання техногенних ландшафтів через рекультивацію та висадження яблунь на відвалах	31
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	33
3.1 Оцінка вмісту важких металів у гранітному шарі та земній корі.	33
3.2 Розподіл важких металів у яблуні	34
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	56
4.1 Економічна частина	56
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	64
5.1 Організація ОП в хімічній лабораторії	64
5.2. Небезпечні та шкідливі факторів при роботі в лабораторії	66
5.3. Технічні та організаційні заходи з охорони праці	69
5.4. Безпека при проведенні лабораторних досліджень	71
5.5 Дії в умовах НС	75
5.6 Висновок до охорони праці	79

ВИСНОВОК	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81

ВСТУП

В останні десятиліття розмови про здорове харчування та якість продуктів стали актуальнішими, особливо з урахуванням потенційних небезпек, пов'язаних зі забрудненням навколишнього середовища. Одним з аспектів, що викликають підвищений інтерес, є вміст важких металів у продуктах харчування, зокрема у фруктах та овочах. Існує особлива обуреність щодо наявності важких металів у плодах яблуні, оскільки яблука є одними з найпоширеніших фруктів, що споживаються людьми.

Важкі метали, такі як свинець, кадмій, та інші, можуть потрапляти в навколишнє середовище через різні джерела, включаючи промислову діяльність, сільське господарство та забруднення ґрунтів. Ці метали є токсичними для людини і можуть мати негативний вплив на здоров'я, особливо при тривалому та повторному впливі.

Плоди яблуні, завдяки своїм харчовим властивостям та популярності, є об'єктом підвищеного інтересу щодо вмісту важких металів. Однак, цей вміст може значно варіюватися в залежності від різних факторів, таких як рівень забруднення навколишнього середовища, використання пестицидів або добрив, сорт яблуні та інші чинники.

Ця проблема стає особливо актуальною для регіонів з промисловою діяльністю або забрудненими ґрунтами, де можуть бути виявлені підвищені рівні важких металів у плодах яблуні. Такі підвищені рівні можуть становити потенційну загрозу для здоров'я людей, які споживають ці продукти.

Отже, дослідження впливу важких металів на рослини, зокрема на плоди яблуні, має велике значення з практичної і наукової точки зору. Розуміння цього впливу дозволяє встановити токсичні дози, визначити

фактори, які впливають на вміст важких металів у плодах та розробити стратегії для забезпечення безпечного та якісного харчування

У даному дослідженні ми спрямовуємо свою увагу на аналіз впливу Нікопольського марганцеворудного кар'єру на вміст важких металів у плодах яблуні та оцінку його можливих наслідків для здоров'я людей. Відомості, отримані з цього дослідження, можуть служити основою для в'яснення можливості споживання яблук, вирощених поряд марганцеворудного кар'єру

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Взаємодія рослин і металів

Взаємодія між рослинами та важкими металами є важливою сферою вивчення навколишнього середовища, ботаніки та сільського господарства. Важкі метали є природними елементами з високою атомною вагою і можуть бути токсичними для живих організмів у підвищених концентраціях. Рослини, як первинні виробники, відіграють вирішальну роль у поглинанні та накопиченні важких металів із навколишнього середовища. Розуміння цієї взаємодії має життєво важливе значення для вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища, забезпечення безпеки харчових продуктів і розвитку стійких сільськогосподарських методів.

Взаємодія між рослинами та важкими металами має кілька важливих наслідків, наприклад, забруднення навколишнього середовища, важкі метали можуть потрапляти в навколишнє середовище через природні процеси або діяльність людини, наприклад видобуток корисних копалин, промислові викиди та використання агрохімікатів. Після вивільнення вони можуть забруднювати ґрунт, водойми та повітря, становлячи серйозну небезпеку для екосистем та здоров'я людей. Рослини можуть виступати індикаторами забруднення важкими металами та сприяти рекультивації забруднених ділянок за допомогою таких процесів, як фітореMediaція. Безпека харчових продуктів, важкі метали можуть накопичуватися в культурах, що призводить до забруднення харчового ланцюга. При споживанні людьми або тваринами ці метали можуть становити небезпеку для здоров'я, включаючи пошкодження органів, неврологічні розлади та канцерогенні ефекти. Розуміння того, як рослини взаємодіють з важкими металами, може допомогти розробити стратегії пом'якшення накопичення металів у продовольчих культурах і забезпечити безпечність харчових продуктів. Сільськогосподарська практика, деякі важкі метали, такі як цинк і мідь, є

важливими мікроелементами, необхідними рослинам для росту та розвитку. Однак надмірна кількість може завдати шкоди здоров'ю рослини. Збалансоване використання важких металів у сільськогосподарській практиці має важливе значення для оптимізації врожайності при мінімізації екологічних ризиків. Фітовидобуток і управління ресурсами, певні види рослин мають здатність накопичувати економічно цінні важкі метали, що робить їх потенційними кандидатами для фітовидобутку. Фітомайнінг - це екологічно чистий підхід до вилучення металів із низькоякісних руд або забруднених ґрунтів, що зменшує потребу у традиційних методах видобутку та зберігає мінеральні ресурси.

Вивчення взаємодії між рослинами та важкими металами має кілька цілей, включаючи розуміння того, як рослини поглинають важкі метали з навколишнього середовища, вивчення моделей розподілу важких металів у тканинах і органах рослин, оцінку шкідливого впливу токсичності важких металів на ріст рослин і фізіологічні процеси, визначення сприятливого впливу основних важких металів на здоров'я та метаболізм рослин, дослідження стратегій рослин для детоксикації та накопичення важких металів, а також вивчення потенційного застосування рослин у фіторемерації, фітоекстракції та практиках сталого сільського господарства.

Вирішуючи ці цілі, дослідники можуть сприяти кращому розумінню взаємодії між рослинами та важкими металами, що призведе до покращення управління навколишнім середовищем, безпеки харчових продуктів та сталого використання ресурсів.

Надходження важких металів у рослини є вирішальним кроком у розумінні їх подальшого розподілу та впливу. Важкі метали можуть надходити в рослини через різні шляхи та механізми, залежні від таких факторів, як наявність металів, властивості ґрунту та фізіологічні процеси рослин. У цьому розділі розглядаються основні шляхи поглинання металів рослинами та ключові фактори, що впливають на їх надходження [1].

Поглинання коренем є основним шляхом надходження важких металів

таких як кадмій, кобальт, магній у рослини, особливо металів, присутніх у ґрунті. Процес включає в себе такі кроки, як поглинання поверхнею кореня: іони важких металів, присутні в ґрунтовому розчині, контактують з поверхнею кореня. Кореневий епідерміс і кореневі волоски відіграють значну роль у полегшенні процесу всмоктування. Мембранний транспорт: поглинання важких металів через плазматичну мембрану кореня відбувається за допомогою різних транспортних механізмів, включаючи пасивну дифузію, полегшену дифузію та активний транспорт. У цьому процесі задіяні транспортери металу та іонні канали, розташовані на мембрані клітин кореня. Комплексоутворення металів: потрапляючи в клітини кореня, іони важких металів можуть зв'язуватися з органічними лігандами, такими як органічні кислоти та амінокислоти, утворюючи комплекси метал-ліганд. Ці комплекси можуть посилити поглинання металів або забезпечити захист від токсичності металів.

Позакореневе поглинання відноситься до поглинання важких металів через листя рослини. Хоча позакореневе поглинання зазвичай менш значне порівняно з кореневим поглинанням, воно може сприяти загальному накопиченню металу в рослинах, особливо у випадку атмосферного осадження або позакореневого обприскування. Одним із етапів процесу є адсорбція металів. Це відноситься до частинок або іонів важких металів в атмосфері, які осідають на поверхні листя. Адсорбція може відбуватися через фізичну адсорбцію або хімічні реакції, такі як іонний обмін або утворення комплексу з поверхневими сполуками. Проникнення в кутикулу, важкі метали можуть проникати в кутикулу рослини, яка є восковим шаром, що покриває поверхню листя. Цьому проникненню можуть сприяти такі фактори, як розчинність металу, характеристики поверхні листя та проникність кутикули. Поглинання продихами: продихи, невеликі отвори на поверхні листя, можуть пропускати газоподібні форми важких металів, наприклад, пари ртуті або газоподібні оксиди металів. Потрапляючи всередину листя, метали можуть перетворюватися в розчинні форми і

транспортуватися далі по рослині.

Осадження з повітря – це пряме осадження важких металів на надземні частини рослин, включаючи листя, стебла та квіти. Цей шлях передбачає осадження металовмісних частинок або газів з атмосфери на поверхні рослин. Після осідання метали можуть потрапити в рослину через поглинання листям або подальше змивання дощовою водою, що призводить до поглинання коренями.

Кілька факторів впливають на те, як рослини поглинають важкі метали, включаючи такі властивості ґрунту, як рН, вміст органічної речовини, мінеральний склад глини та здатність до катіонного обміну. Кислі ґрунти, як правило, збільшують поглинання металів. Хімічна форма, в якій метал існує в ґрунті, сильно впливає на його біодоступність і поглинання рослинами. Різні види металів можуть проявляти різні рівні розчинності, токсичності та доступності для рослин.

Фізіологічні процеси рослин, такі як швидкість транспірації, ексудація коренів і поглинання поживних речовин, можуть впливати на поглинання металу. Наприклад, виділення кореневих ексудатів може впливати на розчинність і доступність іонів металів у ризосфері.

Розуміння надходження важких металів у рослини є життєво важливим для розуміння їх подальшого розподілу та впливу в рослині. Розглядаючи різні шляхи та фактори, що впливають на поглинання металів, дослідники можуть краще зрозуміти динаміку накопичення важких металів у рослинах і розробити стратегії управління забрудненням металами та його потенційними наслідками [1].

Подальші дослідження в цій галузі необхідні для глибшого вивчення механізмів поглинання металів і вивчення взаємодії між різними факторами, що впливають на надходження металів у рослини. Крім того, вивчення конкретних транспортерів металів і каналів, залучених до поглинання коренем, і факторів, що впливають на поглинання листям, може дати цінну інформацію про підвищення стійкості рослин до стресу важких металів і

розробку ефективних стратегій фітореMediaції.

Загалом, розуміння надходження важких металів у рослини є фундаментальним кроком у розкритті складних взаємодій між рослинами та металами. Це є основою для дослідження їх подальшого поширення, шкідливого та корисного впливу, який вони справляють на рослини, а також потенційного застосування рослин у відновленні навколишнього середовища та відновленні.

Фактори, що впливають на поглинання металу рослинами, можуть відрізнятися залежно від конкретного металу, виду рослини та умов навколишнього середовища. Ось деякі з ключових факторів, які можуть впливати на поглинання металу, кислотність ґрунту відіграє вирішальну роль у доступності та поглинанні металів рослинами. Деякі метали, такі як алюміній і марганець, більш розчинні та доступні в кислих ґрунтах, тоді як інші, такі як цинк і мідь, більш доступні в слабокислих до нейтральних діапазонах рН. Органічна речовина ґрунту може впливати на поглинання металів шляхом зв'язування з металами та зменшення їх доступності для рослин. Це також може впливати на структуру ґрунту та здатність до катіонного обміну, опосередковано впливаючи на поглинання металу. Текстура ґрунту, включаючи пропорції піску, мулу та глини, впливає на доступність металу. Метали мають тенденцію сильніше адсорбуватися на частинках глини, що робить їх менш доступними для поглинання рослинами. Крім того, наявність певних мінералів у ґрунті, таких як оксиди заліза або глинисті мінерали, може впливати на наявність металів.

Хімічна форма, в якій метал існує в ґрунті, може суттєво вплинути на його біодоступність і поглинання рослинами. Метали можуть існувати у вигляді розчинних іонів, у комплексах з органічними лігандами або зв'язаними з частинками ґрунту. Розчинні іони металів, як правило, більш доступні для поглинання рослинами.

Ґрунтові мікроорганізми, такі як мікоризні гриби та ризосферні бактерії, можуть впливати на поглинання металів рослинами. Ці

мікроорганізми можуть утворювати симбіотичні стосунки з рослинами, підвищуючи поглинання поживних речовин і металів за допомогою різних механізмів, включаючи підвищену солюбілізацію та хелатування металів. Фізіологічні процеси рослин, такі як механізми поглинання поживних речовин, виділення коренів і метаболічні процеси, можуть впливати на поглинання металів. Наприклад, деякі заводи мають спеціалізовані транспортери металу, які полегшують поглинання певних металів. Конкуренція з іншими іонами: присутність інших іонів, таких як необхідні поживні речовини або конкуруючі метали, може впливати на поглинання металів рослинами. Деякі метали можуть конкурувати з основними поживними речовинами за механізми поглинання, що призводить до зміни поглинання металів. Умови навколишнього середовища, такі як температура, вологість та інтенсивність світла, можуть впливати на поглинання металу. Ці фактори можуть впливати на фізіологію рослин, ріст коренів і метаболічні процеси, тим самим впливаючи на поглинання металу[1].

Важливо зазначити, що відносна важливість цих факторів може змінюватися залежно від конкретного металу та виду рослини. Крім того, взаємодія між цими факторами може додатково впливати на динаміку поглинання металу. Розуміння цих факторів має вирішальне значення для розробки стратегій пом'якшення токсичності металів у рослинах і управління забрудненням металами в сільськогосподарських і екологічних умовах [1,2].

Коли важкі метали поглинаються рослинами, вони проходять складний процес розподілу в різних рослинних тканинах і органах. На модель розподілу впливає кілька факторів, у тому числі види металів, види рослин і фізіологічні процеси в рослині. Розуміння розподілу важких металів у рослинах має вирішальне значення для оцінки їхнього потенційного впливу та розробки ефективних стратегій пом'якшення. У цьому розділі розглядаються ключові аспекти розподілу металів на підприємствах

Після надходження в коріння важкі метали можуть транслокуватися всередині рослини через ксилему і флоему. Процес транслокації дозволяє

металам рухатися від коренів до надземних частин рослини. Однак не всі метали демонструють однакошу здатність до транслокації. Деякі метали, такі як кадмій і свинець, мають тенденцію накопичуватися в основному в коренях і менш ефективно транспортуються до пагонів, тоді як інші, такі як цинк і марганець, можуть переміщуватися більшою мірою [3].

Розподіл важких металів у рослинах може відрізнятись між різними органами рослин. Ось кілька загальних моделей накопичення металу. Коріння є основним місцем для поглинання та накопичення металу. Певні метали, наприклад свинець і кадмій, мають тенденцію більше накопичуватися в тканинах коренів. Це накопичення допомагає запобігти надмірній транслокації металу до пагонів і захищає надземні частини рослини від токсичності металу. Деякі метали, зокрема такі необхідні мікроелементи, як цинк, мідь і залізо, можуть бути перенесені з коренів у пагони та листя, де вони необхідні для різноманітних метаболічних процесів. Ці метали часто розподіляються по тканинах листя, включаючи клітини мезофілу та жилки. Важкі метали також можуть накопичуватися в репродуктивних органах, таких як фрукти та насіння. Це накопичення може мати наслідки для безпеки харчових продуктів і здоров'я людини, оскільки вживання забруднених фруктів або насіння може призвести до впливу металу. Рослини мають механізми секвестрації важких металів у вакуолях, які є мембранними відділами в клітинах. Цей секвестр допомагає зменшити токсичну дію металів, обмежуючи їх взаємодію з чутливими клітинними компонентами [3,4].

На розподіл важких металів у рослинах впливає кілька факторів, специфікація та комплексоутворення металу, хімічна форма металу в рослині впливає на його розподіл. Метали, які утворюють комплекси з органічними лігандами або зв'язуються зі специфічними білками, можуть бути секвестровані або транспортовані по-різному в тканинах рослин. Фізіологія рослин і метаболічні процеси, фізіологічні процеси рослин, включаючи механізми транспортування поживних речовин і метаболічні процеси,

можуть впливати на розподіл металів. Транспортери металів відіграють життєво важливу роль у полегшенні руху металів у тканинах рослин. Транспірація та рух води, транспірація, втрата води через листя, створює градієнт водного потенціалу, який забезпечує висхідний рух води та розчинених речовин, у тому числі металів, у рослині. Рух води всередині ксилеми може впливати на розподіл металу. Умови навколишнього середовища, фактори навколишнього середовища, такі як світло, температура та вологість, можуть впливати на розподіл металу в рослинах. Наприклад, зміна інтенсивності світла може впливати на виділення металів різними органами рослин. Види рослин і генотипні варіації, різні види рослин демонструють варіації в моделях розподілу металів. Деякі види мають природні механізми, які дозволяють їм накопичувати більш високий рівень металів у певних органах або тканинах, тоді як інші можуть мати кращі механізми виключення металів.

Розуміння факторів, що впливають на розподіл металів у рослинах, має вирішальне значення для оцінки потенційних ризиків, пов'язаних із накопиченням металів, і розробки стратегій пом'якшення токсичності металів. Потрібні подальші дослідження, щоб дослідити молекулярні та фізіологічні механізми, що лежать в основі розподілу металів, і ідентифікувати види рослин з ефективною здатністю до транслокації та секвестрації металів для потенційного застосування у фіторе mediaції та гіперакумуляції металів [5].

Крім початкового розподілу важких металів в органах рослин, можуть відбуватися динамічні процеси перерозподілу та ремобілізації металів. Ці процеси можуть відбуватися за певних умов, таких як дефіцит поживних речовин або екологічні стреси, і відіграють певну роль в оптимізації використання металу та мінімізації його токсичності. Деякі ключові механізми, задіяні в перерозподілі та ремобілізації металу, включають: Конкуренція поживних речовин: метали можуть конкурувати з основними поживними речовинами за транспортування та зв'язування в межах рослини.

За умов дефіциту поживних речовин рослини можуть перерозподіляти метали з менш важливих тканин до більш життєво важливих тканин, щоб забезпечити доступність поживних речовин, необхідних для росту та розвитку. Старіння та опадання листя: під час старіння поживні речовини, включно з важкими металами, можуть ремобілізуватися зі старіючих або відмираючих тканин до активно зростаючих частин рослини. Ця ремобілізація допомагає підтримувати баланс поживних речовин і зменшує накопичення металу в старіючих тканинах. Переміщення від коренів до пагонів: рослини можуть змінювати переміщення металів від коренів до пагонів залежно від фізіологічних вимог і факторів навколишнього середовища. Ця здатність дозволяє рослинам контролювати розподіл металів і мінімізувати потенційну шкоду, спричинену надмірним накопиченням металу в чутливих надземних тканинах. Механізми детоксикації: рослини володіють різними механізмами детоксикації для пом'якшення шкідливого впливу важких металів. Ці механізми включають секвестрацію металів у вакуолі, комплексоутворення з білками або пептидами, що зв'язують метали, і хелатування з органічними лігандами. Ці процеси сприяють перерозподілу металів і знижують токсичність металів у життєво важливих відділах клітини [4,5].

На розподіл важких металів у рослинах можуть впливати як генетичні фактори, так і екологічні умови. Генетичні варіації між видами рослин або всередині популяцій можуть впливати на моделі розподілу металів. Деякі рослини мають природні генетичні адаптації, які дозволяють їм накопичувати та переносити більш високі рівні певних металів у певних тканинах або органах [6].

Фактори навколишнього середовища, такі як доступність металу, властивості ґрунту та умови стресу, також відіграють значну роль у визначенні розподілу металу в рослинах. Зміни умов навколишнього середовища, такі як забруднення металами або змінена доступність поживних речовин, можуть впливати на динаміку поглинання, транслокації

та перерозподілу металів у тканинах рослин.

Підсумовуючи, розподіл важких металів у рослинах є складним процесом, на який впливають видоутворення металів, фізіологія рослин, умови навколишнього середовища та генетичні фактори. Розгадуючи механізми розподілу та ремобілізації металу, дослідники можуть отримати уявлення про поглинання рослинним металом і стратегії толерантності. Ці знання необхідні для розробки ефективних підходів до пом'якшення токсичності металів, покращення екологічної реабілітації та використання потенційних переваг накопичення металів у рослинах [5].

Важкі метали, навіть у низьких концентраціях, можуть мати шкідливий вплив на ріст, розвиток і загальний стан здоров'я рослин. Їх токсична дія на рослини може проявлятися через різні фізіологічні, біохімічні та молекулярні механізми. Розуміння шкідливого впливу важких металів на рослини має вирішальне значення для оцінки впливу забруднення металами на екосистеми та розробки стратегій пом'якшення їхньої токсичності. У цьому розділі висвітлюються деякі з основних шкідливих впливів важких металів на рослини. Важкі метали мають здатність перешкоджати росту та розвитку рослин, втручаючись у основні фізіологічні процеси [7]. Це може спричинити такі негативні наслідки, як пригнічення проростання насіння або затримка його початку під впливом високих концентрацій важких металів. Як наслідок, це може призвести до поганого приживання та зменшення популяції рослин.

Важкі метали перешкоджають поділу, подовженню та диференціації клітин, що призводить до уповільненого росту та зменшення розміру рослини. Рослини можуть демонструвати коротше коріння, дрібніше листя та загальне погане виробництво біомаси. Хлороз, пожовтіння листя, є поширеним симптомом токсичності важких металів у рослинах. Важкі метали можуть порушити синтез хлорофілу та призвести до зниження ефективності фотосинтезу. Крім того, накопичення металу в тканинах листя може спричинити некроз листя та передчасне старіння. Важкі метали можуть

впливати на архітектуру кореня, що призводить до зменшення довжини кореня, порушення формування бокового кореня та зменшення розгалуження коренів. Ці зміни в розвитку коренів можуть негативно вплинути на поглинання поживних речовин і води, ще більше погіршуючи ріст рослин [8].

Важкі метали можуть порушувати фотосинтез і різні метаболічні процеси в рослинах. Важкі метали впливають на фотосинтетичний апарат, включаючи пігменти хлорофілу, фотосистеми I і II, а також компоненти транспортного ланцюга електронів. Це порушення призводить до зниження ефективності фотосинтезу та зменшення синтезу багатих енергією сполук, таких як вуглеводи. Важкі метали можуть перешкоджати поглинанню та використанню основних поживних речовин, таких як азот, фосфор і калій. Вони можуть пригнічувати механізми поглинання поживних речовин, порушувати транспорт поживних речовин у рослині та спричиняти дисбаланс у гомеостазі поживних речовин. Важкі метали утворюють активні форми кисню (АФК) у клітинах рослин, що призводить до окисного стресу. АФК можуть спричинити пошкодження клітинних компонентів, включаючи білки, ліпіди та ДНК. Дисбаланс між виробництвом АФК і системами антиоксидантного захисту може призвести до пошкодження клітин і порушення метаболізму рослин. Важкі метали можуть пригнічувати активність різних ферментів, які беруть участь у метаболізмі рослин. Особливо можуть постраждати ферменти, відповідальні за виробництво енергії, дихання, фотосинтез і процеси детоксикації. Це порушення призводить до метаболічного дисбалансу та зниження ефективності біохімічних реакцій [1,2].

Важкі метали можуть викликати генотоксичні ефекти в рослинах, викликаючи пошкодження ДНК і зміни експресії генів. Важкі метали можуть прямо чи опосередковано викликати розриви ДНК, що призводить до генетичної нестабільності та мутацій. Це пошкодження ДНК може погіршити важливі клітинні процеси та порушити ріст і розвиток рослин. Важкі метали можуть модулювати моделі експресії генів у рослинах, що призводить до

змін у синтезі білків та інших життєво важливих молекул. Ці зміни можуть впливати на різні фізіологічні та біохімічні шляхи, сприяючи токсичності металів. Вплив важких металів викликає активацію генів реакції на стрес у рослин. Ці гени беруть участь у різних захисних механізмах, включаючи синтез антиоксидантів, хелаторів і транспортерів металів. Тривала активація генів реакції на стрес можуть мати метаболічні витрати та можуть відволікати ресурси від росту та розвитку [8].

Важкі метали можуть перешкоджати засвоєнню води та поживних речовин рослинами, що призводить до дисбалансу та дефіциту. Токсичність важких металів може порушити механізми поглинання кореневої води, що призводить до зниження поглинання води та погіршення транспортування води всередині рослини. Це може призвести до нестачі води та симптомів в'янення. Важкі метали можуть конкурувати з основними поживними речовинами за механізми поглинання, що призводить до зниження поглинання поживних речовин. Метали також можуть перешкоджати процесам засвоєння поживних речовин, таким як транспорт поживних речовин у рослині, що призводить до дисбалансу та дефіциту поживних речовин. Важкі метали можуть порушити іонний гомеостаз у клітинах рослин. Вони можуть змінювати концентрацію необхідних іонів, таких як кальцій, калій і магній, що призводить до дисбалансу та порушень у клітинних процесах [9].

Токсичність важких металів може негативно вплинути на розмноження рослин і життєздатність насіння. Важкі метали можуть порушити розвиток квіток, порушуючи формування репродуктивних структур. Це може призвести до зниження запилення та зав'язування насіння. Важкі метали можуть впливати на розвиток насіння та знижувати життєздатність насіння. Насіння, вироблене рослинами, які зазнали впливу високих рівнів важких металів, може демонструвати знижену швидкість проростання та низьку силу розсади. Вплив на покоління: вплив важких металів також може мати вплив на покоління, коли негативний вплив на розмноження рослин і

життєздатність насіння переноситься на наступні покоління. Це може призвести до довгострокових наслідків для популяцій рослин і динаміки екосистем.

Важливо відзначити, що серйозність шкідливого впливу важких металів на рослини залежить від різних факторів, включаючи концентрацію металу, тривалість впливу, вид рослин і умови навколишнього середовища. Різні види рослин демонструють різну толерантність і чутливість до металів. Крім того, деякі види рослин розробили механізми, такі як виключення або поглинання металів, щоб пом'якшити токсичну дію важких металів [9].

Розуміння шкідливого впливу важких металів на рослини має вирішальне значення для розробки стратегій пом'якшення токсичності металів, підвищення стійкості рослин і відновлення екосистем, уражених забрудненням металами [10].

У той час як важкі метали в першу чергу відомі своїм шкідливим впливом на рослини, деякі важкі метали також можуть мати сприятливий вплив, якщо вони присутні в допустимих кількостях. Ці метали, відомі як необхідні мікроелементи, відіграють важливу роль у різних фізіологічних процесах і необхідні для оптимального росту та розвитку рослин [11,12]. У цьому розділі розглядаються деякі з корисних впливів важких металів на рослини.

Кілька важких металів є важливими мікроелементами для росту та функціонування рослин. Цинк є життєво важливим мікроелементом для рослин і бере участь у різних ферментативних реакціях, включаючи фотосинтез, синтез гормонів і синтез ДНК. Це також важливо для розвитку коренів, синтезу білка та стресостійкості [13,14]. Мідь є важливим мікронутрієнтом, який бере участь у процесах перенесення електронів, активації ферментів і синтезі лігніну. Він відіграє вирішальну роль у фотосинтезі, диханні та захисті від окисного стресу. Залізо є критично важливим мікроелементом, необхідним для синтезу хлорофілу, транспорту електронів і ферментативних реакцій, що беруть участь в енергетичному

обміні. Він також бере участь у фіксації азоту та синтезі ДНК. Марганець необхідний для фотосинтезу, оскільки він бере участь у комплексі виділення кисню фотосистеми II. Він також відіграє важливу роль в активації ферментів, антиоксидантному захисті та вуглеводному обміні. Молібден бере участь у метаболізмі азоту, оскільки він є компонентом ферментів, необхідних для відновлення нітратів і фіксації азоту [15]. Він також бере участь у метаболізмі сірки та активує кілька ферментів, які беруть участь у рості рослин.

Ці необхідні мікроелементи необхідні в невеликих кількостях для нормального росту і розвитку рослин. Вони є основними компонентами різних ферментів і білків, які беруть участь у найважливіших фізіологічних процесах [11].

Рослини розробили різні механізми детоксикації та накопичення важких металів, що дозволяє їм виживати та процвітати в середовищах, забруднених металами. Ці механізми включають процеси, які мінімізують шкідливий вплив важких металів на рослинні клітини та тканини. У цьому розділі розглядаються деякі з ключових механізмів детоксикації та накопичення, що використовуються рослинами.

1.2 Особливості розподілу важких металів по рослині яблуні та їх токсичні впливи.

Розподіл важких металів у яблуні може змінюватися залежно від кількох факторів, включаючи тип важкого металу, його концентрацію в ґрунті, механізми поглинання та фізіологічні процеси в дереві. Коріння яблунь відповідає за поглинання важких металів із ґрунту. Розподіл важких металів у дереві починається на межі ґрунт-корінь, де коренева система контактує із забрудненим ґрунтом. Наявність і рухливість важких металів у ґрунті впливає на їх поглинання коренями [16,18]. Після поглинання корінням важкі метали можуть транспортуватися всередині дерева через

судинну систему, насамперед через тканини ксилеми та флоєми. Переміщення важких металів може відбуватися як вгору (акропетально), так і вниз (базипетально) всередині дерева, досягаючи різних частин рослини [17]. Важкі метали можуть накопичуватися в різних тканинах і органах яблуні. Коріння зазвичай накопичують вищі концентрації важких металів через їх близькість до забрудненого ґрунту. Однак важкі метали також можуть потрапити в надземні частини рослин, включаючи стебла, листя, квіти та плоди. Конкретний розподіл важких металів у яблуні може змінюватися залежно від типу важких металів і фізіологічних процесів, пов'язаних з їх транспортуванням і зберіганням [18]. Коренева система яблуні відіграє вирішальну роль у розподілі важких металів. Тонкі кореневі волоски та мікоризні асоціації збільшують площу поверхні для поглинання металу. Різні кореневі структури, такі як первинні корені, бічні корені та кореневі волоски, можуть проявляти різну здатність до поглинання та накопичення важких металів [19,20]. Важкі метали можуть переміщатися від коренів до стебел і листя через ксилему. Розподіл у цих тканинах може змінюватись залежно від таких факторів, як швидкість транспірації, рух води та здатність клітинних стінок і мембран до зв'язування металів. Наявність важких металів у листі можна візуально виявити за зміною кольору листя або іншими видимими симптомами [20,21]. Важкі метали також можуть накопичуватися в репродуктивних органах яблуні, включаючи квіти та плоди. Це може мати наслідки для якості та безпеки плодів. Залежно від важкого металу, його концентрації та часу накопичення, він може вплинути на розвиток плодів, урожайність і потенційні ризики для здоров'я людини, пов'язані зі споживанням важких металів [20,21].

Важливо провести дослідження та аналіз рослинних тканин, щоб оцінити розподіл і накопичення важких металів у яблуні. Ці дослідження допомагають зрозуміти потенційні ризики, розробити відповідні стратегії пом'якшення наслідків і забезпечити виробництво безпечних і здорових врожаїв яблук.

Токсичний вплив важких металів на яблуні може мати згубний вплив на їх ріст, розвиток і загальний стан здоров'я. Ось деякі ключові токсичні ефекти, пов'язані з впливом важких металів на яблуні, важкі метали, такі як свинець (Pb), кадмій (Cd), можуть перешкоджати процесу фотосинтезу в яблуні. Вони можуть порушувати синтез хлорофілу, порушувати функцію фотосистем і пригнічувати активність ферментів, які беруть участь у фотосинтезі. Це призводить до зниження виробництва багатих енергією сполук і зниження росту рослин [22]. Важкі метали можуть викликати окислювальний стрес у яблунь, утворюючи активні форми кисню і порушуючи баланс між виробництвом АФК і системами поглинання. активні форми кисню можуть спричинити пошкодження клітинних компонентів, включаючи білки, ліпіди та ДНК, що призводить до клітинної дисфункції та пошкодження тканин [22,23].

Токсичність важких металів може порушити поглинання, транспортування та використання основних поживних речовин у яблуні. Наприклад, високі концентрації важких металів можуть перешкоджати засвоєнню необхідних елементів, таких як кальцій (Ca), магній (Mg) і калій (K), що призводить до дисбалансу та дефіциту поживних речовин. Це може негативно позначитися на різних фізіологічних процесах і погіршити ріст і розвиток рослин [24]. Тривалий вплив високих рівнів важких металів може призвести до затримки росту та розвитку яблунь. Він може пригнічувати поділ і подовження клітин, зменшувати ріст пагонів і коренів і погіршувати загальну архітектуру рослини. Це може призвести до зменшення розміру дерева, зниження врожаю та поганої якості плодів [25]. Токсичність важких металів може проявлятися у вигляді видимих симптомів на листі яблуні. Хлороз, який характеризується пожовтінням або побілінням тканин листя, є поширеним симптомом, пов'язаним зі стресом, пов'язаним із важкими металами. У важких випадках можуть розвинутися некротичні ураження, що призведе до відмирання листя та передчасного опадання листя [26,27]. Накопичення важких металів у плодах яблук може мати шкідливий вплив на

якість і безпеку плодів. Підвищений вміст важких металів у фруктах становить ризик для здоров'я людини при споживанні. Це може вплинути на смак, текстуру, поживний склад і ринкову вартість фруктів [26,27].

Важливо вжити заходів для пом'якшення токсичності важких металів у яблуні, таких як рекультивация ґрунту, належне зрошення та дренаж, а також вибір стійких до важких металів сортів яблук. Регулярний моніторинг рівня важких металів у садах і дотримання інструкцій з безпеки можуть допомогти мінімізувати токсичний вплив і забезпечити виробництво безпечних і здорових врожаїв яблук.

Важкі метали зазвичай вважаються токсичними для рослин і можуть мати шкідливий вплив на їх ріст і здоров'я. Однак важливо відзначити, що деякі важкі метали, якщо вони присутні в незначних кількостях, можуть благотворно впливати на яблуні. Ось кілька прикладів. Цинк є важливим мікроелементом для росту та розвитку рослин. Він відіграє вирішальну роль у активності ферментів, синтезі білка та утворенні хлорофілу. Адекватний рівень цинку сприяє здоров'ю листя, покращенню фотосинтезу та розвитку плодів яблуні.[28,29] Мідь є ще одним важливим мікроелементом, який важливий для різних фізіологічних процесів у рослинах. Він бере участь у фотосинтезі, диханні та синтезі лігніну. Належний рівень міді в яблуні сприяє кращому росту, стійкості до хвороб і загальному розвитку рослин [29,30]. Марганець необхідний для активації численних ферментів, які беруть участь у метаболічних процесах, включаючи фотосинтез. Він важливий для синтезу хлорофілу, метаболізму азоту та механізмів антиоксидантного захисту. Адекватні рівні марганцю сприяють покращенню здоров'я листя та загальній продуктивності рослини [30-33].

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1.1 Клімат досліджуваної території

Кліматичні чинники слід розглядати як першу стадію в потоці росту та розвитку Рослінта, а також проти повільності часу та простору. До них належать живучість гірських порід, характер геохімічної міграції елементів, особливості формування та росту ґрунтового покриву тощо. сторони та вихідні дані (понад + 10 °С) під час вибору культур для створення стійких агроєкосистем на меліорованих землях.

Характеризуючи кліматичну спрямованість території басейну Нікопольського марганцевого родовища, використовували дані метеостанції міста Нікополь (табл. 2.2-2.3) та літературні джерела (Atlas of Natural Minds....1973; Чугай, 1973; Черняк, Глуходід, 1969; Сідельник, 1960; Бекаревич), Бондар, Додатко, Сидорович, Масюк, Скороход, 1974; Кізяков, Гниненко, Пабат та ін., 1988).

Таблиця 2.1-Кількість атмосферних опадів і розподіл їх по місяцях, мм (дані Нікопольської метеостанції)

Роки	Місяці												Ссер едня річна
	січень	лютий	березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2021	51,1	20,0	59,7	34,7	33,9	33,1	17,0	22,8	22,5	31,7	106	77,1	509,1
2022	45,7	21,1	38,3	12,8	32,2	38,5	41,4	8,1	85,4	30,4	42,1	43,2	434,1

Для кліматичних зон Алісової , регіон слід віднести до теплої зони атлантично-континентальної Європи без достатньої кількості води, спокійної кліматичної зони; Ісаченко переносить вологу в субаридну кліматичну зону світового континенту; на думку Берга . «Область розташована в степовій кліматичній зоні.

Клімат регіону характеризується недостатньою забезпеченістю водою протягом вегетаційного періоду, достатньою кількістю світла і тепла. Типові показники сумарної сонної радіації становлять 447-460 кДж/см², радіаційного балансу - 192-205 кДж/см², у тому числі вхідної - 100-107, висячої - 66-71, осінньої - 25-29, зимової 0,8-2 кДж/см². Кількість сонячної енергії, що досягає поверхні ґрунту, становить 2713 у сонячне літо, 602 у холодну погоду та 690 і 176 взимку.

Таблиця 2.2-Середньомісячна і середньорічна температура повітря, °С (дані Нікопольської метеостанції)

Роки	М і с я ц і												сере дня річна
	січень	лютий	березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2021	0,6	0,2	,9	1,9	4,7	3,2	5,6	0,4	6,8	3,6	,8	,1	1,1
2022	3,8	,1	,6	3,6	6,1	9,3	2,9	2,5	4,8	,3	,3	,4	0,3

За даними Нікопольської метеорологічної станції, середня нічна температура по області знову очікується +7,9°С, а середня температура Сонця +9,0°С. Середня температура найтеплішого місяця (липового) +22,2°С, найхолоднішого (сонячного) - 5,1°С. Абсолютний максимум температури, зафіксований метеослужбою, становить +39,3°С, абсолютний мінімум - 35,0°С.

За твердженням П.І. Лазаренка, (середнє падіння 250-378 мм, середня температура +9,8°C), 43% - середньоводні (383-493 мм, +9,5). °C) і 37% сокова вода (512-639 мм, +9,1°C). Середнє падіння за вегетаційний період (165-175 днів) становило 275 мм, активні суми температур 2426°C.

Середня сума атмосферних опадів 432 мм (м. Нікополь). За роки спостережень у басейні Нікопольського марганцевого родовища (2021-2022 рр.) спостерігався спад від середньої річки на 492 мм, що на 60 мм більше від середнього багатрічного показника. За місяцями падіння розподілені нерівномірно. Весна і рання весна були найбільш вологими і сухими місяцями.

Таким чином, чутливість за вегетаційний період у зоні передачі спочатку визначають за вологами та правилом розподілу протягом вегетаційного періоду. В іншу пору року частішають атмосферні посухи, особливо липнево-серпневі, що призводить до різкого зниження врожайності ярих культур. Регіональні зміни значення місцевих кліматичних особливостей поєднуються для виявлення екстремальних атмосферних процесів, таких як стратиграфічні аномалії в Каховському водосховищі, техногенний ландшафт регіону, поява бурих копалінів, діяльність металургійно-енергетичного комплексу.

2.1.2 Характеристика ґрунтових умов досліджуваної території.

Ґрунтоутворення трав'яних ділянок визначається процесом накопичення натрію гумусу, який відбувається під впливом трав'янистої рослинності та відбувається в умовах помірно сухого клімату, переважно на суглинистих суглинках. Цей процес відбувається в умовах некислотного режиму з утворенням алювіальних карбонатних горизонтів і закріпленням ґрунтових колоїдів, глини і гумусу.

Ґрунтовий покрив досліджуваної території детально досліджувався у другій половині 20 століття. Під час ґрунтового обстеження визначено такі

генетичні групи ґрунтів: звичайні цілі породи, південні цілі скелі, нормальні та південні слабоеродовані породи, середньо та сильно еродовані південні схили, південні схили. з ознаками солонцювакості з слабозасоленими породами, гірськими породами і лучно-чорноземними солонцями, ґрунтами, ураженими луговими солонцями, комплексно солонцюватими і солодами.

Нікопольські родовища марганцю розташовані в південній частині Чорноземного поясу. Ці відкладення мають 3-4% гумусу, товщина верхнього шару 30-35 см, гумусовий профіль 62-74 см. При виїмці цих ґрунтів для гірського будівництва їх слід знімати на глибину 50-60 см. Для меліоративних цілей бажано не використовувати ґрунти з вмістом гумусу менше 1%.

Зі зменшенням вмісту гумусу водостійкість структурних агрегатів значно знижується, що призводить до більш неорганізованого верхнього шару, більш схильного до осідання та ущільнення. Родючість трохи гірша, ніж у звичайних чорноземів через більшу залежність від ґрунтової вологи.

В орному шарі чорнозему південного в 100 г ґрунту міститься гідролізований азот 6,28,8, рухомий фосфор 10-12 і обмінний калій 14,824. Він містить 6 мг. Загальна поглинена основа ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) становить 32,834,5 мг-екв./100 г ґрунту. Гранулометричний склад південних чорноземів басейну переважно важкосуглинковий.

Слабоерозійні південні чорноземи розташовані переважно на крутих схилах 1—3°. Частина найбільш родючих гумусових шарів розмивається потоками води. Зазвичай ця величина становить близько 15 см. Тому в слабоеродованих чорноземах зменшується глибина гумусового залягання ґрунту, погіршуються фізичні властивості і зменшується загальне накопичення поживних і гумусових речовин порівняно з незмитими чорноземами.

Чорноземи середньо- та сильноеродовані здебільшого вкривають схили 30-50 крутих вододілів. Через втрату родючих частин у верхній частині профілю еродованих чорноземів знижується запас поживних речовин,

гумусова здатність і здатність до поглинання, погіршуються водно-повітряні властивості порівняно з повнопрофільними ґрунтами. Так, вміст гумусу в середньоеродованих ґрунтах знижується на 1,5-2% в порівнянні з повністю еродованими і на 2-3% в сильноеродованих. Щодо зниження вмісту гумусу в еродованих чорноземах рекомендується зменшувати глибину зняття, якщо ділянки з такими ґрунтами планується відводити під кар'єрну розробку.

На відміну від незасолених ґрунтів південні мікрозасолені чорноземи мають більший розподіл верхнього гумусного ґрунту та чітко ущільнений перехідний шар. Для них також характерна наявність абсорбованого натрію. Співвідношення кальцій/магній становить 3,5:1. Гумус міститься 3,5-4,0%. При рекультивації видаленню підлягає лише верхній генетичний горизонт.

При відборі проб трав'яних ґрунтів нижче кар'єру (між долинами річок Базагрук і Солона) глибина зняття гумусового шару повинна бути 60-80 см, а в окремих випадках 110 см.

З огляду нижньої частини профілю та основи ґрунтоутворення видно, що лугово-болотні ґрунти формуються з постійним надлишком вологи в нижніх шарах ґрунту і, відповідно, дещо насичені водою. Він також може містити сіль або солі. У цьому випадку можливий вибірковий (роздільний) розвиток за умови попередньої аерації ґрунтової маси в невеликих горбках (для переведення двовалентного фітотоксичного заліза в тривалентне нейтральне).

2.2 Методика проведення досліджень.

Щоб провести дослідження щодо забруднення яблуневих садів важкими металами, слід виконати наступні кроки. По-перше, на основі таких факторів, як географічне поширення, типи ґрунтів і потенційні джерела забруднення. Потім виберіть дорослі яблуні, які є репрезентативними для яблуневого саду, і зберіть зразки з конкретних частин рослин відповідно до цілей дослідження. Переконайтеся, що кожен зразок належним чином маркований і задокументований. Очистіть зразки, розділіть їх на підзразки,

якщо необхідно, і висушіть їх при контрольованій температурі перед тим, як подрібнити або подрібнити в однорідний порошок для аналізу. Використовували відповідні аналітичні методи, такі як атомно-абсорбційна спектроскопія або мас-спектрометрія з індуктивно пов'язаною плазмою, для виявлення важких металів і калібрування приладів для забезпечення точності. Проаналізуйте зразки та використовуйте статистичний аналіз, щоб інтерпретувати дані та зробити висновки. Впровадити заходи забезпечення якості та повідомити про результати з рекомендаціями на основі висновків. Важливо зазначити, що методологія може змінюватися залежно від цілей дослідження, наявних ресурсів і цільових важких металів, що представляють інтерес, але дотримання стандартизованих протоколів і пошук порад експертів можуть забезпечити точність і валідність дослідження.

2.3 Оптимізація використання техногенних ландшафтів через рекультивацию та висадження яблунь на відвалах

Дослід відбувався ПП “Агрофірма Катеринівська” розташована в південній частині степової зони України.

Центральна садиба ПП знаходиться в селі Катеринівка, що розташоване в 35 км від районного центру, у 1 км від промислового м. Покровського, у 9 км від залізничної станції Чортомлик і в 150 км від обласного центру – м. Дніпро. З усіма перерахованими вище пунктами господарство пов'язане дорогами з твердим покриттям. У середині господарства зв'язок між виробничими ділянками забезпечується мережею шосейних доріг.

Техногенна трансформація природних ландшафтів виникає в результаті різноманітних дій, таких як гірничі розробки корисних копалин, утворення відвалів з гірських порід та відходів продуктів збагачення, будівництво промислових площадок, транспортних і енергетичних комунікацій. Це призводить до відчуження земель, які значною мірою залежать від умов

залягання корисної сировини, якості та фізико-механічних властивостей перекриваючих і вміщуючих порід.

З метою раціонального використання техногенних ландшафтів, відпрацьовані кар'єри та відвали піддаються рекультивації, тобто проводиться оптимізація посттехногенних ландшафтів. На відвалах землекористування висаджуються багаторічні насадження яблунь. Рекультивовані землі формуються шляхом використання технічної суміші розкритих гірських порід з вагомою масовою часткою червоно-бурих глин та лесоподібних суглинків, які включають червоно-бурі темно-сірі і синьо-зелені шари. Ці шари належать до третинних відкладень над рудної товщі. Яблуні в саду розташовуються на кварталах за специфічним способом висадки.

Яблуні в саду були розташовані на кварталах з використанням особливого методу висадки. Перший варіант садивна яма заповнюється чорноземною сумішшю, що складається з гумусового та першого перехідних горизонтів зонального чорнозему південного. У другому варіанті садивна яма заповнюється лесоподібними суглинками верхнього ярусу надґрунтової товщі з шарами природного залягання від 3 до 15 метрів. Третій варіант передбачає безпосереднє висадження садженців яблунь на відвал разом із технічною сумішшю порід.

Для визначення вмісту металу в яблуні використовувався полум'яний спектрофотометр

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Оцінка вмісту важких металів у гранітному шарі та земній корі.

Оцінки середніх вмістів важких металів в навколишньому середовищу (за дослідженнями Беус і співавторів,) вказують, що концентрація свинцю (Pb) становить 16 мг/кг, кобальту (Co) - 7,3 мг/кг, марганцю (Mn) - 700 мг/кг, заліза (Fe) - 60000 мг/кг.

Таблиця 3.1-Оцінка середніх вмістів (кларки) важких металів мг/кг

Елемент	У гранітному шарі	У земній корі загалом	
		За А.П.Виноградову	За Тейлору
Pb	16	16	12,5
Co	7,3	18	25
Mn	700	1000	950
Fe	60000	50000	56000

Таблиця 3.1 надає оцінку середніх вмістів важких металів у гранітному шарі та у земній корі загалом. Вимірювання проводилися з використанням різних методів, які були визначені в дужках після вказання джерел даних.

Оцінки середніх вмістів важких металів у земній корі загалом (за дослідженнями А.П. Виногорова, та Тейлора,) вказують на інші значення. Згідно з Виногровим, вміст свинцю становить 16 мг/кг, кобальту - 18 мг/кг, марганцю - 1000 мг/кг, заліза - 50000 мг/кг. Згідно з Тейлором, вміст свинцю складає 12,5 мг/кг, кобальту - 25 мг/кг, марганцю - 950 мг/кг, заліза - 56000 мг/кг.

Ці дані надають загальне уявлення про вміст важких металів у

гранітному шарі та земній корі загалом.

3.2 Розподіл важких металів у яблуні

Вміст важких металів у плодах яблуні також може залежати від різних факторів, таких як рівень забруднення навколишнього середовища, використання пестицидів або добрив, сорт яблуні та інші чинники.

Деякі важкі метали, які можуть бути присутні в плодах яблуні, включають свинець (Pb), кадмій (Cd), та інші. Їх присутність у плодах може мати потенційний вплив на здоров'я людей при споживанні.

Зазвичай яблука мають низький вміст важких металів, особливо якщо вони вирощуються в зоні з низьким рівнем забруднення. Однак, в областях з вищим рівнем промислової діяльності або забруднених ґрунтів можуть бути виявлені підвищені рівні важких металів у плодах.

Високий вміст важких металів у плодах яблуні може бути шкідливим для споживачів, оскільки ці метали можуть накопичуватися в організмі та мати потенційно негативний вплив на здоров'я людей. Особливо це стосується важких металів, які є отруйними, наприклад, свинцю і кадмію.

Для визначення конкретного вмісту важких металів у плодах яблуні провели аналізи плодового матеріалу у спеціалізованих лабораторіях. Це дозволило встановити концентрацію важких металів та визначити, чи вони перевищують припустимі норми для безпечного споживання.

Результати дослідження занесли в таблицю 3.2 Вміст важких металів в подах яблуні

Таблиця 3.2-Вміст важких металів у плодах яблуні (мг/кг)

Плід яблуні	Pb	Co	Mn	Fe
I Варіант	0.81	0.50	5.54	45.6
II Варіант	0.87	0,56	5.93	49,1
III Варіант	0,90	0,54	5.67	61,2

За таблицею видно, що в 3-му варіанті спостерігається більша концентрація кобальту (Co) у плодах яблуні порівняно з 2-м варіантом. Однак, щодо марганцю (Mn), значення найбільше в 2-м варіанті. Щодо свинцю (Pb) і заліза (Fe), найбільші значення спостерігаються в 3-м варіанті.

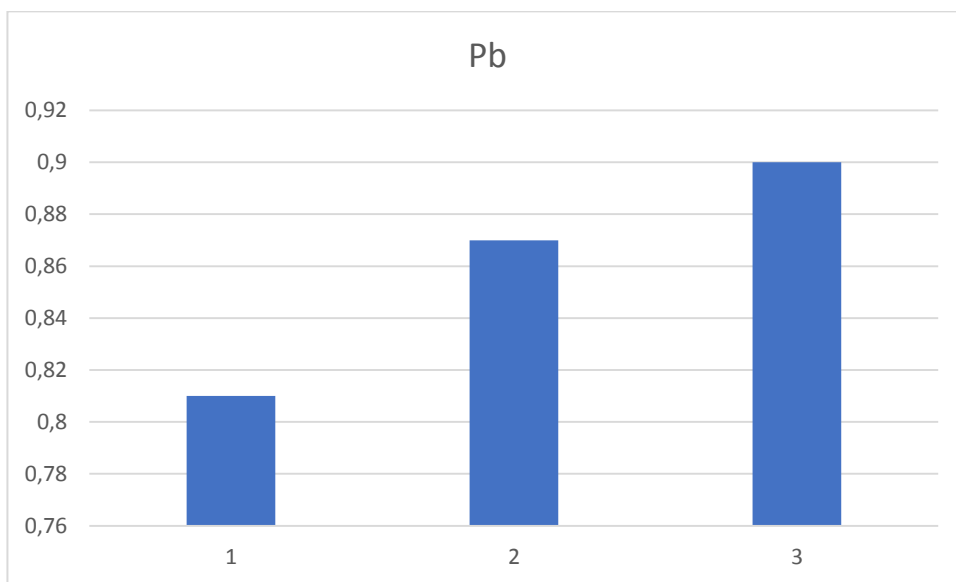


Рис 3.1-Розподіл вмісту свинцю в плодах яблуні (мг/кг)

Аналізуючи дані таблиці 3.2 можна побачити наступне: На основі наданих даних можна зробити наступні висновки щодо впливу типу ґрунту на концентрацію свинцю (Pb): Відсоткове збільшення концентрації свинцю від садивної ями з чорноземом (1 варіант) до лесоподібного суглинку ґрунту (2 варіант) становить 7.41%. Це свідчить про незначне зниження концентрації свинцю у лесоподібному суглинку порівняно з садивною ямою з чорноземом. Відсоткове збільшення концентрації свинцю від садивної ями (1 варіант) до технічної суми порід (3 варіант) становить 11.11%. Це свідчить про значне збільшення концентрації свинцю у плодах яблуні між садивною ямою та технічною сумою порід. Загалом, висновок полягає в тому, що існує зміна концентрації свинцю у плодах яблуні в залежності від типу ґрунту. Зокрема, садивна яма з чорноземом має найбільшу концентрацію свинцю, а лесоподібний суглинок та технічна сума порід мають меншу концентрацію.

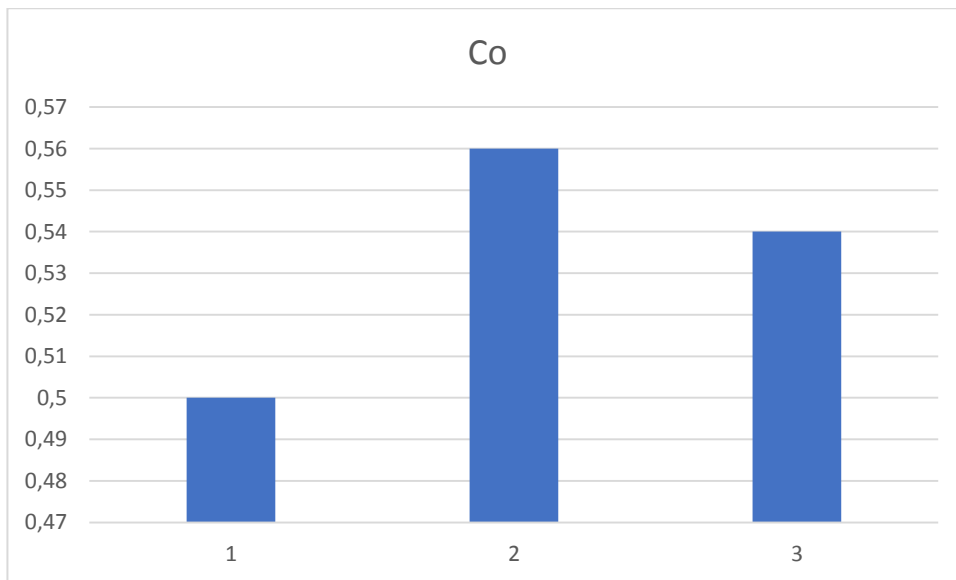


Рис 3.2-Розподіл вміст кобальту у плодах яблуні (мг/кг)

На основі наданих даних можна зробити наступні висновки щодо впливу типу ґрунту на концентрацію кобальту (Co) в плодах яблуні. Відсоткове збільшення концентрації кобальту від садивної ями з чорноземом (1 варіант) до лесоподібного суглинку ґрунту (2 варіант) становить 12.00%. Це свідчить про збільшення концентрації кобальту у плодах яблуні між лесоподібним суглинком та садивною ямою з чорноземом. Відсоткове зменшення концентрації кобальту від садивної ями (1 варіант) до технічної суми порід (3 варіант) становить 8.00%. Це свідчить про зменшення концентрації кобальту у плодах яблуні між садивною ямою та технічною сумою порід. Загалом, висновок полягає в тому, що існує варіація концентрації кобальту у плодах яблуні в залежності від типу ґрунту. Лесоподібний суглинок має більшу концентрацію кобальту, тоді як технічна сума порід має меншу концентрацію. Це може бути обумовлено різними умовами зростання плодів або іншими факторами, які впливають на доступність та розподіл кобальту у ґрунті.

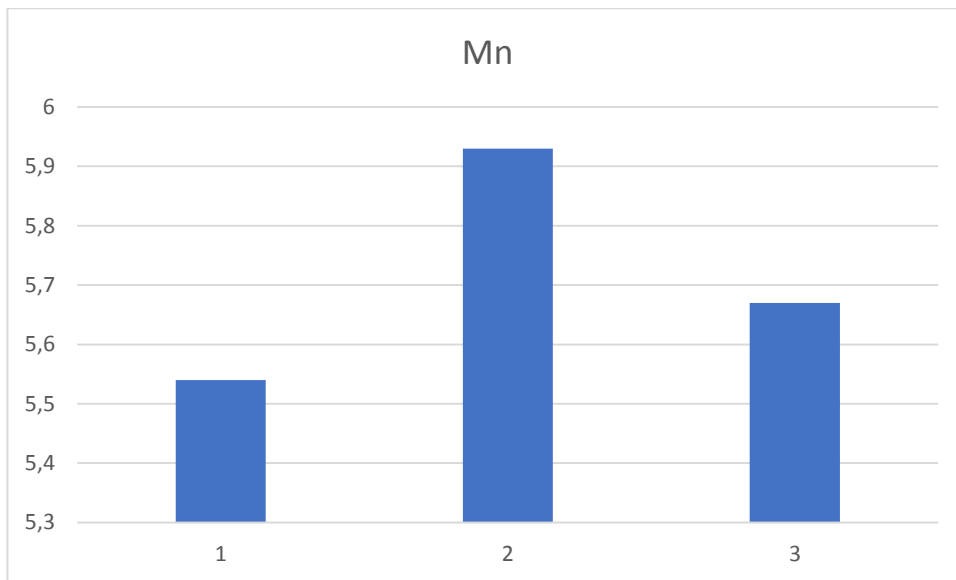


Рис 3.3-Розподіл вмісту марганцю у плодах яблуні (мг/кг)

На основі наданих даних можна зробити наступні висновки щодо впливу типу ґрунту на концентрацію марганцю в плодах. Відсоткове збільшення концентрації марганцю від садивної ями (1 варіант) до лесоподібного суглинку ґрунту (2 варіант) становить 7.04%. Це свідчить про незначне збільшення концентрації марганцю у плодах яблуні між садивною ямою та лесоподібним суглинком. Однак, збільшення є незначним. Відсоткове збільшення концентрації марганцю від садивної ями (1 варіант) до технічної суми порід (3 варіант) становить 2.35%. Це також свідчить про незначне збільшення концентрації марганцю у плодах яблуні між садивною ямою та технічною сумою порід. Загалом, висновок полягає в тому, що збільшення концентрації марганцю у плодах яблуні між різними типами ґрунту є незначним. Це може бути обумовлено природною варіацією концентрації марганцю в ґрунті та іншими факторами, які впливають на доступність та розподіл марганцю у ґрунті.

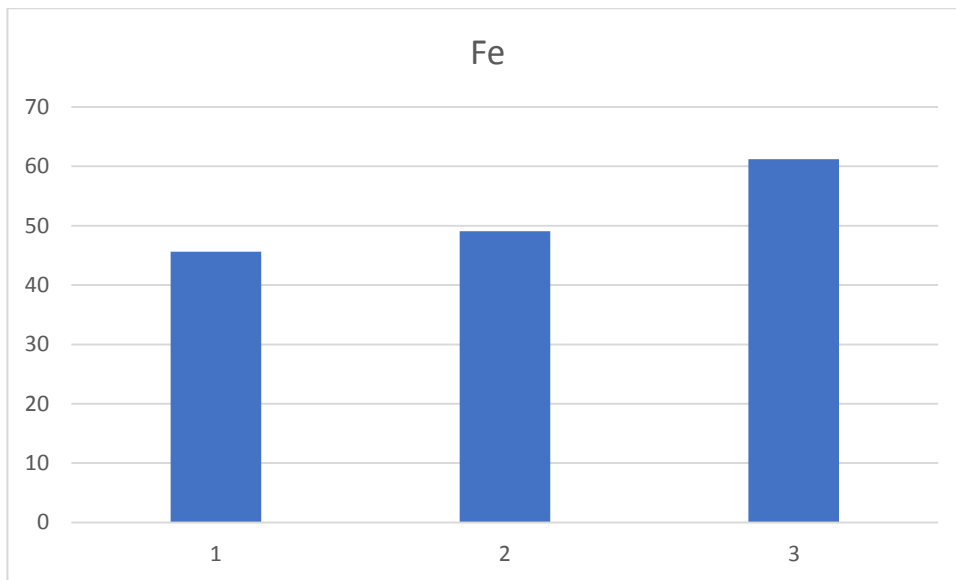


Рис 3.4-Розподіл вмісту заліза в плодах яблуні (мг/кг)

На основі наданих даних можна зробити наступні висновки щодо впливу типу ґрунту на концентрацію заліза (Fe). Відсоткове збільшення концентрації заліза від садивної ями (1 варіант) до лесоподібного суглинку ґрунту (2 варіант) становить 7.69%. Це свідчить про помірне збільшення концентрації заліза у плодах яблуні між садивною ямою та лесоподібним суглинком. Відсоткове збільшення концентрації заліза від садивної ями (1 варіант) до технічної суми порід (3 варіант) становить 34.21%. Це свідчить про значне збільшення концентрації заліза у плодах яблуні між садивною ямою та технічною сумою порід. Загалом, можна зробити висновок, що існує значна різниця в концентрації заліза у плодах яблуні в залежності від типу ґрунту. Це може бути обумовлено різними умовами зростання плодів та впливом різних компонентів ґрунту, зокрема синьо-зеленої породи з переважним вмістом червоно-бурої глини.

Різниця вмісту відсотків між різними варіантами може вказувати на наявність впливу зовнішніх факторів, зокрема марганцеворудного кар'єру, на концентрацію металів у плодах яблуні. На основі аналізу відсоткових змін для кожного металу я роблю припущення що відсоткове збільшення свинцю від I варіанту до II варіанту та III варіанту може бути пов'язане з впливом марганцеворудного кар'єру на навколишнє середовище. Можливо, у процесі

діяльності заводу виділяються речовини, що містять свинець, які потрапляють у ґрунт та розсіюються повітрям. Це може призвести до збільшення концентрації свинцю у плодах яблуні. Варіація у поглинанні та накопиченню кобальту між різними варіантами може бути пов'язана з різними умовами зростання рослин яблуні. Наприклад, можуть відбуватися зміни в ґрунті або воді, що можуть вплинути на доступність кобальту для рослин. Незначні коливання вмісту іонів важких металів марганцю між варіантами можуть бути пов'язані з природною варіацією концентрації металу у плодах яблуні. Значне збільшення відсотку заліза від I варіанту до III варіанту може вказувати на вплив зовнішніх факторів, включаючи марганцеворудний кар'єр. Відмічали, присутність заліза у вищій концентрації у плодах яблуні.

Важкі метали можуть негативно впливати на інтенсивність, зокрема на ріст, розвиток та функціонування їх клітин. Високий вміст важких металів може спричинити стрес для рослин, порушити фотосинтез, метаболічні процеси та функцію кореневої системи. Як відомо, рослини яблуні мають здатність накопичувати важкі метали коренями деяку здатність до накопичення важких металів у своїх коренях, що може знижувати їх концентрацію в інших частинах рослини, таких як стебло, листя та плоди.

Для визначення конкретного вмісту важких металів у коріннях яблуні також були проведені відповідні аналізи ґрунту та рослинного матеріалу у лабораторних умовах. Це дозволило з'ясувати наявність та концентрацію важких металів і визначити, чи є це потенційним проблем.

Результати дослідження занесли в таблицю 3.3 Вміст важких металів в коріннях яблуні

Таблиця 3.3-Вміст важких металів в коріннях яблуні мг/кг

Коріння яблуні	Pb	Co	Mn	Fe
I Варіант				
Більше 30	1.62	0.94	6.62	140.8
≈15	2.23	1.17	7.76	137.6
≈11	3.25	1.44	8.24	120.0
≈5	2.23	1.22	7,68	122.4
≈1	2.23	1.39	11.0	346.6
II Варіант				
Більше 30	1.62	1.11	10,3	268,8
≈15	1.62	1.0	7.8	178.4
≈11	1.42	0.94	5.44	191.2
≈5	2.84	1.34	5.12	125.0
≈3	1.62	0.89	7.28	165.6
≈1	1.82	0.83	7.84	334.4
III Варіант				
Більше 30	2.84	1.39	4.28	107.2
≈15	2.53	1.16	6.72	193.6
≈11	3.04	1.50	6.92	221.6
≈5	2.23	1.44	6.84	240.8
≈3	2.64	1.44	6.60	278.4
≈1	2.84	1.39	7.72	285.6

За таблицею 3.3 можна зрозуміти, що в різних варіантах вміст важких металів у коріннях яблуні відрізняється. Варіант 2 має більшу концентрацію свинцю та заліза порівняно з іншими варіантами. У варіанті 3 найбільше кобальту у коріннях яблуні, а варіант 1 має найбільшу концентрацію

марганцю.

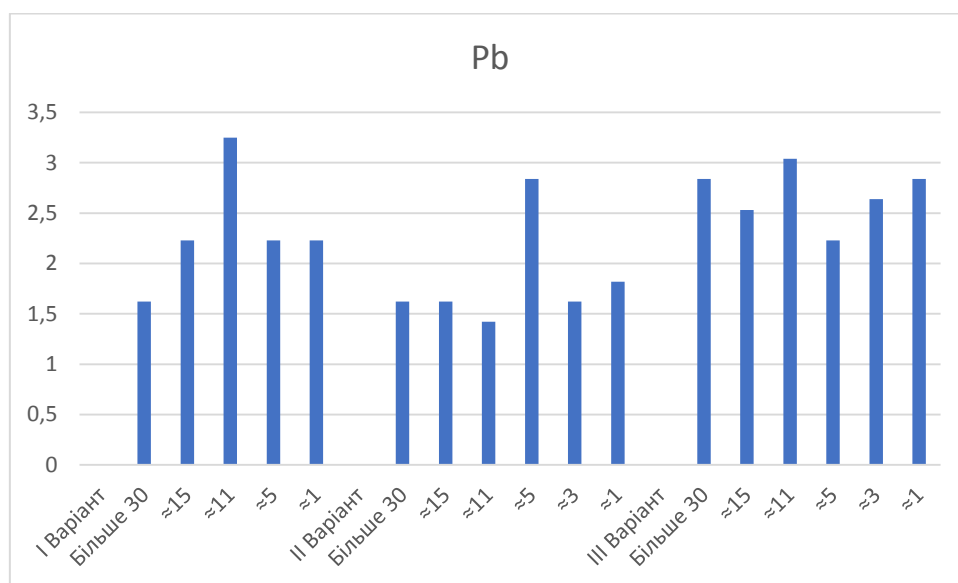


Рис 3.5-Розподіл вмісту свинцю в коренях яблуні мг/кг

На підставі наданих даних можна зробити наступні висновки щодо впливу типу ґрунту на вміст свинцю. Між лесоподібним суглинком ґрунту та садивною ямою спостерігається зниження вмісту свинцю для всіх рівнів. Зниження варіюється від приблизно -27.4% до -56.31%. Це означає, що садивна яма з чорноземом має менший вміст свинцю порівняно з лесоподібними суглинками ґрунту. Між технічними породами ґрунту та садивною ямою спостерігається збільшення вмісту свинцю для всіх рівнів. Збільшення коливається від приблизно 75.31% до 27.74%. Це означає, що садивна яма з чорноземом має більший вміст свинцю порівняно з технічними породами ґрунту. Загалом, вміст свинцю у ґрунті залежить від типу ґрунту, при цьому садивна яма з чорноземом має вплив на зниження вмісту свинцю порівняно з лесоподібним суглинком, але при зіставленні з технічними породами спостерігається збільшення.

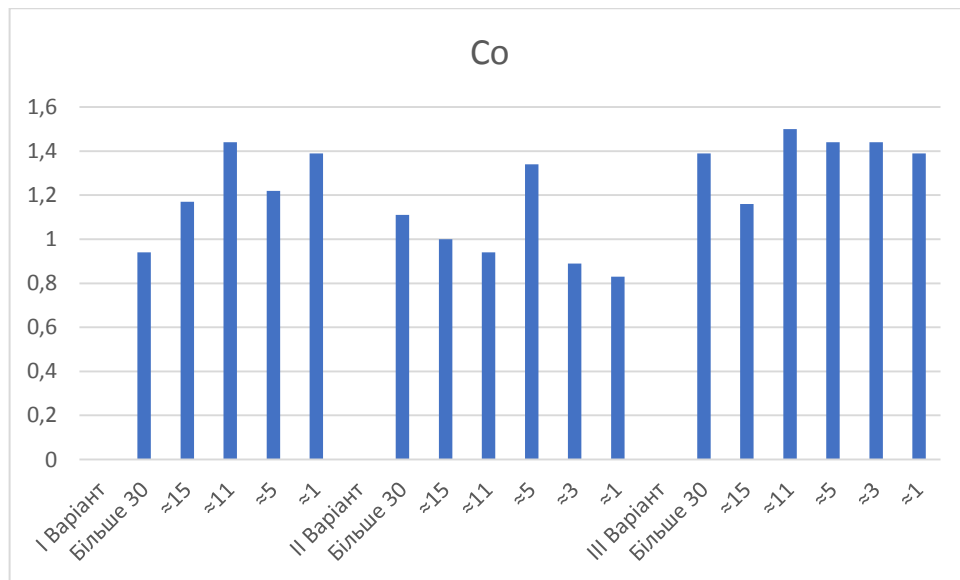


Рис. 3.6-Розподіл вмісту кобальту в коренях яблуні мг/кг

На основі наданих даних можна зробити такі висновки щодо впливу типу ґрунту на вміст кобальту (Co): Лесоподібний суглинок ґрунту має менший вміст кобальту порівняно з садивною ямою, незалежно від рівня забруднення. Зниження вмісту коливається від приблизно -14.53% до -40.29%. З іншого боку, садивна яма з чорноземом має більший вміст кобальту порівняно з технічними породами ґрунту. Збільшення вмісту коливається від приблизно 0% до 47.87%. Отже, тип ґрунту має вплив на вміст кобальту, зменшуючи його в лесоподібному суглинку, але збільшуючи в садивній ямі з чорноземом, незалежно від рівня забруднення.

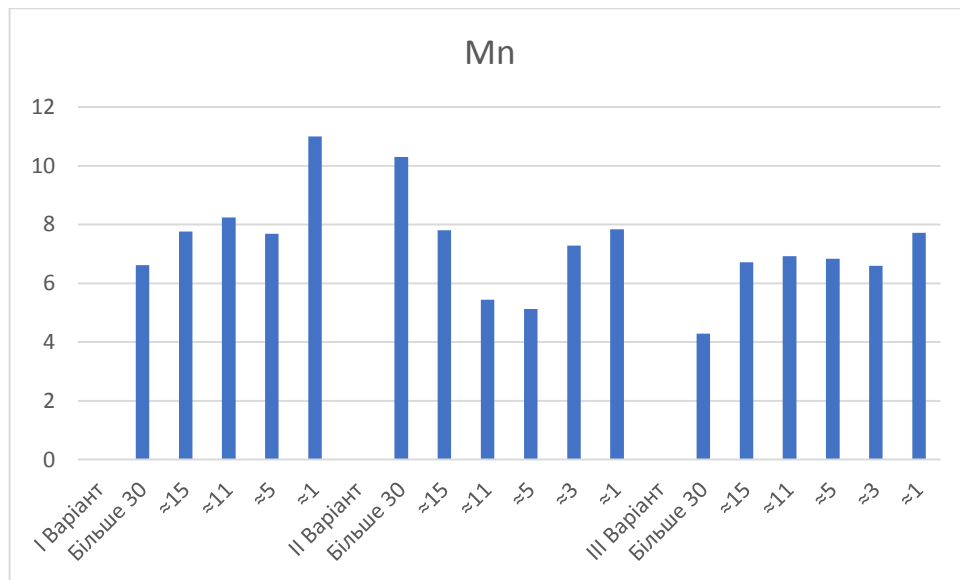


Рис 3.7-Розподіл вмісту марганцю в коренях яблуні мг/кг

На основі даних можна зробити такі висновки щодо впливу типу ґрунту на вміст марганцю: Садивна яма з чорноземом має більший вміст марганцю порівняно з лесоподібним суглинком, незалежно від рівня забруднення. Збільшення вмісту коливається від приблизно 0.52% до 85.68%. З іншого боку, садивна яма з чорноземом має менший вміст марганцю порівняно з технічними породами ґрунту. Зменшення вмісту коливається від приблизно -22.73% до -28.73%. Отже, тип ґрунту має вплив на вміст марганцю, збільшуючи його в садивній ямі з чорноземом, але зменшуючи в порівнянні з технічними породами ґрунту.

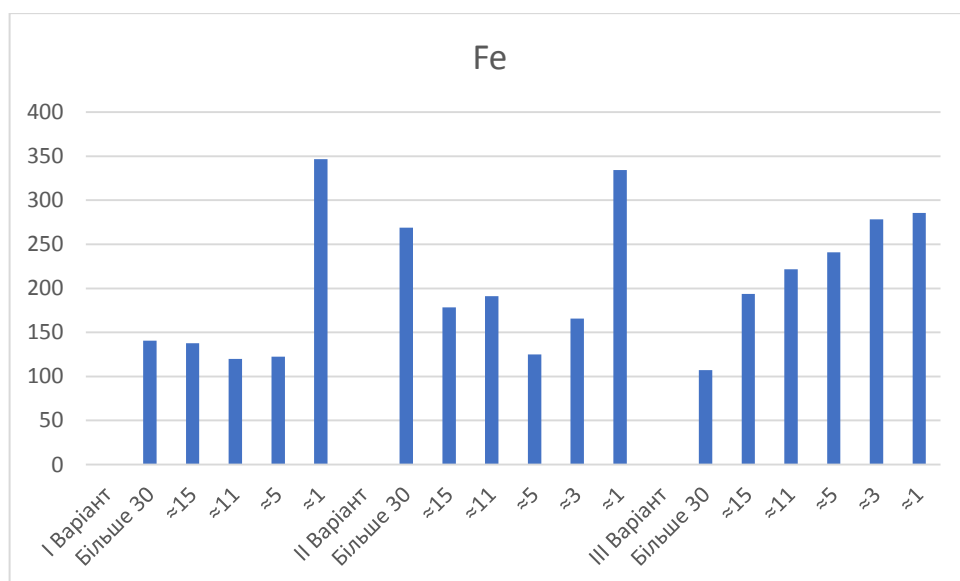


Рис 3.8- Розподіл вмісту заліза в коренях яблуні мг/кг

На основі наданих даних можна зробити такі висновки щодо впливу типу ґрунту на вміст заліза (Fe): Садивна яма з чорноземом має вищий вміст заліза порівняно з лесоподібним суглинком, незалежно від рівня забруднення. Збільшення вмісту коливається від приблизно 7.23% до 90.91%. Також, садивна яма з чорноземом має вищий вміст заліза порівняно з технічними породами ґрунту. Збільшення вмісту коливається від приблизно 7.73% до 127.08%. Отже, тип ґрунту має вплив на вміст заліза, збільшуючи його в садивній ямі з чорноземом порівняно з лесоподібним суглинком та технічними породами ґрунту. Загалом, вміст заліза залежить від типу ґрунту, при цьому садивна яма з чорноземом має вплив на збільшення вмісту заліза порівняно з лесоподібним суглинком та технічними породами ґрунту.

Отже, аналіз показує, що різні варіанти ґрунту мають різний вплив на концентрацію важких металів (свинцю, кобальту, марганцю та заліза) у плодах яблуні. Загальний аналіз цих даних показує, що різниця в концентраціях важких металів між різними варіантами може мати негативний вплив на яблуню і навколишнє середовище. Збільшення вмісту досліджуваних елементів може до токсичних ефектів на рослину, зниження росту і розвитку, а також загрози здоров'ю людей, які споживають ці яблука (Проявом цих реакцій є зниження розвитку особливо небезпечним є накопичення у плодах що можуть становити загрозу для споживачів цієї продукції). Надмірне Поглинання може вказувати на порушення впливати на здатність важких металів також може вказувати на зміни у водно-сольовому обміні рослини і впливати на її здатність поглинати необхідні мікроелементи.

За нашими спостереженнями кадмій марганець свинець та залізо присутні в пагонах яблуні важкі метали, які можуть бути присутні в пагонах яблуні, включають свинець , кадмій , марганець , залізо та інші. Їх присутність у пагонах може мати негативний вплив на здоров'я рослин та їх функціонування.

Важкі метали можуть бути токсичними для рослин, і високий вміст цих металів в пагонах може спричинити різноманітні проблеми, такі як зупинка

росту, зміни в структурі тканин, пошкодження клітин та зниження фізіологічних процесів. Вони можуть також впливати на фотосинтез, дихання та інші важливі функції рослини.

Для визначення конкретного вмісту важких металів у пагонах яблуні провели аналізи рослинного матеріалу у спеціалізованих лабораторіях. Це дозволило встановити концентрацію важких металів та визначити, чи перевищують їх рівні допустимі норми.

Результати дослідження занесли в таблицю 3.4 Вміст важких металів в пагонах яблуні

Таблиця 3.4-Вміст важких металів в пагонах яблуні мг/кг

№п/п	Варіант	Pb	Co	Mn	Fe
1	I в. Багаторічні пагони	1.99	1.17	23.4	104.8
2	I в. Однорічні пагони	1.55	0.93	16.3	41.8
3	I в. Листя багаторічних пагонів	3.54	1.87	57.7	172.8
4	I в. Листя однорічних пагонів	2.66	1.52	25.8	133.6
5	II в. Багаторічні пагони	2.88	1.75	63.7	144.0
6	II в. Однорічні пагони	1.99	1.22	19.8	72.0
7	II в. Листя багаторічних пагонів	3.98	1.92	65.5	172.8
8	II в. Листя однорічних пагонів	3.32	1.69	76.2	124.8
9	III в. Багаторічні пагони	2.66	1.58	30.1	110.4
10	III в. Однорічні пагони	1.83	1.22	25.8	59.0
11	III в. Листя багаторічних пагонів	3.45	1.84	65.6	180.8
12	III в. Листя однорічних пагонів	2.64	1.56	60.4	146,4

За таблицею 3.4 можна зрозуміти, що в різних варіантах вміст важких металів у пагонах яблуні відрізняється. Варіант 2 має більшу концентрацію свинцю, кобальту та марганцю з порівняно з іншими варіантами. У варіанті 3 найбільше заліза.

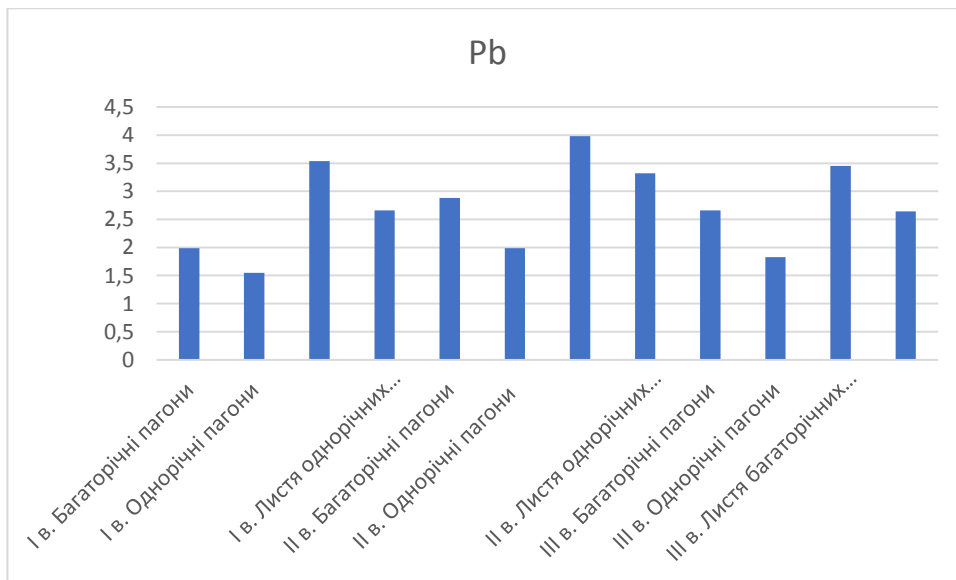


Рис 3.9-Розподіл вмісту свинцю в пагонах яблуні мг/кг

Багаторічні пагони: Садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту важкого металу свинцю (Pb) порівняно з лесоподібними суглинками ґрунту в ямі на приблизно 11,1%. Це означає, що в багаторічних пагонах, які ростуть у садовій ямі з чорноземом, концентрація свинцю в ґрунті вища на 11,1% в порівнянні з ґрунтом, де ростуть багаторічні пагони у лесоподібних суглинках. Це може свідчити про більшу наявність свинцю в чорноземі або про його вищу здатність зберігатися в цьому типі ґрунту. Однорічні пагони: Порівняно з лесоподібними суглинками ґрунту в ямі, садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту свинцю на приблизно 4,5%. Це означає, що однорічні пагони, що ростуть у садовій ямі з чорноземом, містять більше свинцю на 4,5% порівняно з ґрунтом, де ростуть однорічні пагони у лесоподібних суглинках. Цей може вказувати на вплив чорнозему на збільшення вмісту свинцю в однорічних пагонах. Листя багаторічних пагонів: Садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту свинцю на приблизно 13,3% порівняно з лесоподібними суглинками ґрунту в ямі. Це означає, що листя багаторічних пагонів, що ростуть у садовій ямі з чорноземом, містить більше свинцю на 13,3% порівняно з ґрунтом, де ростуть багаторічні пагони у лесоподібних суглинках. Листя однорічних пагонів: Садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту свинцю на

приблизно 23,2% порівняно з лесоподібними суглинками ґрунту в ямі. Це означає, що листя однорічних пагонів, що ростуть у садовій ямі з чорноземом, містить більше свинцю на 23,2% порівняно з ґрунтом, де ростуть однорічні пагони у лесоподібних суглинках.

Загалом, садивна яма з чорноземом має вищий вміст свинцю порівняно з лесоподібними суглинками ґрунту в ямі, незалежно від типу пагонів. Різниця вмісту свинцю залежить від типу пагонів і варіюється від 4,5% до 23,2%.

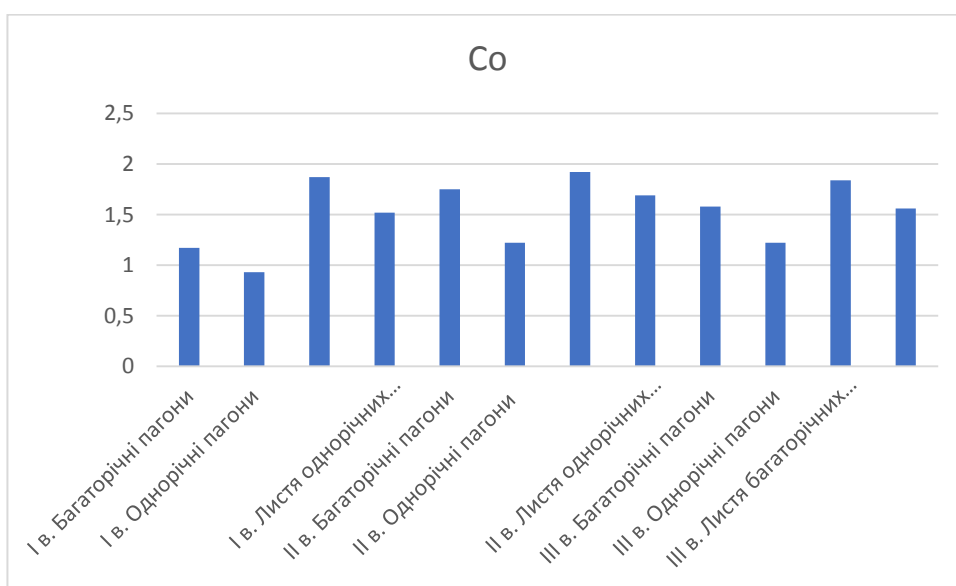


Рис 3.10-Розподіл вмісту кобальту в пагонах яблуні мг/кг

Щодо вмісту важкого металу кобальту (Co): Багаторічні пагони: Садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту кобальту порівняно з лесоподібними суглинками ґрунту в ямі на приблизно 14,6%. Це означає, що в багаторічних пагонах, які ростуть у садовій ямі з чорноземом, концентрація кобальту в ґрунті вища на 14,6% в порівнянні з ґрунтом, де ростуть багаторічні пагони у лесоподібних суглинках. Однорічні пагони: Лесоподібні суглинки ґрунту в ямі мають більше збільшення вмісту кобальту порівняно з технічними породами на приблизно 0,5%. Це означає, що в однорічних пагонах, що ростуть у лесоподібних суглинках, концентрація кобальту в ґрунті вища на 0,5% порівняно з ґрунтом, де ростуть однорічні пагони у технічних породах.

Листя багаторічних пагонів: Технічні породи мають більше збільшення вмісту кобальту порівняно з садивною ямою з чорноземом на приблизно 95,3%. Це означає, що листя багаторічних пагонів, що ростуть у технічних породах, містить більше кобальту на 95,3% порівняно з ґрунтом, де ростуть багаторічні пагони в садивній ямі з чорноземом. Листя однорічних пагонів: Садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту кобальту порівняно з лесоподібними суглинками ґрунту на приблизно 9,9%. Це означає, що листя однорічних пагонів, що ростуть у садовій ямі з чорноземом, містить більше кобальту на 9,9% порівняно з ґрунтом, де ростуть однорічні пагони у лесоподібних суглинках.

Загалом, вміст кобальту в ґрунті та листі рослин залежить від типу ґрунту та типу пагонів. Садивна яма з чорноземом може сприяти збільшенню вмісту кобальту у порівнянні з лесоподібними суглинками, але різниця в залежності від типу пагонів може варіюватися.

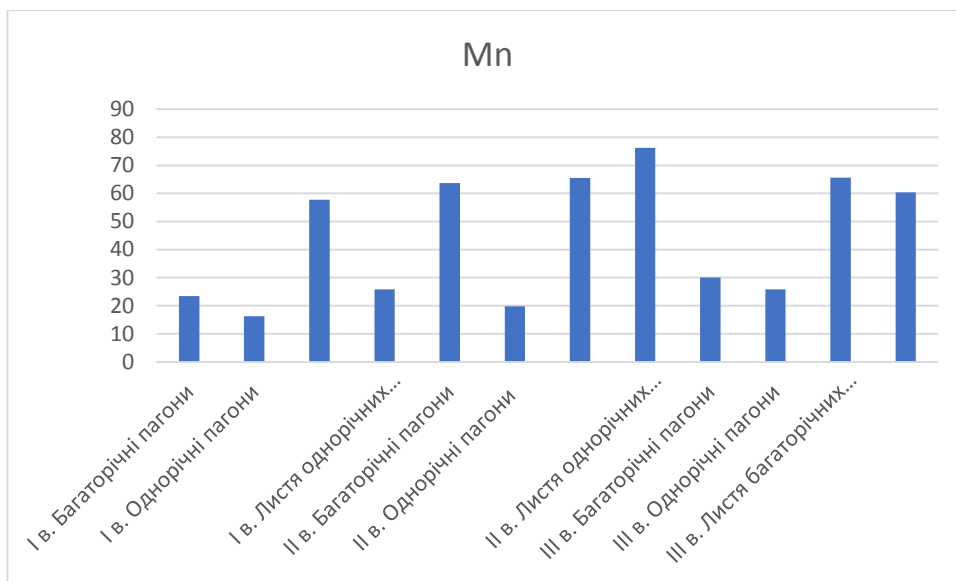


Рис 3.11-Розподіл вмісту марганцю в пагонах яблуні мг/кг

На підставі наданих даних можна зробити наступні висновки щодо вмісту важкого металу марганцю (Mn). Багаторічні пагони: Садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту марганцю порівняно з технічними породами на приблизно 143,6%. Це означає, що в багаторічних пагонах, які ростуть у садовій ямі з чорноземом, концентрація марганцю в ґрунті вища на

143,6% порівняно з ґрунтом, де ростуть багаторічні пагони у технічних породах. Однорічні пагони: Садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту марганцю порівняно з технічними породами на приблизно 36,8%. Це означає, що в однорічних пагонах, що ростуть у садовій ямі з чорноземом, концентрація марганцю в ґрунті вища на 36,8% порівняно з ґрунтом, де ростуть однорічні пагони у технічних породах. Листя багаторічних пагонів: Технічні породи мають більше збільшення вмісту марганцю порівняно з садивною ямою з чорноземом на приблизно 0,2%. Це означає, що листя багаторічних пагонів, що ростуть у технічних породах, містить більше марганцю на 0,2% порівняно з ґрунтом, де ростуть багаторічні пагони в садивній ямі з чорноземом. Листя однорічних пагонів: Садивна яма з чорноземом має більше збільшення вмісту марганцю порівняно з технічними породами на приблизно 94,1%. Це означає, що листя однорічних пагонів, що ростуть у садовій ямі з чорноземом, містить більше марганцю на 94,1% порівняно з ґрунтом, де ростуть однорічні пагони у технічних породах.

Вміст марганцю в ґрунті та листі рослин залежить від типу ґрунту та типу пагонів. Виявлено, що садивна яма з чорноземом сприяє збільшенню вмісту марганцю порівняно з технічними породами. Однак, рівень цієї різниці може варіюватися залежно від типу пагонів.

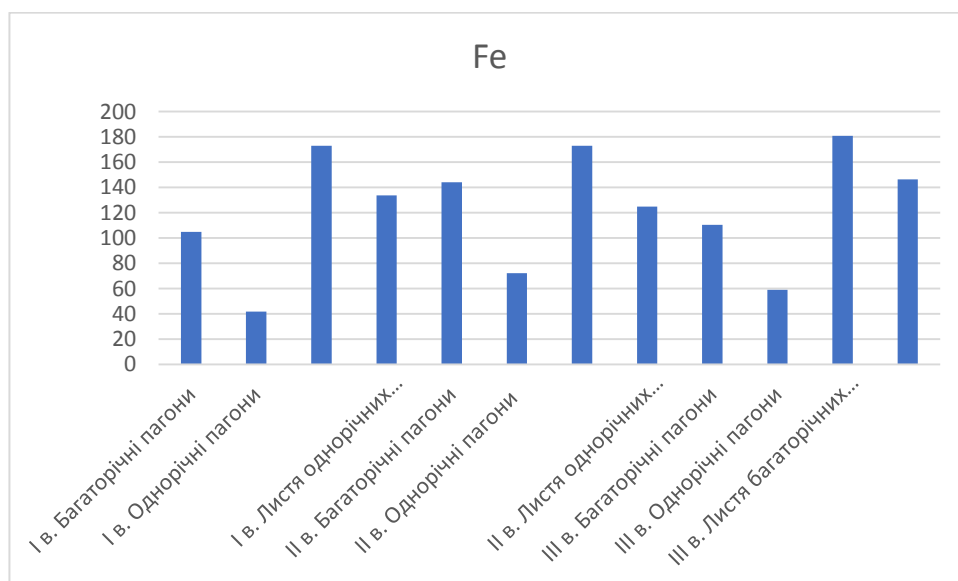


Рис 3.12-Розподіл вмісту свинцю в пагонах яблуні мг/кг

Багаторічні пагони: Технічні породи мають більше збільшення вмісту заліза порівняно з садовою ямою з чорноземом на приблизно 1,8%. Це означає, що в багаторічних пагонах, які ростуть у технічних породах, концентрація заліза в ґрунті вища на 1,8% порівняно з ґрунтом, де ростуть багаторічні пагони у садовій ямі з чорноземом. Однорічні пагони: Садова яма з чорноземом має більше збільшення вмісту заліза порівняно з технічними породами на приблизно 4,3%. Це означає, що в однорічних пагонах, що ростуть у садовій ямі з чорноземом, концентрація заліза в ґрунті вища на 4,3% порівняно з ґрунтом, де ростуть однорічні пагони у технічних породах. Листя багаторічних пагонів: Різниця вмісту заліза між садовою ямою з чорноземом та технічними породами незначна, менше 0,1%. Це означає, що листя багаторічних пагонів не показує великих різниць у вмісті заліза в залежності від типу ґрунту. Листя однорічних пагонів: Садова яма з чорноземом має більше збільшення вмісту заліза порівняно з технічними породами на приблизно 15,9%. Це означає, що листя однорічних пагонів, що ростуть у садовій ямі з чорноземом, містить більше заліза на 15,9% порівняно з ґрунтом, де ростуть однорічні пагони у технічних породах.

Загалом, висновок полягає в тому, що вміст заліза в ґрунті та рослинах залежить від типу ґрунту та типу пагонів. В залежності від породи ґрунту та віку пагонів можуть спостерігатися різні рівні збільшення вмісту заліза у ґрунті та листі рослин. Наявність марганцю в рослинах пов'язана з наближеністю до джерела марганцю, наприклад, марганцевого кар'єра.

Отже, аналізуючи різницю відсотків збільшення вмісту важких металів у рослинах за двома варіантами (I та III), можна припустити, що марганцевий кар'єр може мати різний вплив на концентрацію важких металів у рослинах в залежності від варіанта вирощування.

Марганцеві кар'єри можуть викидати в атмосферу пил, гази та пари, які містять марганець і інші токсичні сполуки. Це може призводити до забруднення повітря в околицях заводу і спричиняти потенційні негативні

наслідки для здоров'я людей та екосистем. Процеси виробництва на марганцевих заводах можуть використовувати великі обсяги води, а також виділяти стічні води, які можуть містити марганець та інші шкідливі речовини. Це може призводити до забруднення ґрунтових вод і водних джерел, що має негативний вплив на екосистеми і здоров'я людей. Відпрацьовані матеріали з марганцевих заводів, такі як шлаки та відходи, можуть потрапляти в ґрунт і спричиняти його забруднення важкими металами. Це може негативно позначитися на рослинах, тваринах і мікроорганізмах, які взаємодіють з цим забрудненим ґрунтом. Високі рівні марганцю та інших важких металів, що потрапляють до навколишнього середовища внаслідок діяльності марганцевих кар'єрів, можуть призводити до змін в екосистемах. Це може впливати на різноманітні види рослин і тварин, а також на біологічну різноманітність в цілому.

Отже, марганцеві кар'єри можуть мати негативний вплив на якість повітря, води, ґрунту та екосистеми взагалі. Застосування ефективних технологій очищення викидів і стічних вод, а також належного управління відходами може допомогти знизити негативний вплив марганцевих заводів на навколишнє середовище і зберегти його природні ресурси.

З наведених таблиць видно, що елементи такі елементи як свинець, кобальт, марганець та залізо мають вміст у кореневій системі та плодах яблуні. Свинець: У таблицях присутні значення вмісту свинцю у коренях та плодах яблуні. Свинець відомий своєю високою токсичністю для рослин і тварин. Він може перешкоджати фотосинтезу, порушувати нормальну функцію клітин і впливати на ростові процеси. Для людини свинець також є отруйним, особливо для нервової системи. Він може спричиняти неврологічні проблеми, порушення розумової функції, вади розвитку у дітей та інші небезпеки. Кобальт: Як показано з наших даних в таблицях присутні значення вмісту кобальту у коренях та плодах яблуні. Хоча кобальт є необхідним мікроелементом для рослин та тварин, вищі рівні можуть бути токсичними. Висока концентрація кобальту може спричиняти стрес для

рослин, порушувати поглинання імовірність поживних речовин і впливати на їх здоров'я та розвиток. У людини вищі рівні кобальту можуть бути шкідливими для нирок і печінки. Марганець : У таблицях присутні значення вмісту марганцю у коренях та плодах яблуні. Марганець є важливим мікроелементом для рослин, але великі концентрації можуть мати токсичний вплив. Високі рівні марганцю можуть пригнічувати ріст рослин, спричиняти деформацію листків, зменшувати врожайність. У людини вищі рівні марганцю можуть викликати неврологічні проблеми, включаючи психічні розлади та порушення рухової системи. Залізо : У таблицях присутні значення вмісту заліза у коренях та плодах яблуні. Залізо є необхідним елементом для росту рослин, але вищі рівні можуть впливати на поглинання інших елементів і викликати стрес. У людини вищі рівні заліза можуть бути шкідливими для здоров'я, особливо для органів, таких як печінка та серце, і можуть спричиняти отруєння залізом.

Загалом, всі чотири елементи - свинець, кобальт, марганець та залізо - можуть мати негативний вплив на ріст і розвиток садівництва та здоров'я людини при вищих концентраціях. Найтоксичніший елемент може варіюватися залежно від специфічних умов, концентрації та тривалості експозиції.

Щодо дії на людину фізіологічні чинники цих елементів (Pb, Co, Mn, Fe) в організмі можуть мати як позитивну, так і негативну дію, залежно від їх концентрації і режиму впливу. Дія при нормальних концентраціях: Свинець є токсичним металом, і навіть невеликі концентрації можуть негативно впливати на нервову систему, кровотворення, нирки та імунну систему. Наслідки передозування: Передозування свинцю може призвести до отруєння, що проявляється симптомами, такими як м'язова слабкість, анемія, проблеми з нервовою системою, втрата пам'яті, проблеми з концентрацією, а також може вплинути на розвиток дітей.

Дія при нормальних концентраціях: Кобальт входить до складу вітаміну B12 і грає важливу роль у формуванні червоних кров'яних тілець та

метаболізмі різних речовин. Наслідки передозування: Передозування кобальту рідко виникає при нормальних умовах. Однак, великі дози кобальту можуть призвести до певних проблем зі здоров'ям, таких як алергічні реакції, подразнення шкіри та дихальних шляхів.

Дія при нормальних концентраціях: Марганець виконує важливі функції в організмі, зокрема, бере участь у метаболізмі амінокислот, кісткової тканини та регуляції роботи нервової системи. Наслідки передозування: Передозування марганцю може мати токсичний вплив на нервову систему, проявляючись у вигляді різних симптомів, таких як збудження, тривога, проблеми з пам'яттю, розлади рухів

Дія при нормальних концентраціях: Залізо є необхідним елементом для формування гемоглобіну в червоних кров'яних тільцях, яке відповідає за перенесення кисню в організмі. Наслідки передозування: Перевищення рекомендованої дози заліза може призвести до отруєння, що проявляється симптомами, такими як відчуття нудоти, блювання, пошкодження печінки та серця, токсичний ефект на нирки та інші органи.

Важливо зазначити, що точні наслідки передозування або недостатньої кількості цих елементів можуть варіюватися в залежності від індивідуальних особливостей організму, тривалості впливу та інших факторів.

На основі даних та інформації щодо вмісту важких металів (свинцю, кобальту, марганцю і заліза) в різних частинах яблуні можна зробити наступні висновки щодо безпеки споживання цих яблук. Вміст важких металів в яблуках може варіюватися залежно від частини рослини (багаторічні пагони, однорічні пагони, листя) та варіанту (I або III). Значення відсоткової різниці між варіантами показують зміни у вмісті цих металів. Деякі варіанти та частини рослини мають від'ємну відсоткову різницю, що може вказувати на зниження вмісту важких металів у III варіанті порівняно з I варіантом. Це може бути позитивним фактором щодо безпеки споживання. У деяких випадках, зокрема для марганцю і заліза, вміст важких металів у III

варіанті може бути вищим за I варіант. Це може викликати певну обуреність щодо безпеки споживання. Частина рослини, такі як листя багаторічних пагонів, можуть містити велику кількість важких металів у обох варіантах. Це може викликати обліковування щодо безпеки споживання, оскільки листя може бути використано для приготування настоянок або інших продуктів. Враховуючи різницю вмісту важких металів між варіантами та частинами рослини, рекомендується звернути увагу на вибір конкретного варіанту та частини яблуні для споживання. Наприклад, якщо вам важлива найменша кількість важких металів, варто віддавати перевагу III варіанту, особливо для однорічних пагонів, де вміст зазвичай нижчий.

Узагальнюючи, безпека споживання цих яблук залежить від вмісту важких металів, який може варіюватися залежно від варіанту та частини рослини. Рекомендується звернути увагу на конкретні варіанти та частини рослини з найнижчим вмістом важких металів для забезпечення безпечного споживання.

За результатами дослідження вміст важких металів (таких як свинець, кобальт, марганець та залізо) в різних частинах яблуні значно розрізняється. Це свідчить про те, що різні частини рослини можуть відповідати на різні способи накопичення важких металів з навколишнього середовища.

При дослідженні були виявлені відмінності які можуть бути пояснені такими факторами. Механізми поглинання: Різні частини яблуні можуть мати різні механізми поглинання важких металів з ґрунту або повітря. Коренева система зазвичай відповідає за поглинання металів з ґрунту, тоді як листя може поглинати їх з повітря, особливо якщо у повітрі присутні промислові викиди або інші джерела забруднення. Транспорт та розподіл: Різні частини рослини можуть мати різні механізми транспорту важких металів в своїх тканинах. Деякі метали можуть бути активно накопичені в листі, в той час як інші можуть бути транспортовані до стебла або кореневої системи. Це може пояснити відмінності у вмісті металів між різними частинами яблуні. Метаболічні процеси: Різні частини рослини можуть мати різні метаболічні

активності, які можуть впливати на накопичення та метаболізм важких металів. Наприклад, фітосорбція (спроможність рослин зв'язувати метали в своїх тканинах) може бути більш активною в листі, ніж у стеблі чи коренях.

Вплив зовнішнього середовища: Фактори зовнішнього середовища, такі як рівень забруднення ґрунту, якість повітря, рівень опадів і використання пестицидів, можуть також впливати на розрізненість вмісту важких металів в різних частинах рослини. Наприклад, якщо ґрунт забруднений важкими металами, коренева система може накопичувати їх у більших кількостях, ніж інші частини рослини.

Загалом, ці висновки показують, що різні частини яблуні мають різний потенціал накопичувати важкі метали та можуть реагувати на навколишнє середовище по-різному. Розуміння цих механізмів допоможе у розробці стратегій для забезпечення безпеки споживання яблук та контролю рівня забруднення важкими металами в сільськогосподарських продуктах.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Економічна частина

Визначення вмісту важких металів у сільськогосподарських рослинах має вирішальне значення з різних причин:

1. Безпека харчових продуктів. Важкі метали, такі як свинець, кадмій, ртуть, миш'як і хром, є токсичними для людини та можуть накопичуватися в їстівних частинах рослин. Споживання сільськогосподарських продуктів, забруднених високим рівнем важких металів, може становити серйозні ризики для здоров'я, включаючи пошкодження органів, проблеми з розвитком і підвищений ризик раку. Моніторинг вмісту важких металів гарантує, що продукти харчування є безпечними для споживання.

2. Екологічний моніторинг: сільськогосподарські рослини можуть виступати в якості біоіндикаторів забруднення навколишнього середовища важкими металами. Рослини можуть поглинати важкі метали із забрудненого ґрунту, води чи повітря та накопичувати їх у своїх тканинах. Аналізуючи вміст важких металів у рослинах, можна оцінити ступінь забруднення навколишнього середовища та визначити потенційні джерела забруднення.

3. Відповідність нормативним вимогам: уряди та регулюючі органи встановлюють максимально допустимі рівні важких металів у сільськогосподарських продуктах. Аналіз вмісту важких металів у рослинах допомагає забезпечити дотримання цих правил, захищаючи здоров'я населення та підтримуючи стандарти безпечності харчових продуктів.

4. Управління сільськогосподарськими культурами та здоров'я ґрунту: моніторинг вмісту важких металів у сільськогосподарських рослинах може дати уявлення про здоров'я ґрунту. Надмірний вміст певних важких металів у ґрунті може пригнічувати ріст рослин, знижувати врожайність та впливати на загальну якість сільськогосподарської продукції. Виявивши високий рівень важких металів, фермери можуть вжити заходів для виправлення ситуації, таких як корекція ґрунту або зміна методів ведення сільського

господарства, щоб пом'якшити проблему та зберегти здоров'я ґрунту.

5. Торгівля та експорт. Міжнародна торгівля сільськогосподарською продукцією часто включає правила та стандарти щодо вмісту важких металів. Аналіз та сертифікація вмісту важких металів у сільськогосподарських рослинах забезпечує дотримання вимог міжнародної торгівлі, забезпечуючи безперебійну торгівлю та захищаючи репутацію експортерів сільськогосподарської продукції.

Загалом, визначення вмісту важких металів у сільськогосподарських рослинах служить для захисту здоров'я людини, моніторингу забруднення навколишнього середовища, дотримання нормативних актів, оптимізації управління культурами та сприяння міжнародній торгівлі.

4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідів, знаходились по формулі (6.5):

$$M = \sum m_i * C_i, \quad (4.1)$$

де, m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1-Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалів, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
Нітратна кислота HNO ₃	1л	35	350
Хлорна кислота HClO ₄	1.5 кг	58	870
Буферний розчин	0,25мл	45	45
Дистильована вода	10л	8,19	81,9
Фенолфталеїн	50г	3,06	153
Універсальний лакмусовий папір	100шт	1,42	142
Усього	162,75	150,6	1641,9

Заробітна плата людей, які займалися дослідженням, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Розрахунки зведені в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2-Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Біохімік	10000	63	48	3024
Біохімік	10000	63	48	3024
Лаборант	9000	45	48	2160
Всього	29000	171	144	8208

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22,0% єдиного податку.

Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = 8208 \times 22 \div 100 = 1805$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (4.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (4.2)$$

де, M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, $K=0,9$;

T – час роботи на установці;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./кВт/год.);

$$a = 1,68 \text{ грн./кВт/год.};$$

Затрати енергії на Полумяний спектрофотометр:

$$E = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 12,096 \text{ грн,}$$

Затрати енергії на компютер для обробки даних

$$E = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 5 \cdot 1,68 = 3,78 \text{ грн}$$

Сушильна шафа

$$E = 1 \cdot 0,9 \cdot 6 \cdot 1,68 = 9,07$$

Лабораторний млин

$$E = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 2 \cdot 1,68 = 1,5$$

Загальні затрати електроенергії:

$$E = 12,096 + 3,78 + 9,07 + 1,5 = 22,44 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходимо за формулою (4.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12} \quad (4.3)$$

де, A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, місяців;

12 – кількість місяців у році.

Тоді витрати на армотизацію устаткування для полумяний спектрофотометр:

$$A = \frac{150000 * 25 * 6}{100 * 12} = 18750 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію устаткування для Компьютера

$$A = \frac{30000 * 6 * 6}{100 * 12} = 900 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію устаткування для Сушильной шафи

$$A = \frac{81\,865 * 20 * 6}{100 * 12} = 8186 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію устаткування для Лабораторного млину

$$A = \frac{18500 * 20 * 6}{100 * 12} = 1850 \text{ грн}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3-Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів.	Витрати на амортизацію, грн.
Полум'яний спектрофотометр	150000	25	6	8750
Комп'ютер	30000	6	6	900
Сушильна шафа	81 865	20	6	8186
Лабораторний млин	18500	20	6	1850
Разом	280365	71	24	29686

Накладні витрати, також відомі як загальновиробничі витрати або загальноадміністративні витрати, включають усі витрати, пов'язані з

управлінням підприємством в цілому, а не прямо з виробництвом конкретного товару чи послуги. Ці витрати не можуть бути однозначно пов'язані з конкретним виробництвом або продуктом і охоплюють різні аспекти діяльності підприємства.

До накладних витрат можуть входити наступні складові:

1. Адміністративні витрати: витрати, пов'язані з управлінням підприємством, такі як зарплата керівництва, оренда офісного приміщення, комунальні послуги, юридичні послуги, бухгалтерія та інші адміністративні витрати.

2. Загальновиробничі витрати: витрати, що не прямо пов'язані з виробництвом конкретного продукту, але включаються в собі загальні витрати підприємства. Це можуть бути витрати на загальній фонд, загальні ремонти та утримання, оплата послуг або збереження матеріалів і т.д.

3. Продажні витрати: витрати, пов'язані з маркетингом, рекламою, збутом та реалізацією продукції або послуг. Це можуть бути витрати на рекламні кампанії, зарплати продавних представників, витрати на транспортування товарів до клієнтів і т.д.

Накладні витрати враховуються при розрахунку загальних витрат підприємства і впливають на формування цін на продукцію або послуги.

Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80% від розрахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$8208 \times 80 \div 100 = 6566,4$$

Розрахунок всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зведено в таблицю 4.4

Таблиця 4.4-Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1641,9
Заробітна плата	8208
Нарахування на заробітну плату	1805
Електроенергія	22,44
Амортизація	29686
Накладні витрати	6566,4
Усього	47929,7

Аналіз таблиці показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

4.2 Розрахунок ціни дослідження

Якщо дослідження було віднесено до категорії фундаментальних досліджень, були враховані витрати на дослідження та рентабельність, а ціна була визначена за наступною формулою. (4.4):

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100} \quad (4.4)$$

де, Ц – вартість дослідження, грн.;

С – витрати на дослідження, грн.;

Р – нормативна рентабельність;

$$P = 30\%$$

$$\text{Таким чином: } Ц = 47929,7 + \frac{30\% \cdot 47929,7}{100} = 48073$$

Витрати на проведені дослідження становлять 48073 грн.

Висновок:

Завдання науково-дослідної роботи полягало у проведенні

фундаментальних досліджень, а вартість цього дослідження була визначена з урахуванням витрат на дослідження та нормативної рентабельності за формулою (4.4). Витрати на дослідження становлять 48073грн., а нормативна рентабельність складає 30%.

Отже, вартість дослідження розрахована як сума витрат на дослідження і нормативної рентабельності. Згідно з розрахунками, загальна вартість дослідження становить 48073 грн.

В результаті проведених досліджень були отримані важливі наукові висновки та результати, які відображають нові знання та внесок у відповідну галузь науки. Дослідження було виконано відповідно до поставленої мети та завдань, а результати дослідження вказують на значимий внесок у розвиток наукових знань.

Отже, науково-дослідна робота має важливе значення для розширення наукових знань у відповідній галузі і може послужити основою для подальших досліджень та розвитку суміжних напрямків.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Організація ОП в хімічній лабораторії

Охорона праці - це комплекс заходів і правил, спрямованих на забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час виконання трудових обов'язків. Основною метою охорони праці є запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням, а також створення комфортних і безпечних умов праці. Охорона праці передбачає розробку і впровадження правил та норм, що регулюють безпеку праці, надання інформації та навчання працівникам з питань безпеки, оцінку ризиків та прийняття заходів для їх зменшення, забезпечення відповідного оснащення та захисних засобів, контроль за дотриманням норм безпеки, а також організацію медичного обслуговування та надання першої допомоги у разі потреби.

Охорона праці є важливою складовою частиною будь-якої організації і її діяльності. Забезпечення безпеки працівників сприяє покращенню їхньої продуктивності, зниженню втрат від нещасних випадків та захворювань, а також підвищує загальний рівень благополуччя і задоволення працівників.

Організація охорони праці в хімічній лабораторії має важливе значення для забезпечення безпеки та благополуччя персоналу лабораторії. Ось деякі основні аспекти організації охорони праці в біохімічній лабораторії:

1. Оцінка ризику: проведення ретельної оцінки ризику для виявлення потенційних небезпек і ризиків, пов'язаних з лабораторною роботою. Це включає оцінку хімічних і біологічних небезпек, ергономічних ризиків, небезпек пожежі та вибуху та будь-яких інших потенційних небезпек, присутніх у лабораторії.

2. Політика та процедури безпеки: Створення та впровадження політики та процедур безпеки, які окреслюють безпечну практику, якої слід дотримуватися в лабораторії. Це включає вказівки щодо поведінки з

небезпечними речовинами, належне використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), процедури поводження з відходами та протоколи реагування на надзвичайні ситуації.

3. Навчання та освіта: Забезпечення всебічного навчання та навчання персоналу лабораторії щодо техніки безпеки, повідомлення про небезпеку, належного поводження та зберігання хімікатів, а також дій у надзвичайних ситуаціях. Необхідно проводити регулярні тренінги та курси підвищення кваліфікації, щоб інформувати персонал про протоколи безпеки.

4. Обладнання та засоби безпеки: Забезпечення оснащення лабораторії необхідним обладнанням безпеки, таким як витяжні шафи, шафи безпеки, станції для промивання очей, аварійні душові, вогнегасники та аптечки першої допомоги. Слід проводити регулярне технічне обслуговування та перевірку обладнання безпеки, щоб забезпечити його належне функціонування.

5. Управління небезпечними матеріалами: впровадження відповідних протоколів щодо зберігання, поводження та утилізації небезпечних матеріалів і відходів, що утворюються в лабораторії. Це включає належне маркування контейнерів, розділення несумісних речовин і дотримання місцевих правил утилізації відходів.

6. Моніторинг здоров'я: створення системи регулярного моніторингу стану здоров'я персоналу лабораторії, включаючи медичні огляди, для виявлення будь-яких проблем з професійною гігієною або проблем, пов'язаних із впливом. Це може допомогти в ранньому виявленні потенційних проблем зі здоров'ям і прийняти відповідне втручання.

7. Повідомлення про інциденти та розслідування: створення механізму для звітування та розслідування інцидентів, аварій, загрозливих випадків та виробничих травм. Важливо вчитися на таких інцидентах, щоб запобігти їх повторенню та постійно покращувати заходи безпеки.

8. Регулярні перевірки безпеки: Проведення регулярних перевірок безпеки лабораторії для виявлення будь-яких потенційних небезпек,

недотримання процедур безпеки та областей, які потрібно вдосконалити. Будь-які виявлені проблеми слід вирішувати негайно.

9. Культура безпеки та комунікація: сприяння міцній культурі безпеки в лабораторії шляхом сприяння відкритому спілкуванню, заохочення співробітників повідомляти про проблеми з безпекою, а також визнання та винагородження належної практики безпеки. Регулярні зустрічі та обговорення безпеки можуть допомогти у підтримці обізнаності та відповідальності.

5.2. небезпечні та шкідливі фактори при роботі в лабораторії.

Згідно з Державними гігієнічними нормами і правилами «Гігієнічна класифікація робіт за ступенем шкідливості та факторами ризику виробничого середовища та показниками складності та напруженості виробничих процесів» небезпечні та шкідливі фактори за дією поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізичні групи.

До основних фізичних факторів, що впливають на працівників лабораторії, належать:

- Підвищена або знижена температура, вологість і плинність повітря, які є основними параметрами мікроклімату робочої зони;
- Недостатнє або надмірне освітлення робочої зони.
- Хімічні фактори.

Також слід зазначити, що лабораторне обладнання зі скла є крихким і менш стійким до різких перепадів температури з точки зору безпеки. Найпоширеніші види нещасних випадків, при яких порушуються правила поводження зі склом, відносяться до категорій легких травм (після яких можна продовжити роботу) і легких травм (втрата працездатності на один-кілька днів). По-перше, порізи рук від розбиття скляних виробів, комплектуючих і посуду, а також опіки рук від необережного поводження зі скляними деталями, нагрітими до високих температур. Порізи від осколків

скляного посуду, забрудненого хімічними речовинами, особливо небезпечні, оскільки токсична речовина може потрапити безпосередньо в кров [34].

Серйозні порушення правил поводження зі склом можуть призвести до серйозних травм рук, у тому числі до пошкодження сухожилів, із довгостроковою втратою працездатності та середнього ступеня тяжкості.

При попаданні осколка скла в око можуть виникнути серйозні (що вимагають тривалого лікування) або такі, що призводять до інвалідності. Цей тип травми є ризикованим, якщо не використовувати засоби індивідуального захисту (окуляри, маски) та інше захисне спорядження (захисні щитки) під час роботи з вакуумним обладнанням і в усіх випадках, коли скляне обладнання може бути пошкоджено.

Крім ушкоджень розбитим скляним посудом і скляним посудом, інші нещасні випадки і катастрофи, такі як пожежа, вибух (при розливі легкозаймистих рідин, окислювачів і т. д.), отруєння та опіки (при попаданні отруйних або їдких речовин у повітря або на шкіру) можливі.

Параметри мікроклімату приміщення є основними факторами, що визначають умови праці. Основні параметри кліматичних умов – температура, вологість і швидкість повітря – впливають на теплообмін і загальний стан організму людини [34].

Джерелами підвищення температури повітря в лабораторіях є сушильні шафи, радіатори, велика кількість комп'ютерної техніки. Тепло від усіх цих джерел трохи підвищує температуру повітря на робочому місці.

Розглядаючи механізми впливу метеорологічних факторів виробничого середовища (температури, вологості та швидкості повітря) на людину, я маю на увазі, що організм людини намагається підтримувати відносний динамічний гомеостаз своїх функцій у різних кліматичних умовах. Цей гомеостаз забезпечується насамперед одним із найважливіших фізіологічних механізмів, а саме механізм терморегуляції. Воно спостерігається при певному співвідношенні теплоутворення (хімічна терморегуляція) і тепловіддачі (фізична терморегуляція).

Відомо, що надмірна вологість повітря згубно впливає на механізми терморегуляції. Зокрема, згубна вологість повітря понад 70-75% при температурі вище 30°C. Верхня межа теплової рівноваги для людини в стані спокою становить 30-31°C при вологості повітря 85% або 40°C при відносній вологості повітря 30%.

Дослідження показують, що люди можуть працювати і підтримувати нормальне самопочуття при температурі навколишнього середовища 18-20°C, відносній вологості повітря 40-60% і швидкості вітру не більше 0,1-0,2 м/с.

При високій температурі організм стає слабким і млявим; при низьких температурах обмежується рух і підвищується ризик отримання травм при роботі з лабораторним обладнанням. У жаркому та вологому середовищі тіло може перегрітися та статися тепловий удар.

Приблизно 90% інформації людина отримує через органи зору. Тому необхідне розумне освітлення робочих зон, що є однією з основних вимог промислової гігієни та визначальним фактором гарного робочого середовища. Як недостатнє, так і надмірне освітлення негативно впливає на органи зору. При недостатньому освітленні, що часто зустрічається в приміщенні, очі оператора сильно втомлюються, зір погіршується. У разі надмірного освітлення це призводить до сліпоти та характеризується сильним подразненням очей. Гострота зору знижена.

Недостатнє і нерозумне освітлення може призвести до втоми очей, ураження центральної нервової системи, зниження розумової і фізичної працездатності, а в деяких випадках і до травм (близько 5% травм через нерозумне або недостатнє освітлення).

Що відноситься до хімічних факторів, то високотоксичні або канцерогенні сполуки не повинні використовуватися в лабораторних дослідженнях для обґрунтування характеристик. Хімічні речовини, що використовуються в експериментах, за механізмом дії класифікуються як подразники, основний шлях надходження в організм людини — через шкіру та слизові оболонки. Хоча в лабораторних роботах біологічно небезпечні

речовини не використовуються, цей фактор також необхідно враховувати при проведенні дослідів, оскільки досліджуваний ґрунт може бути біологічно забруднений.

Психофізіологічні шкідливі виробничі фактори, що впливають на лаборантів, проявляються у вигляді психічного перевантаження внаслідок тривалої роботи з ЕОМ і спектрофотометрами, монотонності роботи та перенавантаження обладнання для візуального аналізу [34].

5.3. Технічні та організаційні заходи з охорони праці

Технічні та організаційні заходи з охорони праці є важливими компонентами системи забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Давайте розглянемо основні аспекти цих заходів:

Технічні заходи з охорони праці включають:

1. Використання безпечного обладнання: Застосування обладнання, яке відповідає вимогам безпеки та має відповідні захисні пристрої. Це можуть бути захисні огороження, системи автоматичного вимикання, пристрої для відсмоктування шкідливих речовин тощо.

2. Застосування особистого захисту: Забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту (ІЗЗ), такими як захисні каски, окуляри, вушні протектори, респіратори, рукавиці тощо, для запобігання можливих ризиків та пошкоджень здоров'я.

3. Попередження пожежі та вибухів: Встановлення та підтримка систем безпеки, включаючи пожежні тривоги, системи вогнегасіння, вентиляцію, а також правильне сховищення та обробку легкозаймистих речовин.

4. Автоматизація та механізація: Впровадження автоматизованих систем та механізмів для зменшення фізичного навантаження на працівників, зокрема при підйомі важких вантажів, переміщенні матеріалів та інших рутинних операціях.

Організаційні заходи з охорони праці включають:

1. Розробка процедур та правил: Розробка та впровадження процедур, інструкцій та правил, які визначають безпечні методи роботи, використання обладнання, обробку матеріалів, а також процедури поводження в екстрених ситуаціях.

2. Навчання та інструктаж: Проведення навчання та інструктажу з питань безпеки праці для всіх працівників. Це включає ознайомлення з правилами безпеки, користуванням обладнанням, розпізнаванням ризиків та процедурами надання першої допомоги.

3. Системи управління безпекою: Впровадження систем управління безпекою, таких як сертифікація за міжнародними стандартами, проведення аудитів безпеки та визначення планів дій для виправлення виявлених проблем.

4. Моніторинг та аналіз: Постійний моніторинг робочих процесів, виявлення потенційних загроз та ризиків, а також проведення аналізу нещасних випадків та інцидентів з метою вжиття запобіжних заходів та вдосконалення систем безпеки.

5. Комунікація та участь працівників: Залучення працівників до процесу безпеки, створення механізмів зворотного зв'язку, розробка системи повідомлень про потенційні ризики та ідеї щодо покращення безпеки праці.

Загальна мета технічних та організаційних заходів з охорони праці полягає в усуненні або зменшенні ризиків та небезпек, пов'язаних з роботою, забезпеченні безпеки та здоров'я працівників, а також створенні безпечного та здорового робочого середовища.

Технічні та організаційні заходи, які виключають чи обмежують дію на людину небезпечних та шкідливих факторів при роботі в лабораторії. Заходи безпеки при роботі зі скляним посудом та приладами, що мають у конструкції скляні деталі [35].

У якості додаткового профілактичного заходу використовують засоби індивідуального захисту.

Для того щоб уникнути або зменшити шкідливий вплив хімічних

речовин на організм, необхідно притримуватись наступних заходів з охорони праці:

- 1) Перед початком роботи проінструктувати виконувача робіт і робоче місце та видати відповідний спецодяг, особливо якщо необхідно виконувати складні роботи з підвищеною небезпекою;
- 2) Стежити за повною герметичністю системи;
- 3) Організовувати та систематично контролювати роботу вентиляційної системи; і
- 4) Виконувати роботи тільки в спеціальному одязі та спеціальному взутті, що потребують засобів індивідуального захисту (наприклад, захисний одяг із кислотостійких тканин типу ШХВ-30 і СВХ-1 для кислот, бавовняні, лляні та гумові рукавички для лугів, спеціальні окуляри. захисні окуляри);
- 5) Забезпечити всі робочі місця необхідною кількістю води та нейтралізаторів. Спецодяг, взуття та засоби індивідуального захисту повинні повністю захищати людину від шкідливої дії шкідливих речовин [35].

5.4. Безпека при проведенні лабораторних досліджень

У лабораторіях для аналізу широко використовується хімічний посуд і скляний посуд. Щоб уникнути псування скляного посуду, спочатку перевірте його за допомогою полярископа. Збираючи скляний посуд, вибирайте гумові пробки та пробірки, що відповідають розміру склянки, а руки захищайте рушниками або ганчірками, щоб уникнути порізів при розбитті обладнання [36].

Накривати нагріту скляну тару притертими пробками небажано до охолодження. Хімічний посуд можна мити в раковині, пральній машині або в приміщенні зі зручними умовами для зберігання та сушіння.

Не кидайте і не виливайте в раковину концентровані розчини кислот або лугів, суміші хрому, смердючі речовини та інші реактиви. Щоб виключити ризик опіків, викидайте їх у спеціальні контейнери для утилізації.

Слід бути обережним, розбираючи обладнання, торкаючись гарячого скляного посуду або нагрівальних приладів. Гарячі колби слід поставити на аркуш азбесту.

Посудини, що містять сильні кислоти, луги та інші отрути, необхідно спорожнити і знешкодити, щоб тільки після цього їх можна було промити.

Аналіз мікроклімату в лабораторії проводиться на підставі нормативних показників таких параметрів мікроклімату, як температура, вологість і витрата повітря в залежності від виду робіт і тривалості року.

Робота, яка виконується в лабораторіях, може бути віднесена до категорії 1а, оскільки вона виконується в положенні сидячи і не вимагає фізичного навантаження. Енерговитрати організму людини при такій роботі становлять до 120 ккал/год.

Джерелами теплового випромінювання є радіатор центрального опалення, що складається з семи секцій, сушильна шафа і комп'ютер.

У таблиці наведені рекомендовані та допустимі рівні температури, відносної вологості та швидкості вітру для робочих зон промислових будівель. [36].

Таблиця 5.1-Параметри мікроклімату підтримуються системою кондиціонування та опалення.

Період року	Температура повітря, 0С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальна	допустима	оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
холодний	22-24	21-25	40-60	не більше 75	0,1	Не більше 0,1
теплий	22-24	22-28	40-60	55 при 280С	0,1	0,1-0,2

існуючи й	22-24	22-24	55	55	0,1	0,1
--------------	-------	-------	----	----	-----	-----

Розумне освітлення повинно відповідати ряду вимог:

- Природне освітлення приміщення має бути реалізоване у вигляді бічного освітлення. Для високоточних робіт коефіцієнт бокового освітлення повинен бути не менше 1,5%; для зорових робіт середньої точності - не менше 1,0%;

- Штучне освітлення лабораторії забезпечується системою комбінованого освітлення з використанням люмінесцентних джерел загального освітлення;

- освітленість штучного освітлення люмінесцентними лампами повинна бути не менше 300 лк в горизонтальній площині;

- У приміщеннях лабораторії має бути передбачене аварійне освітлення, напр. продовжувати роботу;

- Джерела світла, пов'язані з робочою зоною, повинні бути розташовані так, щоб пряме світло не потрапляло в очі;

- Пульсація світла використовуваних ламп не повинна перевищувати 10%. Коли використовується природне освітлення, тримайте відстань між природним світлом і світінням екрана. Можна використовувати металізовану плівку або регульовані жалюзі.

У лабораторіях використовуються звичайні системи рівномірного освітлення. Джерелом світла є 40 низьковольтних люмінесцентних ламп 20-LB, розташованих у два ряди по десять на стелі.

Тепер перевіримо освітленість при загальному рівномірному штучному освітленні. Для визначення освітленості застосовуємо метод коефіцієнта використання світлового потоку:

m

$$E = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \mu \sum_{i=1} \varepsilon_i \psi_i}{1000 \cdot K_3 \cdot h^2 \cdot l_p},$$

n – кількість світильників у кімнаті;

n - кількість ламп на одному світильнику ($n = 4$);

$\Phi_{\text{л}}$ - світловий потік ламп, лм $\Phi_{\text{л}} = 3120$ лк для ламп ЛБ-40;

μ - коефіцієнт, що враховує збільшення освітленості за рахунок віддзеркалень ($\mu = 1,2$);

m - кількість напіврядних світильників ($m = 2$);

ψ_i - відносна освітленість за рахунок першого півряду ламп у розглянутому місці;

μ_i - коефіцієнт переходу від горизонтального освітлення лампами першого півряду в розглянутій точці до освітлення похилої поверхні;

K_3 - коефіцієнт безпеки ($K_3 = 1,5$ при використанні люмінесцентних ламп у приміщенні з вмістом пилу в повітрі менше 1 мг/м^3);

h - висота підвішування світильника відносно поверхні робочої зони ($h = 2,5 \text{ м}$);

l_p - довжина ряду світильників, м ($l_p = 4 \text{ м}$).

Для визначення табличних значень функції ψ визначається відношення r до l

$r = r/n$, де r - відстань між розрахунковою точкою і проекцією ряду світильників на горизонтальну площину; $r = 1/4 = 0,25$.

$l = l_2/n$, де l_2 – відстань проекційної точки від стіни ($2,5 \text{ м}$), $l = 2,5/4 = 0,62$.

Кут падіння світла $I_{\psi} = 162 \text{ Лм}$ при I_{ψ} 9-ї групи світильників $\psi = 25^{\circ}$,

$$f(p\ l) = 0,55.$$

$$\varepsilon = f(p\ l) \times I\alpha,$$

$$\varepsilon = 0,55 \times 162 = 89,$$

$$E = \frac{8*4*3120*1,2*89}{1000*1,5*2,5*2,5*4} = 355,4 \text{ Ee}$$

Норма загальної освіти на робочому місці (середня контрастність для ідентифікації об'єктів, категорія 3у для зорових робіт, високоточні роботи) становить 300 лк. Це відповідає СНиП 11-4-79/85, основна освітленість > необхідної освітленості. Крім того, кожне робоче місце забезпечене локальним джерелом освіти для можливих завдань, пов'язаних із високоточними роботами. Хімічні препарати - це речовини, які можуть спричинити нещасні випадки на виробництві, професійні захворювання або проблеми зі здоров'ям, якщо вони вступають у контакт із тілом людини всупереч вимогам безпеки [37].

Хімічні речовини можуть потрапити в організм людини трьома шляхами: через дихальну систему у вигляді пар і газів, через травну систему, часто через забруднені поверхні рук, а також через розвиток та слизові оболонки.

Щоб захистити себе від шкідливого впливу хімічних речовин, необхідно дотримуватися правил безпеки в хімічних лабораторіях. Хімічні лабораторії оснащені розумними системами вентиляції, які забезпечують ефективний захист від шкідливих домішок і речовин у повітрі [38].

5.5 Дії в умовах НС

Надзвичайна ситуація - це несподівана подія або обставина, яка

загрожує життю, здоров'ю або майну людей і вимагає негайних заходів для запобігання небезпеці, мінімізації шкоди і відновлення нормального стану. Це може бути природна катастрофа, техногенна аварія, пожежа, епідемія, терористичний акт або будь-яка інша подібна подія, яка порушує звичайний порядок речей і потребує негайного реагування.

У разі надзвичайної ситуації важливо діяти швидко і ефективно, дотримуючись плану надзвичайних заходів та інструкцій безпеки. Це може включати евакуацію людей, надання першої допомоги, виклик служб екстреної допомоги, ліквідацію наслідків аварії або будь-які інші дії, спрямовані на збереження життя і здоров'я людей.

Важливо мати план надзвичайних ситуацій, проводити навчання та тренування персоналу з питань безпеки і реагування на надзвичайні ситуації, а також мати налагоджену систему співпраці з відповідними службами та організаціями для координації дій у разі виникнення надзвичайної ситуації. Пожежа є однією з найнебезпечніших надзвичайних ситуацій, яка завдає значних збитків.

Пожежа може виникнути через:

- Короткі замикання в електропроводці;
- куріння в заборонених місцях; використання побутових електронних нагрівальних приладів;
- Самозаймання комп'ютера.

Відповідно до ОНТП 24 - 86 і СНиП 2.09.02-85 досліджуваний об'єкт за вибухонебезпечністю віднесений до категорії «В», а за ПУЕ робоча зона об'єкта відноситься до класу П-Па. пожежонебезпечних, тобто наявне тверде та волокнисте паливо (дверні рами, двері, меблі тощо).

Лабораторія оснащена обладнанням (наприклад, спектрометри, термостати, автоклави), яке у разі пожежі може призвести до значних матеріальних збитків. Тому дуже важливо створити умови, що знижують ймовірність пожежі [39].

У лабораторних роботах можливість евакуації людей у разі пожежі обмежена. Тому розрахунки базуються на припущенні, що неможливо швидко (1-2 хвилини) евакуювати людей. Цей підхід базується на тому, що пожежонебезпечними вважаються об'єкти з ймовірністю пожежі $O_p < 10^{-6}$.

У зв'язку з цим необхідно передбачити такі заходи:

- Ретельно ізолювати струмоведучі провідники до місця проведення робіт;

- періодичний огляд і перевірка ізоляції;

- суворе дотримання правил пожежної безпеки на робочому місці;

- розрахунок ймовірності самозаймання комп'ютера.

Ймовірність самозаймання комп'ютера з вбудованою системою захисту від короткого замикання (нею оснащені всі блоки живлення PC/AT ih86) визначається за формулою: $Q_n = Q_{n.p} * Q_{n.3} * Q_{n.z} * Q_b$,

де $Q_{n.p}$ – ймовірність виникнення пожежної небезпеки в складовій частині виробу ($Q_{n.p} = 0,0001$);

$Q_{n.3}$ – ймовірність виникнення пожежонебезпечних умов для електричних параметрів. ($Q_{n.3} = 0,01$);

$Q_{n.z}$ – ймовірність відмови апаратного захисту блоку живлення;

$$Q_{n.z} = L_p * t$$

де L_p – інтенсивність відмов захисту від коротких замикань і теплових перевантажень блоку живлення комп'ютера ($L_p = 0,02$);

t - загальний час роботи системи. Q_b – ймовірність загоряння матеріалу, з якого виготовлено комп'ютер ($Q_b = 0,001$).

Підставляємо відомі значення у формулу:

$$0,000001 > 0,0001 * 0,01 * 0,02 * 0,001 * t, t < 7 \text{ місяців.}$$

Таким чином, пожежна безпека забезпечується, якщо профілактичні роботи (наприклад, перевірка якості параметрів захисних елементів і з'єднувальних кабелів) проводяться кожні 5000 годин, що приблизно дорівнює семи місяцям роботи.

У разі пожежі забезпечується безпечна евакуація шляхом евакуації. У приміщенні є план евакуації. Для безпечної евакуації в разі надзвичайної ситуації важливо дотримуватися вказівок СНиП 2.01.02-85 і СНиП 2.09.02-85. Це включає дотримання мінімального часу евакуації та максимальної відстані робочого місця від аварійного виходу. Важливо також дотримуватися правил щодо кількості аварійних виходів, ширини коридору та вогнестійкості будівлі, як зазначено в цих інструкціях..

До складу інституту входять такі будівлі

- Вогнегасник ОУБ-3 - 1 флакон;
- Вогнегасник ОП-1 «Момент» - 1 вогнегасник.

Ця кількість відповідає вимогам стандарту ISO 3941-87, який вимагає встановлення двох вогнегасників на 100 м² площі підлоги. для приміщень. За ступенем вогнестійкості лабораторія створюється до II ступеня вогнестійкості, а механічна конструкція та стіни приміщення виконані з негорючих матеріалів. Робочі місця розраховані на сидячу роботу з висоти столу 0,8м.

На випадок пожежі на сходовій клітці ззовні встановлений пожежний щит з використанням пожежогасіння відповідно до вимог ІСО3941-77 (Вогнегасники вуглекислотні, інструкція) для гасіння загорянь різних матеріалів та обладнання під напругою до 1000 В та вогнегасниками ОУ-5 та хімічними, пінними ОХП- для гасіння твердих матеріалів. 10 вогнегасниками відповідно до ОНТП 24-86 і ГОСТ 12.4.009-83, пожежний щит укомплектований

- Азбестовими.
- Наявні ящики, заповнені піском;
- Є система пожежогасіння.

Східні клітини також забезпечені системою водопостачання з внутрішніми пожежними кранами. Зв'язок з пожежною охороною створений по телефону.

відповідно до вимог НАПБ.А.01.001-95 "Правила пожежної безпеки в

Україні", на робочому місці дотримані всі вимоги пожежної безпеки [40].

5.6. Висновок до охорони праці

У даному розділі дипломної роботи визначено шкідливі та небезпечні фактори при роботі в лабораторії.

Визначено, що законодавча база у галузі охорони праці представлена нормативними документами, що передбачають формування системи заходів, які, в свою чергу, спрямовані на забезпечення безпечних умов праці.

До уваги бралися фактори, які можуть вплинути на працездатність лаборанта під час проведення дослідження по визначенню рівнів забруднення ґрунтів важкими металами, оскільки даний вид діяльності вимагає тривалого перебування на робочому місці та пов'язаний з використанням електроенергії, хімічних реактивів, обчислювальної техніки та скляного хімічного посуду.

Запропоновано ряд заходів для зменшення негативного впливу небезпечних та шкідливих факторів при роботі в лабораторії.

У розділі проведено розрахунки штучного освітлення лабораторії, визначено основні параметри мікроклімату приміщення, а також прораховано ймовірність самозаймання ЕОМ. Особливу увагу звернено на заходи забезпечення пожежної та вибухової безпеки.

ВИСНОВОК

Аналіз результатів показав, що вміст важких металів, в варіантах як свинець (Pb), кобальт (Co), марганець (Mn) і залізо (Fe), у різних частинах яблуні варіюється залежно від типу ґрунтів. В варіантах забруднених відкладеннях яких були сформовані ділянки для саду перевищував ГДК окремих частинах рослин в плодах на всіх варіантах вміст був приблизно в межах норми. Однак окремі елементи мали тенденцію до надлишкових накопичень. Це може мати потенційно негативний вплив на здоров'я людей, які споживають такі плоди. В коренях яблуні також виявлені підвищені рівні важких металів, особливо у лесоподібних суглинках та технічних ґрунтах. Це може свідчити про забруднення навколишнього середовища цими речовинами. В пагонах яблуні також виявлені певні рівні важких металів, але вони не перевищують норм.

Проведене дослідження впливу важких металів на рослинність, зокрема на яблуню, має важливе значення для збереження здоров'я людей та екологічної стійкості. Отримані результати можуть бути використані для подальшого вдосконалення методів вирощування рослин та контролю якості харчових продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Clemens, S. (2006). Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie*, 88(11), 1707-1719.
2. DalCorso, G., Farinati, S., & Furini, A. (2010). Regulatory networks of cadmium stress in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 5(6), 663-667.
3. Hall, J. L. (2002). Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53(366), 1-11.
4. Khan, M. I. R., Nazir, F., Asgher, M., Per, T. S., & Khan, N. A. (2015). Selenium and sulfur influence ethylene formation and alleviate cadmium-induced oxidative stress by improving proline and glutathione production in wheat. *Journal of Plant Physiology*, 173, 9-18.
5. Krämer, U. (2010). Metal hyperaccumulation in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 61, 517-534.
6. Rascio, N., & Navari-Izzo, F. (2011). Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Science*, 180(2), 169-181.
7. Sharma, P., & Dubey, R. S. (2005). Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1), 35-52.
8. Verbruggen, N., Hermans, C., & Schat, H. (2009). Molecular mechanisms of metal hyperaccumulation in plants. *New Phytologist*, 181(4), 759-776.
9. Wani, P. A., Khan, M. S., & Zaidi, A. (2008). Chromium- reducing and plant growth promoting Mesorhizobium improves chickpea growth in chromium-amended soil. *Bioresource Technology*, 99(8), 3511-3516.
10. Xie, Z. M., & Yang, Y. J. (2013). Heavy metal uptake by plants: Implications for soil remediation. In *Heavy Metal Contamination of Soils* (pp. 99-114). Springer.
11. <https://www.ijaiem.org/Volume5Issue3/IJAIEM-2016-03-17-12.pdf>
12. "Phytoextraction and phytostabilization: Technical, economic, and

regulatory considerations of soil remediation

13. "Factors affecting the bioavailability and bioaccumulation of trace elements in aquatic ecosystems: Implications for risk assessment"

14. "Factors affecting metal accumulation in plants and implications for phytoremediation

[15. Clemens, S., & Ma, J. F. \(2016\) Annual Review of Plant Biology "The Distribution and Accumulation of Heavy Metals in Plants" 67, \(pp. 643-668\)](#)

16. Bello, A., et al. (2017). Distribution of heavy metals in apple trees (*Malus domestica*) grown in a mining area in Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(8), 390.

17. Ullah, S., et al. (2019). Distribution and translocation of heavy metals in apple trees in an industrial region of Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(12), 12005-12016.

18. Wang, M., et al. (2017). Distribution of heavy metals in apple orchard soils and their accumulation in apple plants in the Loess Plateau of China. *Journal of Environmental Sciences*, 53, 34-41.

19. Iqbal, M., et al. (2018). Distribution of heavy metals in apple orchards of Shimla hills in Himachal Pradesh, India. *Pollution*, 4(1), 35-44.

20. Majumder, R. K., et al. (2017). Distribution pattern of heavy metals in various parts of apple (*Malus domestica* Borkh.) grown in different regions of India. *International Journal of Fruit Science*, 17(1), 61-76.

21. Tahir, A., et al. (2020). Distribution and accumulation of heavy metals in different apple tissues: a case study from orchards of Murree, Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(21), 26362-26372.

22. Chibuikwe, G. U., & Obiora, S. C. (2014). Heavy metal polluted soils: Effect on plants and bioremediation methods. *Applied and Environmental Soil Science*, 2014, 752708.

23. Hasanuzzaman, M., et al. (2017). Heavy metal toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. *South African Journal of Botany*, 108, 363-372.

24. Schützendübel, A., & Polle, A. (2002). Plant responses to abiotic stresses: Heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *Journal of Experimental Botany*, 53(372), 1351-1365.

25. Wu, F., et al. (2014). Effects of heavy metals on the growth, morphology, and physiology of apple seedlings. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(6), 2241-2248.

26. Kabir, A. H., et al. (2014). Toxic effect of heavy metals on seed germination and seedling growth of *Brassica juncea*. *Journal of Environmental Sciences*, 26(2), 389-397.

27. Hasanuzzaman, M., et al. (2017). Physiological and biochemical mechanisms of heavy metal tolerance in plants: Implications for crop improvement. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(5), 871.

28. Zhang F. etc. (2018). The effect of foliar fertilizing with zinc sulfate on the quality of apple fruit. *Journal of Plant Nutrition*, 41 (13), 1614-1620.

29. Khan S. etc. (2017). Bioavailability and uptake of copper by plants: a review. *AgriGene*, 3, 25-32.

30. Llugani M. etc. (2015). Manganese in plants: from uptake to intracellular distribution. *Frontiers in Plant Science*, 6, 863.

31. Барбоза Б. та ін. (2015). Оцінка вмісту важких металів у ґрунтах яблуневих садів методом портативної рентгенофлуоресцентної спектроскопії. *Дослідження ґрунту та обробки землі*, 146, 304-309.

32. Лі Х. та ін. (2017). Оцінка забруднення яблуневих садів важкими металами та їхні потенційні ризики для здоров'я в провінції Шаньдун, Китай. *Наука про навколишнє середовище та дослідження забруднення*, 24 (12), 11493-11504.

33. Ван Л. та ін. (2021). Дослідження характеристик просторового розподілу важких металів у яблунях на основі даних дистанційного зондування з багатьох джерел. *Journal of Soils and Sediments*, 21(4), 1901-1913.

34. ДЕРЖАВНІ САНІТАРНІ НОРМИ ТА ПРАВИЛА «Гігієнічна

класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [Electronic resource] // МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ. – 2014. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#n254>.

35. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Electronic resource] // МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ. – 1999. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>

36. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування» – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 141 с. 43. ВИМОГИ щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [Electronic resource] // МІНІСТЕРСТВО СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ. – 2018. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>

38. ДБН В.2.5-28-2018 «Інженерне обладнання будинків і споруд. ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ» [Electronic resource] // Мінбуд України. – 2006. – URL:

<http://www.gorsvet.kiev.ua/wpcontent/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5-28-2006.pdf>

39. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення [Electronic resource] // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>.

40. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ, БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ» – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 31 с.