

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра екології та технологій
захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломної робота
магістра

Галузь знань – **10 «Природничі науки»**
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність – **101 «Екологія»**
(код і назва спеціальності)

Освітній рівень – магістр
(назва освітнього рівня)

Кваліфікація – **2211.2 «Еколог»**
(код і назва кваліфікації)

на тему: «Дослідження рівня екологічної небезпеки забруднення ґрунтів
автотранспортом та розробка способів її зменшення»

Виконавець:
Студент II курсу, групи 101м-16-1

(підпис)

Іванова О.А.
(прізвище та ініціали)

| Керівники | Прізвище, ініціали | Оцінка | Підпис |
|---------------|----------------------|--------|--------|
| роботи | Проф. Ковров О.С. | | |
| розділів: | | | |
| Теоретичний | Проф. Ковров О.С. | | |
| Дослідницький | Проф. Ковров О.С. | | |
| Охорона праці | Доц. Литвиненко А.А. | | |
| Економічний | Доц. Павличенко А.В. | | |
| Рецензент | | | |
| Нормоконтроль | Ас. Грунтова В.Ю. | | |

Дніпро
2018

**Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Завідувач кафедри екології та
технологій захисту
навколишнього середовища
_____ А.В. Павличенко
02 жовтня 2017 року

ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної роботи магістра
спеціальності 101 «Екологія»
(код і назва спеціальності)

студенту 101М-16-1 Івановій О.А.
(група) (прізвище та ініціали)

Тема дипломної роботи: «Дослідження рівня екологічної небезпеки забруднення ґрунтів автотранспортом та розробка способів її зменшення»

1 ПІДСТАВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Наказ ректора ДВНЗ «НГУ» від 27.12.2017 р №2138-л.

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ

Об'єкт дослідження. Забруднення ґрунтів свинцем та його вилучення методом фітоекстракції.

Предмет дослідження. Вміст свинцю в забруднених ґрунтах вздовж автодоріг м. Дніпро та зменшення його концентрацій з використанням рослин-гіперакумуляторів.

Мета НДР – Обґрунтування та розробка природоохоронних заходів зниження рівня екологічної небезпеки від забруднення ґрунтів свинцем за допомогою рослин-гіперакумуляторів.

Вихідні дані для проведення роботи:

- Постанова Верховної Ради України «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» від 05.03.1998 №188/98 – ВР;
- методичні матеріали, літературні джерела за напрямком дослідження;
- природоохоронна нормативно-законодавча база України;
- статистичні дані Державного комітету статистики, Міністерства екології та природних ресурсів України;
- результати наукових досліджень виконаних на базі кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища;
- результати наукових досліджень проведених на базі DAAD TU Bergakademie Freiberg.

3 ОЧІКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

Наукова новизна. Встановлено нові закономірності зниження концентрацій свинцю у ґрунтах вздовж автодоріг м. Дніпро з використанням рослин-гіперакумуляторів.

Практична цінність. Отримані результати оцінки поглинання свинцю з забруднених ґрунтів рослинами-гіперакумуляторами можуть використовуватись для розробки та впровадження сучасних технологій фітоекстракції, фітомайнінгу та фітостабілізації техногенно забруднених територій.

4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Магістерська робота виконана згідно наукових досліджень кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного гірничого університету, відповідно до Постанови Верховної Ради України «Основні напрямки державної політики України в області охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки» №188/98-ВР від 05 березня 1998 р., Постанов Кабінету Міністрів України від 30.03.98 № 391 «Про затвердження положення про державну систему моніторингу довкілля» та інших нормативно-правових актів з питань моніторингу довкілля та стану здоров'я населення.

Відповідно до Договору про співпрацю № 02/2-16 у даній роботі використані результати, які були отримані в процесі виконання співробітниками Фізико-хімічного інституту захисту навколишнього середовища і людини МОН України та НАН України теми: «Розробка і організація дослідного виробництва засобів індивідуального захисту цивільного дорослого населення, призначених для використання в умовах надзвичайних ситуацій» № ДР 0115U000195.

Автор висловлює вдячність співробітникам Фізико-хімічного інституту захисту навколишнього середовища і людини МОН України та НАН України за надані матеріали і можливість визначення захисної ефективності засобів захисту органів слуху у лабораторних умовах.

5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

| Найменування етапів робіт | Строки виконання робіт (початок – кінець) |
|--|---|
| Виконати літературний огляд на тему автотранспорту та його впливу на навколишнє середовище в Україні та світі. Вивчити характеристики і поведінку важких металів у ґрунтах, а саме свинцю. Вивчити літературу про рослини-гіперакумулятори, їх доцільність і користь для навколишнього середовища. | 01.09.2016– 30.09.2016 |
| Отримати практичний досвід у лабораторіях DAAD TU | 02.11.2016 – |

| | |
|--|-------------------------|
| Bergakademie Freiberg. Дослідити хімічний склад ґрунтових проб вібраних у Приорільському ландшафтному заказнику на нітрати, фосфати і амоній методом спектрофотометрії. А також, дослідити хім. склад методом Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). | 01.12.2016 |
| Вивчити заходи щодо безпечного виконання робіт у лабораторіях. | 02.11.2016 – 01.12.2016 |
| Проведення ростового фіторемедіаційного тесту в лабораторії кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища. | 02.11.2017 – 22.11.2017 |
| Обґрунтувати можливість та доцільність зменшення концентрацій свинцю в досліджуваних ґрунтах за допомогою рослин-гіперакумуляторів як екологічний метод зменшення забруднень ґрунтів | 30.11.2017 – 29.12.2017 |
| Розрахувати економічний ефект від впровадження запропонованого рішення вздовж автомагістралей. | 01.01.2018 – 15.01.2018 |

6 РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічний ефект. Впровадження запропонованих рекомендацій щодо зменшення рівня екологічної небезпеки від забруднення ґрунтів свинцем вздовж автодоріг дозволить зменшити негативний вплив викидів автотранспорту на ґрунти та утилізувати значні обсяги біомаси рослин-гіперакумуляторів в економічно доцільних технологіях біоконверсії та біогідрометалургії.

Соціальний ефект. Запропонований в роботі комплекс природоохоронних заходів у вигляді фітозахисних смуг вздовж сільськогосподарських угідь слугуватиме своєрідним екологічним буфером, який суттєво зменшить потенційну небезпеку від забруднення довкілля свинцем. Подібна фітотехнологія являє собою різновид «зелених коридорів» екологічної мережі урбанізованих територій.

7 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ

Магістерська робота оформлюється відповідно з вимогами ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – К. : Держстандарт України, 1995. – 38 с.

Завдання видав _____ проф. Ковров О.С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Іванова О.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 29.09.2017 р.

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 25.01.2018 р.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 91 с., 26 рис., 10 табл., 5 додатки, 27 літературних джерел.

Об'єкт дослідження. Забруднення ґрунтів свинцем та його вилучення методом фітоекстракції.

Мета роботи: обґрунтування та розробка природоохоронних заходів зниження рівня екологічної небезпеки від забруднення ґрунтів свинцем за допомогою рослин-гіперакумуляторів.

У вступі підкреслюється актуальність визначення негативного впливу автотранспорту на здоров'я людей та навколишнє природне середовище.

Перший розділ складається з огляду літературних джерел та перспектив зниження негативного впливу викидів автотранспорту на ґрунти за допомогою фіторемедіаційних заходів.

У другому (дослідницько-технологічному) розділі наведено оцінку рівня забруднення ґрунтів свинцем у м. Дніпро, та дослідження Приорільського ландшафтного заказника, як еталонної території. Подано методику спектрометричного визначення нутрієнтів в ґрунтах, ICP-MS та осадження солей свинцю з ґрунтової витяжки. Приведено результати досліджень, а також розроблено заходи для зменшення концентрації свинцю в ґрунтах.

У розділі «Охорона праці» проаналізовані заходи з охорони праці в умовах проведення робіт в лабораторіях та заходи запобігання пожежам.

У економічній частині розраховано економічний ефект від впровадження запропонованого способу зменшення концентрацій свинцю, вздовж автомагістралей за допомогою рапсу (*Brassica napus*). У висновках приведені результати магістерської роботи та визначенні перспективи реалізації розробленого технічного заходу.

ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ, АВТОТРАНСПОРТ, ЕТАЛОННА ТЕРИТОРІЯ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, РОСЛИНИ-ГІПЕРАКУМУЛЯТОРИ, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ

ЗМІСТ

| | | |
|------------|--|----|
| ВСТУП..... | | 8 |
| 1 | ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА СКЛАДОВІ ДОВКІЛЛЯ..... | 10 |
| 1.1 | Характеристика транспортного сектору Дніпропетровської області..... | 10 |
| 1.1.1 | Структура та обсяги автомобільних перевезень..... | 10 |
| 1.2 | Вплив автотранспорту на навколишнє природне середовище і здоров'я людей..... | 12 |
| 1.3 | Технології фітореMediaції для очищення ґрунтів від токсичних викидів автотранспорту..... | 18 |
| 1.3.1 | Вплив важких металів на рослини..... | 24 |
| 2 | ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ТЕРИТОРІЙ СВИНЦЕМ..... | 28 |
| 2.1 | Методики проведення експериментальних досліджень..... | 28 |
| 2.1.1 | Методика відбору проб і первинної пробо підготовки..... | 28 |
| 2.1.2 | Методика спектрофотометричного визначення NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} ... | 30 |
| 2.1.3 | Методика визначення металів у ґрунті. ICP-MS | 38 |
| 2.2 | Дослідження Приорільського ландшафтного заказника як еталонної території..... | 41 |
| 2.3 | Дослідження явища гіперакумуляції видами рослин ґрунтів відібраних у м. Дніпро..... | 46 |
| 2.3.1 | Порівняльний аналіз результатів до та після фітореMediaційного експерименту..... | 52 |
| 2.3.2 | Розрахунок й оцінка рівня забруднення ґрунтів уздовж автодоріг.... | 59 |
| 3 | ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ | 60 |
| 3.1 | Загальні положення | 60 |
| 3.2 | Охорона праці при роботі у хімічній лабораторії..... | 62 |
| 3.2.1 | Пожежна профілактика та безпека надзвичайних ситуацій..... | 65 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 3.3 | Вимоги охорони праці при роботі на машинно-тракторних агрегатах | 67 |
| 4 | РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ФІТОЗАХИСНОГО ЕКРАНА ВЗДОВЖ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ..... | 71 |
| 4.1 | Розрахунок капітальних витрат | 72 |
| 4.2 | Розрахунок експлуатаційних витрат..... | 73 |
| 4.3 | Розрахунок економічного ефекту від запропонованого рішення... | 74 |
| | ВИСНОВКИ..... | 76 |
| | ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... | 77 |
| Додаток А | Наукові публікації..... | 80 |
| Додаток Б | Методика визначення металів у ґрунтах..... | 87 |
| Додаток В | Динаміка росту експериментальних рослин..... | 88 |
| Додаток Г | Розрахунок концентрації свинцю після експерименту..... | 89 |
| Додаток Ґ | Відгук керівника кваліфікаційної роботи..... | 91 |
| Додаток Д | Зовнішня рецензія..... | 92 |

ВСТУП

На сьогоднішній день транспортний комплекс є важливою складовою у галузевій структурі економіки. Розвиток даного комплексу дозволяє модернізувати інші сфери життєдіяльності населених пунктів, а саме автотранспорт є чи не найбільш вагомою його частиною. Тому його вплив на якість навколишнього природного середовища також суттєвий та характеризується наступними пунктами:

1. викиди в атмосферу;
2. забруднення ґрунтів;
3. руйнування природних ландшафтів, вплив на флору і фауну;
4. шумове забруднення;
5. стічні води, що утворюються при обслуговуванні;
6. тверді відходи.

Викиди шкідливих речовин включають відпрацьовані гази автомобільних двигунів, випаровування із системи живлення, підтікання пального і мастил у процесі роботи та обслуговування автомобілів, а також продукти зносу накладок гальмівних колодок, шин. Найбільшу небезпеку становить забруднення атмосфери відпрацьованими газами автомобільних двигунів. А речовини, що потрапляють з вихлопними газами в атмосферне повітря потім, осідають на ґрунт. У ролі основних забруднювачів ґрунтів виступають метали та їх сполуки. Масовий і небезпечний характер носить забруднення ґрунтів свинцем. Сполуки свинцю використовуються як добавки до бензину, тому автотранспорт є серйозним джерелом свинцевого забруднення. Особливо багато свинцю в ґрунтах уздовж великих автострад. Як відомо, ґрунт - складова частина майже всіх біосферних кругообігів речовин, тому він здатен ввести в них і шкідливі сполуки від автотранспорту, тим самим забруднюючи наступні ланки екосистем в тому числі і сільгосп культури, котрі вирощують біля великих автомагістралей, а потім споживаються людьми в їжу.

Проблема автотранспорту займає вагоме місце серед основних екологічних проблем сучасності. Тому способи усунення вже існуючих забруднень та способи їх мінімізації – одна з актуальних проблем. В даний час в Україні використовуються лісо посадочні полоси для мінімізації доступу шкідливих речовин до сільгосп земель, також практикується використання екранів вздовж доріг. Приведені методи слугують способами первинного захисту від шкідливих викидів та не вирішують проблеми самих викидів. Сучасний автотранспорт проходить постійну модернізацію. Удосконалюється конструкція двигунів, змінюються паливо, але проблема забруднення залишається.

Актуальність проблеми автотранспорту визначається ще й тим, що в країні зростає його кількість. Тому боротися з забрудненнями важче, а так як вони мають непереривний характер потрібні екологічно безпечні методи, по перше мінімізації забруднень, по друге способів його контролю в межах ГДК, по третє збереження людського здоров'я.

Мета роботи - дослідити рівень забруднення ґрунтів свинцем та визначити шляхи зменшення його концентрацій за допомогою рослин-гіперакумуляторів.

Апробація роботи.

Робота проводилася спільно з DAAD TU Bergakademie Freiberg, на підставі отримання практичних і теоретичних знань під час науково-дослідної практики у Фрайберзі 08.05.2016 – 12.06.2016 р., 02.11.2016 – 01.12.2016

Публікації:

Іванова О.А., Ковров О.С., Клімкіна І.І. ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ПРИОРІЛЬСЬКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА ЯК ЕТАЛОННОЇ ТЕРИТОРІЇ // Молодь: наука та інновації 2016: Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 6-7 грудня 2016 року). . – Д.: Державний ВНЗ “НГУ”, 2016. – Т. 10. – С. 121-122.

Ковров О.С., Іванова О.А. ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ // Екологія, охорона

навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2017 : зб. тез доповідей XX Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення екологічного факультету (Харків, 19-22 квітня 2017 року). – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – С. 115-116.

Іванова О.А., Ковров О.С. ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ПРИОРІЛЬСЬКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА ЯК ЕТАЛОННОЇ ТЕРИТОРІЇ // Наукова весна 2017: Матеріали VIII-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 26-27 квітня 2017 року). – Д.: Державний ВНЗ “НГУ”, 2017. – Т. 10. – С. 86-87.

Ivanova O., Podoriatova N., Wiche O., Kovrov O., Klimkina I., Heilmeier H. PHYTOMINING AND PHYTOREMEDIATION – FROM BASIC PLANT-SOIL INTERACTIONS TO PRACTICAL APPLICATIONS // IV International Conference “Plant Ontogenesis in Natural and Transformed Environments. Physiological, Biochemical and Ecological Aspects” (October, 4 – 6, 2017 L`viv, Ukraine) - L.: Ivan Franko National University of Lviv, 2017.

Іванова О.А., Ковров О.С. ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ҐРУНТІВ // Молодь: наука та інновації: Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 28-29 листопада 2017 року). – Д.: Державний ВНЗ “НГУ”, 2017. – Т. 10. – С. 6-7.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА СКЛАДОВІ ДОВКІЛЛЯ

1.1 Характеристика транспортного сектору Дніпропетровської області

Транспортний комплекс області є важливою складовою у галузевій структурі економіки. У системі комплексу функціонує залізничний, автомобільний, річковий, авіаційний транспорт. Його розвиток, в свою чергу, створює передумови для реформування інших галузей економіки [1]. В наш час економіка постійно зазнає змін, тому весь час потребує нових рішень і пропозицій. З її розвитком зростає попит на все більші обсяги транспортної техніки, при тому не тільки в секторі промисловості, а й в соціальному.

1.1.1 Структура та обсяги автомобільних перевезень

Транспортні перевезення – це перевезення пасажирів або вантажів між кількома населеними пунктами, областями чи країнами. Взаємини людей із транспортними структурами виникають підчас переміщення товарів, готової продукції і задоволення потреб населення в переміщенні. Вони належать до виробничих відносин і підпорядковані дії економічних законів, сутність яких відповідає цим відносинам. Часто інтереси різноманітних виробництв викликають потребу в переміщенні людей. Переміщення людей також виникають залежно від власних бажань і потреб.

Здійснюючі перевезення пасажирів чи товарів, пасажирський або вантажний транспорт позитивно впливає на роботу та розвиток усіх галузей економіки завдяки підвищенню економічної активності і якості суспільного виробництва, що залежить від безперебійності і ритмічності транспортного обслуговування населення та підприємств. За критерієм якості, у випадку пасажироперевезень, зазвичай пасажирів здійснюють вибір транспорту. Різним

видам транспорту характерна різна якість обслуговування, яка залежить від ступеня розвитку інфраструктури та впровадження інноваційних технологій [2].

Вантажним автомобільним транспортом упродовж 2016 року перевезено 284,2 млн.т вантажів, що на 5,4% менше, ніж у 2015 році, вантажообіг виконано в обсязі 4421,4 млн ткм, що на 21,4 % більше ніж у попередньому році. Упродовж 2016 року послугами автомобільного транспорту скористалися 101,7 млн осіб, що на 37,7 % менше ні у 2015 році, при пасажирообігу 1887,2 млн.пас.км, що на 21,5 % менше показника попереднього року.

Динаміка автотранспортних перевезень у 2011 – 2016 роках наведена у табл. 1.1 [1].

Таблиця 1.1 – Динаміка автотранспортних перевезень

| Рік | Превезено вантажів | | Вантажооборот | | Превезено пасажирів | | Пасажирооборот | |
|------|--------------------|-------|---------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|
| | млн. т | % | млн. ткм | % | млн. | % | млн.пас.км | % |
| 2011 | 355,9 | 99,1 | 3805,5 | 106,1 | 332,7 | 95,7 | 4414,5 | 94,4 |
| 2012 | 345,1 | 97,0 | 3738,0 | 98,2 | 313,9 | 94,3 | 4106,2 | 93,0 |
| 2013 | 376,1 | 109,0 | 3730,0 | 99,8 | 316,4 | 100,8 | 4413,4 | 107,5 |
| 2014 | 361,7 | 96,2 | 3798,0 | 101,8 | 264,9 | 83,7 | 3719,3 | 84,3 |
| 2015 | 300,4 | 83,0 | 3614,6 | 95,9 | 163,2 | 61,6 | 2404,1 | 64,6 |
| 2016 | 284,2 | 94,6 | 4421,4 | 121,4 | 101,7 | 62,3 | 1887,2 | 78,5 |

З наведених вище даних можна зробити висновок, що з кожним роком в Дніпропетровській області невинно збільшується вантажооборот, це зумовлено тим що через область проходять 2 міжнародні та 3 національні автомагістралі. Також в області зосереджені великі промисловий та агропромисловий комплекси. Отже, враховуючи географічне розташування Дніпропетровщини – область є великим логістичним транспортним центром,

що супроводжується значним навантаженням транзитним транспортом, що в свою чергу негативно впливає на стан навколишнього середовища і здоров'я людей.

1.2 Вплив автотранспорту на навколишнє природне середовище і здоров'я людей

Автотранспорт є вагомим джерелом забруднення навколишнього середовища. Його прийнято вважати пересувним джерелом забруднення атмосферного повітря. З усіх видів транспорту саме на частку автомобільного приходиться найбільша кількість викидів шкідливих речовин в атмосферу, що продемонстровано на рисунку 1.1 [1].

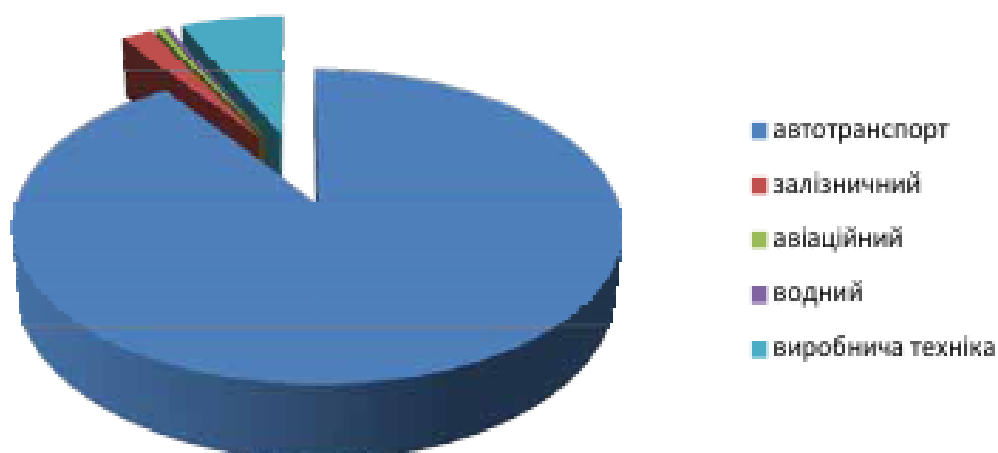


Рисунок 1.1 – Розподіл викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення [1]

Найбільше забруднення атмосферного повітря надходить від енергетичних установок, що працюють на вуглеводному паливі (бензин, дизельне паливо, мазут, вугілля природний газ і інші). Кількість забруднення визначається обсягом палива, що спалюється, і організацією процесу згоряння. Основними джерелами забруднення атмосфери є транспортні засоби з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ). Частка забруднення атмосфери від газотурбінних рухових установок (ГТРУ) і ракетних двигунів (РД) поки незначна, оскільки їхнє застосування в містах і промислових центрах обмежено.

У місцях активного використання ГТРУ і РД (аеродроми, дослідні станції, стартові майданчики). Забруднення, що надходять в атмосферу від цих джерел, стоять на рівні з забрудненнями від ДВЗ і ТЕС, що обслуговують ці об'єкти.

Токсичними викидами ДВЗ є гази відпрацьовані і картерні гази, пари палива з карбюратора і паливного бака. Основна частка токсичних домішок надходить в атмосферу від ДВЗ з відпрацьованими газами. З картерними газами і парами палива в атмосферу надходить - 45% C_nH_m від їхнього загального викиду. Основні компоненти, що викидаються в атмосферу при спалюванні різних видів палива в двигунах усіх видів, - нетоксичні діоксид вуглецю (CO_2) і водяна пара (H_2O). Однак, крім них в атмосферу викидаються і шкідливі речовини, такі як оксид вуглецю, оксиди сірки, азоту, сполуки свинцю, сажа, вуглеводні, у тому числі канцерогенний бенз(а)пірен ($C_{20}H_{12}$), незгорілі частки палива і т.п. [3].

Дослідження сполуки відпрацьованих газів ДВЗ показують, що в них міститься кілька десятків компонентів, основні з яких наведені в табл. 1.2 [3].

Таблиця 1.2 – Компоненти відпрацьованих газів

| Компоненти | Вміст компонента, дол., % | | Примітка |
|--------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| | Карбюраторні ДВЗ | Дизельні ДВЗ | |
| N_2 | 74-77 | 76-78 | Нетоксичні |
| O_2 | 0,3-8,0 | 2-18,1 | – |
| H_2O () | 3,0-5,5 | 0,5-4,0 | – |
| CO_2 | 5,0-12,0 | 1,0-10,0 | – |
| CO | 0,5-12,0 | 0,01-0,50 | – |
| NO_x | До 0,8 | 0,0002-0,5 | – |
| C_nH_m | 0,2-3,0 | 0,009-0,5 | – |
| Альдегіди | До 0,2 мг/л | 0,001-0,09 мг/л | – |
| Сажа | 0-0,04 г/м ³ | 0,01-1,1 г/м ³ | |
| Бенз(а)пірен | 10-20 мкг/м ³ | до 10 мкг/м ³ | |

Аналіз даних, наведених вище даних показує, що найбільшою токсичністю володіють вихлопи карбюраторних ДВЗ за рахунок більшого викиду CO, NO_x, C_nH_m і 15ло. Дизельні ДВЗ викидають у великих кількостях сажу, яка у чистому вигляді не токсична. Однак, частки сажі несуть на своїй поверхні токсичні речовини, у тому числі і канцерогенні. Сажа може тривалий час знаходитися в зваженому стані в повітрі, збільшуючи тим самим час впливу токсичних речовин на людину.

Кількість шкідливих речовин, що надходять в атмосферу в складі відпрацьованих газів, залежить від загального технічного стану автомобілів і особливо від двигуна-джерела найбільшого забруднення. Так, при порушенні регулювання карбюратора викиди CO збільшуються в 4 – 5 разів.

Застосування етильованого бензину, який на даний момент *офіційно* заборонений у нашій країні тому що вміщує сполуки свинцю, викликає забруднення атмосферного повітря його токсичними сполуками. Близько 70% свинцю, 15лобальне до бензину з етиловою рідиною, потрапляє в атмосферу з відпрацьованими газами, з них 30% осідає на землі відразу, а 40% залишається в атмосфері. Один вантажний автомобіль середньої вантажопідйомності виділяє 2,5 – 3 кг. Чистого свинцю в рік [3].

Всі сполуки, котрі потрапляють в повітря невідворотно осідають на ґрунти далі потрапляючи у біологічні кругообіги речовин у природі. Дане забруднення призводить до потрапляння токсичних речовин у ґрунт далі частина їх зв'язуються органічними речовинами і стають доступними до поглинання рослинами інша частина просочується у воду чим призводить до забруднення ще більших територій. Якщо звернути особливу увагу важким металам, в умовах легко-кислого ґрунту (рН 5,5-6,5) їх здатність до вилуговування із зв'язаних нерухомих форм і перехід в іони металів, котрі вже слугують токсичними забруднювачами навколишнього середовища, сильно зростає. Тому автотранспорт чинить серйозний вплив на здоров'я населення і стан екосистем.

Забруднення атмосферного повітря впливає на здоров'я людини та на навколишнє природне середовище різними способами — від прямої і негайної загрози (дуже забруднене повітря тощо) до повільного й поступового руйнування різних систем життєзабезпечення організму. У багатьох випадках забруднення повітряного середовища порушує структурні компоненти екосистеми настільки, що регуляторні процеси не в змозі повернути їх у первісний стан і в результаті механізм гомеостазу не спрацьовує.

Спочатку розглянемо, як впливає на навколишнє природне середовище *глобальне (місцеве) забруднення* атмосфери, а потім глобальне.

Фізіологічний вплив на людський організм головних забруднювачів (поллютантів) має дуже серйозні наслідки. Так, діоксид сірки, поєднуючись з вологою, утворює сірчану кислоту, яка руйнує легеневу тканину людини та тварини. Особливо чітко цей зв'язок прослідковується при аналізі дитячої легеневої патології та ступені концентрації діоксиду сірки в атмосфері великих міст. Згідно з дослідженнями американських учених, при рівні забруднення SO_2 до $0,049 \text{ мг/м}^3$ показник захворюваності (у людино-днях) населення Нешвілла (США) становив 8,1 %, при $0,150 - 0,349 \text{ мг/м}^3$ — 12 і в районах із забрудненням повітря вище $0,350 \text{ мг/м}^3$ — 43,8 %. Особливо небезпечний діоксид сірки, коли він залишається на порошинах і в цьому виді проникає глибоко в дихальні шляхи.

Пил, що містить діоксид кремнію (SiO_2), викликає важке захворювання легенів — силікоз. Оксиди азоту подразнюють, а у важких випадках й роз'їдають слизові оболонки, наприклад, очей, легенів, беруть участь в утворенні отрутих туманів тощо. Вони є особливо небезпечними, якщо утримуються в забрудненому повітрі разом із діоксидом сірки та іншими токсичними сполуками. У цих випадках навіть при малих концентраціях забруднюючих речовин виникає ефект синергізму, тобто посилення токсичності всієї газоподібної суміші.

Широко розповсюджена дія на людський організм оксиду вуглецю (угарного газу). При гострому отруєнні з'являється загальна слабкість,

запаморочення, нудота, сонливість, втрата свідомості, можливий летальний випадок (навіть через три-сім днів). Однак через низьку концентрацію в атмосферному повітрі O_3 , як правило, не викликає масових отруень, хоча й дуже небезпечний для осіб, що страждають на анемію та серцево-судинні захворювання.

Серед зважених твердих часток найнебезпечніші частки розміром менше 5 мкм, які здатні проникати в лімфатичні вузли, затримуватися в альвеолах легенів, засмічувати слизові оболонки [4].

Автотранспорт викидає, такі важкі метали, як нікель, ртуть, хром, кадмій, цинк, залізо, миш'як, марганець, берилій. Деякі з них (миш'як, ртуть, кадмій, свинець) можуть бути високотоксичними в дуже малих концентраціях. Їх викиди можна назвати чи не найнебезпечнішими, тому що вони мають здатність накопичуватися в організмі, тим самим повільно отруюють організм. В більшості випадків вони або дуже повільно виводяться з живого організму або не виводяться зовсім вбудовуючись, наприклад як свинець, у кісткову тканину.

Досить несприятливі наслідки, які можуть позначатися на величезному інтервалі часу, пов'язані з такими незначними за обсягом викидами, як свинець, бенз(о)пірен, фосфор, кадмій, миш'як, кобальт та ін. Вони пригнічують кровотворну систему, викликають онкологічні захворювання, знижують опір організму інфекціям тощо. Пил, що містить сполуки свинцю та ртуті, має мутагенні властивості й викликає генетичні зміни в клітках організму.

За ступенем впливу на живі організми свинець віднесений до класу високонебезпечних речовин поряд з миш'яком, кадмієм, ртуттю, селеном, цинком, фтором і бенз(а)піреном.

Наслідки впливу на організм людини шкідливих речовин, що містяться у вихлопних газах автомобілів, досить серйозні і мають найширший діапазон дії: від кашлю до летального випадку і детально описані у таблиці 1.3 [4].

Таблиця 1.3 – Вплив вихлопних газів на здоров'я людини

| Шкідливі речовини | Наслідки впливу на організм людини |
|-------------------|---|
| Оксид вуглецю | Перешкоджає абсорбуванню кров'ю кисню, що послаблює розумові здібності, сповільнює рефлекси, викликає сонливість і може бути причиною втрати свідомості й смерті |
| Свинець | Впливає на кровоносну, нервову та сечостатевоу системи; викликає, ймовірно, зниження розумових здатностей у дітей, відкладається в кістках та інших тканинах, тому небезпечний впродовж дня |
| Оксиди азоту | Можуть збільшувати здатність організму до вірусних захворювань (типу грипу), подразнюють легені, викликають бронхіт і пневмонію |
| Озон | Позрадноє слизову оболонку органів дихання, викликає кашель, порушує роботу легенів; знижує опір до простудних захворювань; може загострювати хронічні хвороби серця. |

Шляхи надходження свинцю до організму людини: продукти харчування, повітря, вода, ґрунт. В результаті впливу свинцю на органи й системи людини: блокується дія ферментів, погіршується травлення, внаслідок нестачі кальцію виникають мікросудоми, накопичення свинцю зумовлює витіснення кальцію, свинець сприймається як залізо – і тому гемоглобін еритроцитів погіршує свою здатність пов'язувати кисень. До ознак свинцевого отруєння належать кисневе голодування, анемія, руйнування мієлінової оболонки, уповільнення нервових імпульсів. Клінічні ознаки отруєння свинцем (сатурнізм): свинцева (синьо-чорна) облямівка на яснах, слабкість, блювота, брадикардія, артеріальна гіпотензія, пітливість, слинотеча, тремор кінцівок, ознаки токсичного гепатиту, кишкові кольки, неврологічні синдроми (астеновегетативний, поліневропатія,

енцефалопатія). Класифікація отруєнь свинцем: легке, середньої ваги і важке [5].

Виходячи з вищесказаного, прийняття заходів, бажано екологічно і економічно ефективних, щодо зменшення концентрацій важких металів, а саме свинцю, в ґрунтах – є крайнє необхідним.

1.3 Технології фітореMediaції для очищення ґрунтів від токсичних викидів автотранспорту

Вчені багатьох країн розробляють проблему рекультивації земель, яка є частиною більш загальної проблеми охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання природних ресурсів.

Розвиток промисловості викликає забруднення атмосфери, води, рослин і ґрунту. Наведемо кілька фактів. В Японії випадає в рік 34 т / км² - пилу, в Ріо-де-Жанейро 17 тис. тонн кіптяви викидається в повітря. Головними джерелами забруднення є гази автомобілів, промислових підприємств, а шкідливими компонентами, крім кіптяви, - свинець, окис сірки, чадний газ, вуглекислота, метан. У нашій країні заборонено застосовувати етилований бензин, так як він містить свинець. Така заборона була і в інших країнах, але в зв'язку з енергетичною кризою його порушують (етилований бензин на 2% підвищує теплотворну здатність).

Породи, складені в терикони після видобутку вугілля, містять сірку, яка горить десятки років і забруднює атмосферу, рослинність, ґрунт і воду. Вугільна кислота, яка викидається промисловістю, погіршує склад повітря і створює парниковий ефект, що змінює умови розвитку фауни і флори. До цього слід додати забруднення, котре викликане ядерними вибухами.

Тому у світі існує величезна кількість територій котрі не можуть використовуватись людиною через її власну діяльність. Будь то чи суша чи вода, в результаті дії антропогенних факторів, страждає як екосистема в цілому так і її окремі компоненти, не говорячи вже про загрозу життю та здоров'ю людей та економічну непридатність забруднених ділянок. Одним з найбільш

економічно доступних і екологічно безпечних технологій відновлення порушених територій – є **фітореMediaція**.

ФітореMediaція – це використання рослин і груп їх мікроорганізмів для очистки навколишнього середовища. Ця технологія використовує природно обумовлені процеси, в котрих рослини та їх мікробна ризосферна флора руйнують й ізолюють органічні та не органічні забруднюючі речовини [6]. Цю технологію можна використовувати для відновлення природного стану забруднених ґрунтів і водних об'єктів. Існує 5 видів фітореMediaції, таких як:

1) *Фітовипаровування (Phytovolatilization)* – перетворення забруднювачів у летючу форму.

2) *Фітодеградація (Phytodegradation)* – руйнування забруднювача під впливом рослинних ферментів у тканинах.

3) *Фітоекстракція (Phytoextraction)* – використання рослини для поглинання і накопичення забруднювача в надземній її частині.

4) *Фітостабілізація (Phytostabilization)* – переведення забруднювача в нерухому форму, за допомогою мікробної ризосфери.

5) *Фітостимуляція (Phytostimulation)* – розпад забруднюючих речовин в прикореневій зоні завдяки мікробній активності. В залежності від вибраного нами виду рослини, характеристики того чи іншого виду фітореMediaції підвищуються [6]. Вищеперераховані шляхи поглинання забруднюючих речовин під час процесу реMediaції показані на рис. 1.2

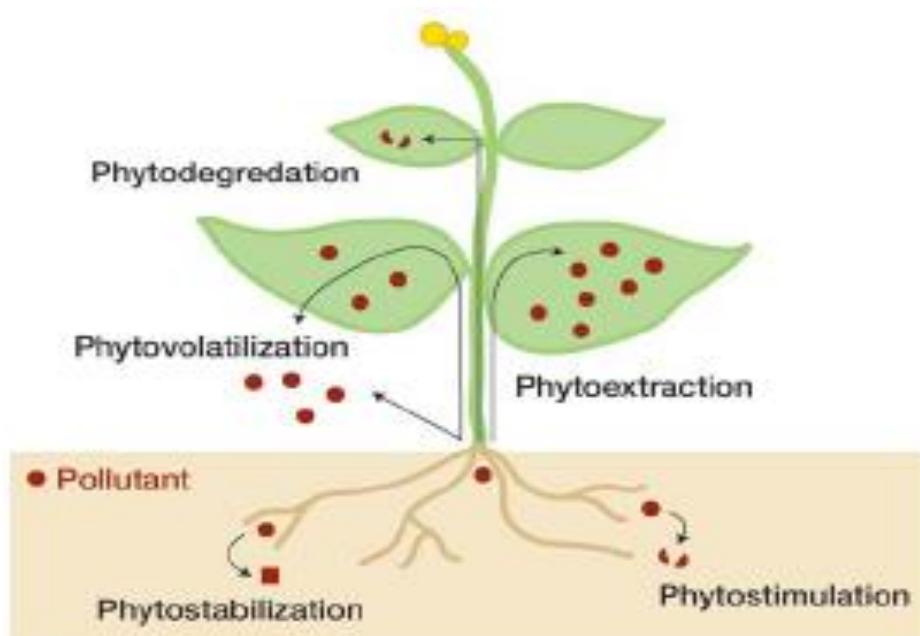


Рисунок 1.2 – Шляхи поглинання забруднюючих речовин під час процесу ремедіації

Концепт використання рослин для очищення навколишнього середовища не новий. Приблизно 300 років тому, рослини уже використовувалися для очистки стічних вод. Ярутка лісова (*Thlaspi caerulescens*) і вид фіалки *Viola calaminaria* були в перше задокументовані, як рослини, котрі здатні акумулювати велику концентрації важких металів у листі. У 1935 році Byers повідомив, що рослини роду *Astragalus* були здатні накопичувати до 0,6% селену від сухої біомаси пагонів [7]. Для фіторемердіації може бути використаний широкий спектр водних рослин, наприклад: очерет (*Phragmites communis*), іва (*Salix cinerea*, *Salix repens*), ряска (*Lemna* sp.).

В даний час проводяться активні дослідження гіперакумуляторів (наприклад, водяний гіацинт - *Eichhornia crassipes*, який вже застосовується в фіторемердіації), а також можливості генної модифікації рослин (трансформація рослин бактеріальними генами, відповідальними за деградацію органічних речовин, наприклад, метилртуті і вибухових речовин).

В Україні фіторемердіація широко використовується для очистки стічних вод. Для цього використовуються так звані «Біоінженерні очисні споруди», які за кордоном мають назву «Constructed Wetlands» і знайшли широке застосування як системи очищення побутових, зливових, шахтних,

кар'єрних та інших стічних вод. В Україні такі споруди біли розроблені протягом 1985 - 90 р.р. в УкрНДІЕП (патент України №№ 7705, 7708, 1995р). Біоінженерні очисні споруди (БІС) - очисні споруди, що об'єднують основні елементи споруд ґрунтового очищення з гідробіоценозами біоплато або біоставків з посадкою рослинності. Відмінною рисою БІС є сформований біогеоценоз, кількісні і якісні характеристики складових компонентів якого формуються під безпосереднім і опосередкованим впливом рослин [8]. Безпосередньо конструкцію Біоінженерних споруд, котрі використовуються в Україні, продемонстровано на рис. 1.3 .

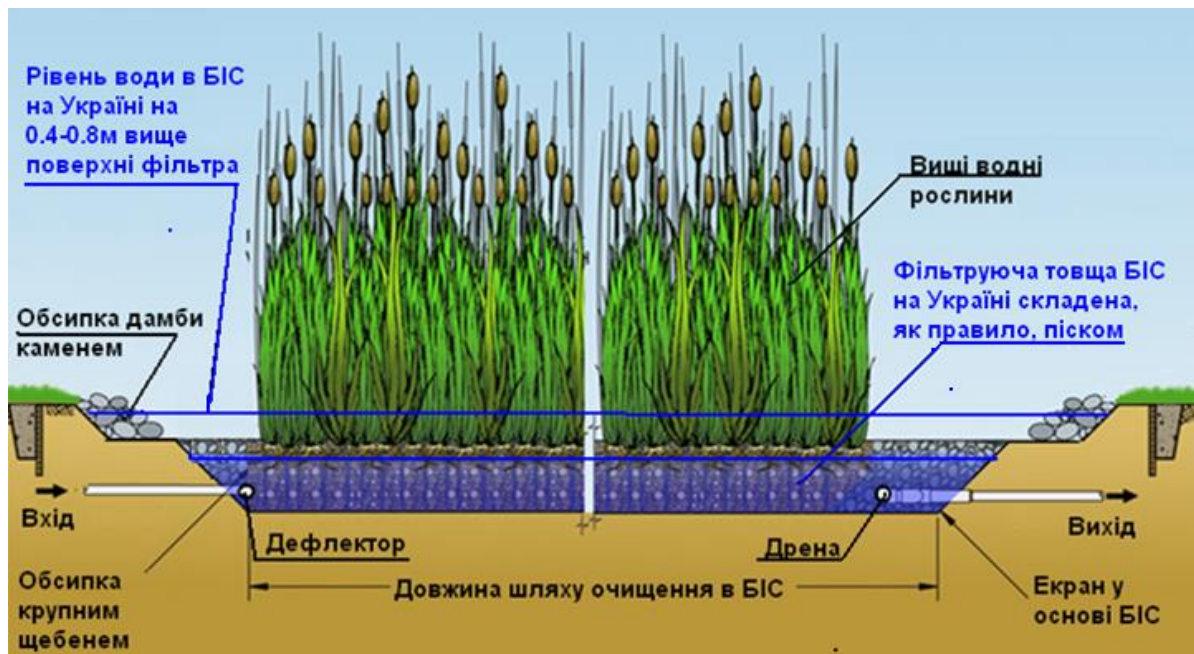


Рисунок 1.3 – Конструкція споруд фітореMediaції, які використовуються в Україні (БІС)

З 1985 року за патентами розроблено понад 200 проектів БІС у 18 областях України. На даний час збудовано та діють близько 30 біоінженерних очисних споруд (Харківська, Миколаївська, Запорізька, Львівська області). З 1998 року в Україні діє найбільша в Європі біоінженерна споруда типу

«Constructed Wetlands», що збудована для Полтавського ГЗК площею 16 га, потужністю до 40000 м³/добу [8].

В ході застосування методу фітореMediaції використовуються природні процеси, що відбуваються в рослині, цей метод не вимагає використання додаткового обладнання і трудових ресурсів, так як основну роботу виконують самі рослини. Також для очищення території за допомогою цього методу не потрібно розкопувати і вивозити ґрунт, відкачувати ґрунтові води, а це економить енергію. Деревя і дрібні рослини також запобігають ерозії ґрунтів, покращують зовнішній вигляд забруднених ділянок, знижують рівень шуму і підвищують якість повітря.

ФітореMediaція успішно використовується вже на багатьох промислових майданчиках, включаючи щонайменше 10 ділянок по всій території США, включених в програму Superfund. Цей же метод використовується для очищення забруднених ґрунтових вод в околицях колишнього Абердинського випробувального полігону в Меріленді. Ця територія використовувалася для скидання і спалювання промислових і бойових хімічних речовин з 1940х по 1970-ті роки. У ґрунтових водах цієї місцевості були виявлені промислові знежирюючі склади і розчинники.

Початково фітореMediaція як метод знешкодження забруднених ґрунтів була розроблена для усунення забруднень важкими металами. Було встановлено, що деякі види рослин здатні не тільки витримувати наявність, але й поглинати та накопичувати більше іонів свинцю, ртуті, цинку та інших токсичних металів, ніж інші рослини [9]. Це відкриття дозволило зробити висновок: для очищення ґрунтів необхідно лише засіяти ґрунти певними рослинами, в кінці сезону зібрати «врожай» важких металів і вивезти його на спеціально призначене місце для вилучення металів або їх знешкодження. В основі розглянутої технології лежить природний процес біологічного кругообігу, складовими частинами якого є культивування рослин-акумуляторів, покращення властивостей ґрунтів та їх захист від ерозії. ФітореMediaція має ряд переваг перед фізичними методами ремедіації: може використовуватися на

великих площах, значно дешевша, не вимагає спеціального обладнання, сприяє збереженню та покращенню навколишнього середовища, тому що пов'язана із вирощуванням рослин та покращенням стану ґрунтів. Серед рослин-гіперакумуляторів високою поглинальною здатністю важких металів відрізняються гірчиця сарептська та овес польовий. На прикладі зазначених рослин [10] розглянуто міграційну здатність плумбуму та кадмію в системі «ґрунт – рослина». Дані досліді були проведені в польових та лабораторних умовах. На основі отриманих експериментальних даних розраховані показники впливу важких металів на рослини: фітотоксичний ефект – рівень зниження біомаси рослин, що вирости на забрудненому ґрунті, щодо біомаси рослин, які вирости на умовно чистому ґрунті; показник фітотоксичності – накопичення важких металів у рослині під час зниження її біологічної маси; коефіцієнт біологічного поглинання – міграційна здатність металів із ґрунтів у рослини. Встановлено, що плумбум і кадмій (60- 65 %) нагромаджуються переважно в наземній частині рослин. Ступінь вилучення з ґрунтів плумбуму та кадмію залежить від складу ґрунтів і зростає в напрямку: важкосуглинкові < середньо-суглинкові < легкосуглинкові ґрунти.

З метою біологічного очищення ґрунтів, використовують гречку та кормові боби, що характеризуються високим виносом міді, нікелю, цинку, кобальту, свинцю та кадмію [11]. В роботі [12] запропоновано спосіб використання бобових трав на забруднених важкими металами ґрунтах. Спосіб включає висів рослин, що акумулюють важкі метали з ґрунту, їх скошування. У рік висіву у фазу утворення стебла визначають уміст важких металів у зеленій масі. При зниженні в цю фазу гранично допустимої концентрації менше ніж удвічі, біомасу трав залишають до фази цвітіння для використання на корм. У [13] показано, що війник наземний доцільно використовувати для відновлення полігонів твердих побутових відходів. Зазначена рослина відрізняється максимальною акумуляцією важких металів, зокрема нікелю. В листках війника вміст нікелю досягає 703 мг/кг, у коренях – 346 мг/кг сухої маси. Висока продуктивність війника (15 ц/га) сприяла виносу рухомих форм важких металів

з твердих побутових відходів і підтриманню концентрації металів у ґрунтах на рівні 5-10 разів менше від порогової.

Вилучення важких металів кадмію, купруму, цинку з ґрунтів за допомогою рапсу вивчено в Італії [14]. Встановлено, що внесення цих металів у ґрунт у кількостях 50,500,600 м/кг не приводить до певних ознак пригнічення рослин. Винос важких металів зростає з наступною акумуляцією в наземних органах. З метою фітореMediaції рекомендовано використовувати рапс для видалення кадмію та цинку на забруднених ділянках земель. Для підвищення ефективності фітореMediaції пропонується використовувати наступні речовини: поліцукрид хітозан, етилендіамінтетраацетатну, бурштинову [9], гідроксиетилідендифосфонову кислоти, що збільшують рухомість важких металів та прискорюють їх надходження в рослини. Міграційна здатність важких металів зумовлена їх здатністю до адсорбції на ґрунтових органічно-мінеральних сполуках. Вивчення адсорбційних характеристик ґрунтових мінералів є важливим для розуміння механізмів фітореMediaції через те, що адсорбція на ґрунтовій основі веде до концентрації важких металів, тоді як утворення більш міцних комплексів з несорбованою частиною органічної речовини сприяє зростанню міграційної здатності металів і тим самим полегшує їх перехід у кореневі системи рослин. Останнє використовують при фітореMediaції. Високий винос цинку зі світло- каштанових ґрунтів гірчицею сарептською встановлено в [7]. Показано, що вилучення цинку значно покращується при внесенні фітоекстрактора гідроксиетилідендифосфонові кислоти. Так при збільшенні дози гідроксилетилідендифосфонові кислоти від 0,175 моль/кг до 0,70 моль/кг коефіцієнт концентрації цинку (відношення вмісту металу в рослині гірчиці сарептській і ґрунті) зростає від 0,26 до 2,48 разів [15]. Одночасно з практичним значенням фіто- ремедіації (очищення ґрунтів за рахунок виносу важких металів) обговорюється механізм токсичної дії сполук важких металів на живі організми. Згідно з уявленнями авторів [11], важкі метали реагують із функціональними групами ферментних і мембранних білків рослин, насамперед сульфідними, амінними, карбоксильними. Такі

взаємодії змінюють конформацію білкових молекул, що порушує їх ферментну та транспортну активність. Висока хімічна спорідненість переважної більшості важких металів до зазначених функціональних груп сприяє нагромадженню токсикантів у рослинних організмах [16].

1.3.1 Вплив важких металів на рослини

Постійно присутній в тканинах рослин кобальт бере участь в обмінних процесах. У мікродозах кобальт є необхідним елементом для нормальної життєдіяльності багатьох рослин. Застосування кобальтових солей (сірчаноокислого кобальту) як добрив, як виявилось, сприяє прискоренню дозрівання ячменю, підвищує врожай насіння червоної конюшини, збільшує вміст жиру в насінні льону. Під впливом кобальту підвищується врожайність цукрових буряків.

Вплив молібдену на рослинні організми залежить від багатьох факторів. Входячи до складу ферменту нітраторедуктази (що є за своєю будовою молібдофлавопротеїном), молібден відновлює нітрати у вищих і нижчих рослинах і стимулює синтез білка в них. Тому в умовах нестачі молібдену в рослинах накопичуються нітрати, одночасно зменшується рівень азотистої розчинної і азотистої білкової фракцій. Молібден і марганець, імовірно, каталізують окремі реакції, кожна з яких впливає на концентрацію амінокислот - проміжних продуктів білкового обміну. Молібден активує реакцію, що веде від нітратів до утворення амінокислот, тоді як марганець, можливо, активує подальші фази перетворення амінокислот у білки. Молібден необхідний для синтезу вітаміну С і каротину, синтезу і переміщення вуглеводів, використання фосфору.

У рослинах в середньому міститься 0,000 05% нікелю на 100 г живої ваги (залежно від виду рослини, місцевості, ґрунту, клімату та ін.). Рослини в районі нікелевих родовищ можуть нагромаджувати в собі значні кількості нікелю. При цьому спостерігаються явища ендемічного захворювання рослин, наприклад

потворні форми айстр. Серед рослин існує різниця в чутливості до впливу нікелю. Токсичні рівні нікелю в листках рослин (млн -1 сухої маси) такі: ячмінь – 26, види твердої деревини – 100-150, цитрусові – 55-140, бур'яни – 154. Типові симптоми пошкоджуючої токсичної дії нікелю – це: хлороз; поява жовтого забарвлення з наступним некрозом; зупинка росту коренів і появи молодих пагонів або паростків; деформація частин рослини; незвичайна плямистість; в деяких випадках – загибель всієї рослини.

Середній вміст марганцю в рослинах 0,001%. Марганець служить каталізатором процесів дихання рослин, бере участь у процесі фотосинтезу. Високий окисно-відновний потенціал марганцю свідчить про те, що марганець відіграє таку ж роль для рослинних клітин, як залізо – для тварин. Марганець входить до складу або є активатором деяких ферментативних систем, регулює відношення $Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+}$, впливаючи на окисно-відновні процеси, що відбуваються за допомогою заліза. Марганець посилює гідролітичні процеси, в результаті чого зростає кількість амінокислот, сприяє просуванню асимілятів, що утворюються в процесі фотосинтезу, від листя до коренів та інших органів. За даними П. А. Власюка, марганець за нітратного живлення рослин реагує як відновник, тоді як за аміачного – як окисник. Завдяки цьому за допомогою марганцю можна впливати на процеси цукроутворення і синтезу білків. У разі нестачі марганцю в ґрунтах (у разі низького вмісту або за несприятливих умов для засвоєння його рослинами) виникають захворювання рослин, що характеризуються появою на листках рослин хлоротичних плям, які в подальшому переходять у вогнища некрозу (відмирання). Зазвичай при цьому відбувається затримка росту рослин і їх загибель. Надлишок марганцю, так само як і його дефіцит, несприятливо позначається на рослинах.

Мідь необхідна для життєдіяльності рослинних організмів. Майже вся мідь листків зосереджена в хлоропластах і тісно пов'язана з процесами фотосинтезу; вона бере участь у синтезі таких складних органічних сполук, як антоціан, залізопорфірини і хлорофіл; мідь стабілізує хлорофіл, захищає його від руйнування. Мідь входить як структурний компонент до складу сполук з

білком (мідьпротеїду, що містить 0,3 % міді), утворюючи окиснювальний фермент поліфенолоксидазу. Цей фермент вперше був виявлений в бульбах картоплі, печерицях, а в подальшому – у складі більшості поширених рослин. Хоча цей фермент може окиснювати лише певні фенольні сполуки, присутність в рослинних тканинах поряд з оксидазою пірокатехіну або ортохінону дозволяє поліфенолоксидазі брати участь в окисненні великої кількості органічних сполук. Мідь сприяє синтезу в рослинах залізовмісних ферментів, зокрема пероксидази. Установлено позитивний вплив міді на синтез білків у рослинах і завдяки цьому – на водоутримувальну здатність рослинних тканин. Навпаки, в разі нестачі міді гідрофільність колоїдів тканин зменшується. Очевидно, що в зв'язку з цим мідь у вигляді добрив може підвищувати посухо- та морозостійкість рослин, а також, імовірно, стійкість до бактерійних захворювань [17].

Таким чином, основними задачами фітореміністрації на сучасному етапі розвитку науки є добір рослин-гіперакумуляторів важких металів з метою їх вилучення із забруднених ділянок, вивчення механізму дії фітоекстракторів, виявлення територій з підвищеним вмістом важких металів, що можуть бути очищені за допомогою прогресивної біотехнології.

2 ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТІВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ТЕРИТОРІЙ СВИНЦЕМ

Забруднення і хімічна деградація ґрунтів складають одну з найважливіших проблем сільського господарства у всьому світі. Накопичення токсичених речовин в ґрунті може відбуватися в результаті технологічних порушень при використанні засобів захисту рослин, внесення наднормативних доз мінеральних добрив, використання осадів стічних вод, застосування в якості нетрадиційних добрив відходів промислового виробництва, знаходження сільськогосподарських угідь поряд з великими автомагістралями та ін. [18]. Тому ця проблема не залишається без уваги міжнародного співтовариства. Існує величезна кількість різноманітних методів досліджень якісних і кількісних характеристик ґрунту. Розроблено багато методик для визначення хімічного складу ґрунтів. Дані методики – є необхідністю нашого часу, бо зі зростанням прогресу, нажаль, людство залишає все більший відбиток своєї діяльності на навколишньому природному середовищі.

2.1 Методики проведення експериментальних досліджень

2.1.1 Методика відбору проб і первинної пробо підготовки

На досліджуваній території за наявності одного джерела забруднення виділяють дві ділянки 25 м² кожен: один поблизу джерела забруднення

(досвідчений), другий - далеко (контрольний). Контрольний вибирають з таким розрахунком, щоб він був свідомо незабрудненим і мав однаковий ґрунтовий склад з досвідченим.

Відбір зразків ґрунту.

Проби ґрунту відбираються на кожній з ділянок в його п'яти точках по діагоналі або по «конверту» (чотири точки по кутах і одна в центрі).

Якщо дослідника цікавлять наслідки безпосереднього внесення хімічної речовини в ґрунт, то проби відбираються поверхнево (0-1 см) стерильним інструментом (ніж, шпатель) у кількості 0,3-0,5 кг в одній точці .

Якщо вивчається вплив хімічної речовини на мікрофлору ґрунтового горизонту, то для відбору проб ґрунту користуються наступною методикою. Кожна точка, в якій проводиться відбір проб ґрунту, являє собою центр обраного для дослідження 1 м² території. Тут викопується шурф розміром 0,3 x 0,3 м і глибиною 0,2 м. Поверхня однієї зі стінок шурфу очищають стерильним ножом. Потім з цієї стінки вирізують ґрунтовий зразок, розмір якого обумовлений заданою навішуванням. Так, якщо необхідно відібрати 200 г ґрунту, розмір зразка 20 см x 3 см x 3 см; 500 г - 20 см x 5 см x 30 см.

Відібрані зразки поміщають в стерильний посуд і доставляють в лабораторію. При неможливості приступити до дослідження ґрунту негайно, допускається зберігання зразка при температурі 4-5 ° С, але не більше 24 годин.

Підготовка та обробка ґрунту для аналізу

Для приготування середнього зразка об'ємом 0,5 кг ґрунт всіх зразків однієї ділянки висипають на стерильний щільний аркуш паперу, ретельно перемішують стерильним шпателем, відкидають камені та інші тверді предмети. Потім ґрунт розподіляють на місці рівним тонким шаром у формі квадрата.

Діагоналями ґрунт ділять на 4 трикутника. Ґрунт з двох протилежних трикутників відкидають, а решту знову перемішують, знову розподіляють тонким шаром і ділять діагоналями і так до тих пір, поки не залишиться приблизно 0,5 кг [19]. Схематично даний метод представлений на рисунку 2.4 .

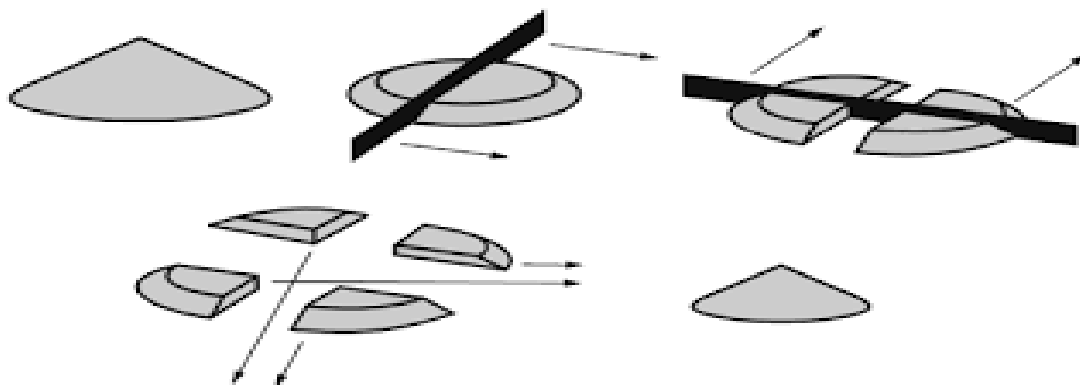


Рисунок 2.1 – Метод квадратування ґрунтових зразків

2.1.2 Методика спектрофотометричного визначення NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}

Харчуванням рослин називається поглинання мінеральних речовин, що містяться в ґрунті, кореневою системою і подальше засвоєння їх самим рослиною. Для нормального проходження процесів поглинання мінеральних елементів рослині необхідні дихання кореневої системи, які підходять температура навколишнього середовища, кислотність ґрунту, концентрація і склад живильних розчинів. Найважливішими елементами для живлення рослин є: фосфор, калій, азот, залізо, кальцій, магній, і бор. Всі елементи, що входять до складу рослин, виконують певні функції. Роль мінеральних речовин у процесі росту рослин дуже різноманітна. Крім кисню, вуглецю і водню (органогенов) всім рослинам потрібно фосфор, сірка, азот, магній, кальцій і залізо. У результаті різних досліджень було відкрито, що для оптимального росту і розвитку рослин обов'язковий цілий набір речовин, які знаходяться в ґрунті в мікроскопічних кількостях. Крім заліза, засвоюваного рослиною, йому необхідні також мідь, цинк, бор, кобальт, марганець і молібден.

Коренева живлення

Азот і зольні елементи поглинаються з ґрунту діяльної поверхнею кореневої системи рослин у вигляді іонів (аніонів та катіонів). Так, азот може поглинатися у вигляді аніону NO_3^- і катіона NH_4^+ (тільки бобові рослини здатні в симбіозі з бульбочкових бактерій засвоювати молекулярний азот

атмосфери), фосфор і сірка - у вигляді аніонів фосфорної і сірчаної кислот - H_2PO_4^- і SO_4^{2-} , калій, кальцій, магній, натрій, залізо - у вигляді катіонів K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , а мікроелементи - у вигляді відповідних аніонів або катіонів.

Рослини засвоюють іони не тільки з ґрунтового розчину, але і іони, поглинені колоїдами. Більше того, рослини активно (завдяки розчинювальній здатності корневих виділень, що включають вугільну кислоту, органічні кислоти і амінокислоти) впливають на тверду фазу ґрунту, переводячи необхідні поживні речовини в доступну форму.

Рослини одночасно поглинають як катіони, так і аніони. При цьому окремі іони надходять у рослину зовсім в іншому співвідношенні, ніж вони містяться в ґрунтовому розчині. Одні іони поглинаються корінням в більшому, інші - у меншій кількості і з різною швидкістю навіть при однаковій їх концентрації в навколишньому розчині. Цілком очевидно, що пасивне поглинання, засноване на явищах дифузії і осмосу, не може мати істотного значення в харчуванні рослин, що носить яскраво виражений виборчий характер. Дослідження з застосуванням мічених атомів переконливо показали також, що поглинання поживних речовин і подальше їх пересування в рослині відбувається зі швидкістю, яка у сотні разів перевищує можливу за рахунок дифузії і пасивного транспорту по судинно-провідній системі з струмом води. Крім того, не існує прямої залежності поглинання поживних речовин корінням рослин від інтенсивності транспірації, від кількості поглинутої та випарувалася вологи. Все це підтверджує положення, що поглинання поживних речовин рослинами здійснюється не просто шляхом пасивного всмоктування корінням ґрунтового розчину разом з містяться в ньому солями, а є активним фізіологічним процесом, який нерозривно пов'язаний з життєдіяльністю коренів і надземних органів рослин, з процесами фотосинтезу, дихання і обміну речовин і обов'язково вимагає витрати енергії. Схематично процес надходження елементів живлення в кореневу систему рослин виглядає наступним чином. До зовнішньої поверхні цитоплазматичної мембрани корневих волосків і зовнішніх клітин молодих

корінців іони мінеральних солей пересуваються з ґрунтового розчину з струмом води і за рахунок процесу дифузії. Клітинні оболонки мають досить великі пори або канали і легкопроніцаєми для іонів. Більш того, целюлозно-пектинові стінки мають високу сорбуючу здатність. Тому в просторі каналів клітинних оболонок і міжклітинниками не тільки вільно пересуваються, але і концентруються іони з ґрунтового розчину. Тут створюється як би своєрідний фонд іонів мінеральних солей для подальшого надходження усередину клітини. Першим етапом надходження є поглинання (адсорбція) іонів на зовнішній поверхні цитоплазматичної мембрани. Вона складається з двох шарів фосфоліпідів, між якими вмонтовані молекули білків. Завдяки мозаїчній структурі окремі ділянки цитоплазматичної мембрани мають негативні і позитивні заряди, за рахунок яких може відбуватися одночасно адсорбція необхідних рослині катіонів та аніонів з зовнішнього середовища в обмін на інші іони. Обмінним фондом катіонів та аніонів у рослин можуть бути іони H^+ і OH^- а також H^+ і HCO_3^- , які утворюються при дисоціації вугільної кислоти, що виділяється при диханні. Адсорбція іонів на поверхні цитоплазматичної мембрани носить обмінний характер і не вимагає витрати енергії. В обміні беруть участь не тільки іони ґрунтового розчину, але і іони, поглинені ґрунтовими колоїдами. Внаслідок активного поглинання рослинами іонів, що містять необхідні елементи живлення, їх концентрація в зоні безпосереднього контакту з кореневими волосками знижується. Це полегшує витіснення аналогічних іонів з поглиненого ґрунтом стану в ґрунтовий розчин (в обмін на інші іони). Транспорт адсорбованих іонів із зовнішнього боку цитоплазматичної мембрани на внутрішню проти градієнта концентрації і проти електричного потенціалу вимагає обов'язкової витрати енергії. Механізм такої «активної» перекачування вельми складний. Вона здійснюється з участю спеціальних «переносників» і так званих іонних насосів, у функціонуванні яких важлива роль належить білкам, що володіє АТФ-азною активністю. Активний транспорт усередину клітини через мембрану одних іонів, що містять необхідні рослинам елементи живлення, пов'язаний

з зустрічним транспортом назовні інших іонів, що знаходяться в клітці у функціонально надлишковій кількості. Початковий етап поглинання поживних речовин рослинами з ґрунтового розчину - адсорбція іонів на поглинаючої поверхні кореня - постійно поновлюється, оскільки адсорбовані іони безперервно переміщуються всередину клітин кореня. Надійшли в клітку іони в незмінному вигляді або вже у формі транспортних органічних сполук, що синтезуються в коренях, пересуваються в надземні органи - стебла і листя, в місця найбільш інтенсивної їх асиміляції. Активний транспорт поживних речовин із клітини в клітину здійснюється за плазмодесми, що з'єднує цитоплазму клітин рослин в єдину систему - так званий симпласти. При пересуванні по симпласти частина іонів і метаболітів може виділятися у міжклітинний простір і пересуватися до місць засвоєння пасивно з висхідним струмом води по ксилемі. Поглинання корінням і транспорт поживних речовин тісно пов'язані з процесами обміну речовин і енергії в рослинних організмах, з життєдіяльністю і зростанням як надземних органів, так і коріння. Процес дихання є джерелом енергії, необхідної для активного поглинання елементів мінерального живлення. Цим обумовлюється тісний зв'язок між інтенсивністю поглинання рослинами елементів живлення та інтенсивністю дихання коренів. При погіршенні росту коренів і гальмуванні дихання (при нестачі кисню в умовах поганої аерації або надмірному зволоженні ґрунту) поглинання поживних речовин різко обмежується. Для нормального росту і дихання коренів необхідний постійний приплив до них енергетичного, матеріалу - продуктів фотосинтезу (вуглеводів та інших органічних сполук) з надземних органів. При ослабленні фотосинтезу зменшується утворення і пересування асимілятів в коріння, внаслідок чого погіршується життєдіяльність і знижується поглинання поживних речовин із ґрунту. Вибірче поглинання іонів рослинами. Фізіологічна реакція солей. Різні елементи живлення не однаковою мірою використовуються у процесах внутрішньоклітинного обміну в рослині для синтезу органічних речовин і побудови нових органів і тканин. Цим визначається нерівномірність надходження окремих іонів в коріння, виборче

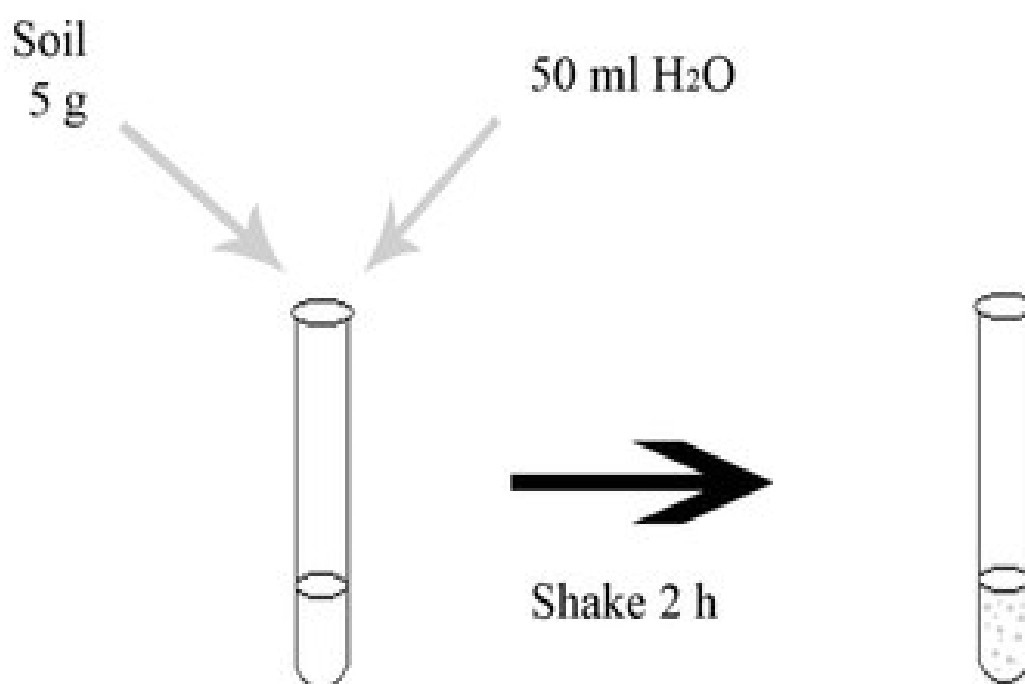
поглинання їх рослинами. Більше надходить в рослину з ґрунту тих іонів, які більш необхідні для синтезу органічних речовин, для побудови нових клітин, тканин і органів. Якщо в розчині присутній NH_4Cl , то рослини будуть інтенсивніше і у великих кількостях поглинати (в обмін на іони водню) катіони NH_4^+ оскільки вони використовуються для синтезу амінокислот, а потім і білків. У той же час іони Cl^- необхідні рослині в невеликому кількості, і тому поглинання їх буде обмеженим. У ґрунтовому розчині в цьому випадку будуть накопичуватися іони H^+ і Cl^- (соляна кислота), відбудеться нею підкислення. Якщо в розчині міститься NaNO_3 , то рослина буде у великих кількостях і швидше поглинати аніони NO_3^- в обмін на аніони HCO_3^- . У розчині будуть накопичуватися іони Na^+ і HCO_3^- (NaHCO_3), відбудеться його подщелачивание. Вибірче поглинання пораненнями катіонів та аніонів з складу солі обумовлює її фізіологічну кислотність або фізіологічну лужність. Солі, зі складу яких у великих кількостях поглинається аніон, ніж катіон, - NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - і в результаті відбувається подщелачивание розчину, є фізіологічно лужними. Солі, з коюрих катіон поглинається рослинами у великих кількостях, ніж аніон, - NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, KCl , K_2SO_4 , - і в результаті відбувається підкислення розчину, є фізіологічно кислими. Фізіологічна реакція солей, використовуваних як мінеральних добрив, обов'язково повинна враховуватися щоб уникнути погіршення умов росту та розвитку сільськогосподарських культур. Вплив умов зовнішнього середовища і мікроорганізмів на поглинання поживних речовин рослинами. Поглинання рослинами питательних речовин у великій мірі залежить від властивостей ґрунту - реакції і концентрації ґрунтового розчину, температури, аерації, вологості, вмісту в ґрунті доступних форм поживних речовин, тривалості та інтенсивності освітлення та інших умов зовнішнього середовища. Надходження поживних речовин в рослину помітно знижується при поганій аерації ґрунту, низької температури, надлишку або різкому нестачі вологи в ґрунті. Особливо сильний вплив на надходження поживних речовин надають реакція ґрунтового розчину, концентрація і співвідношення солей у

ньому. При надмірній концентрації солей у ґрунтовому розчині (наприклад, в засолених ґрунтах) поглинання рослинами води і поживних віще ІВ різко сповільнюється. Коріння рослин мають дуже високу усвоюючої здатність і можуть поглинати поживні речовини з сильно розбавлених розчинів. Важливе значення для нормального розвитку коренів має також співвідношення солей у розчині, його фізіологічна врівноваженість. Фізіологічно врівноваженим називається розчин, в якому окремі поживні речовини перебувають у таких співвідношеннях, при яких відбувається найбільш ефективно використання їх рослиною. Розчин, представлений який-небудь однією сіллю, фізіологічно не врівноважений.

Методика визначення NO_3^- .

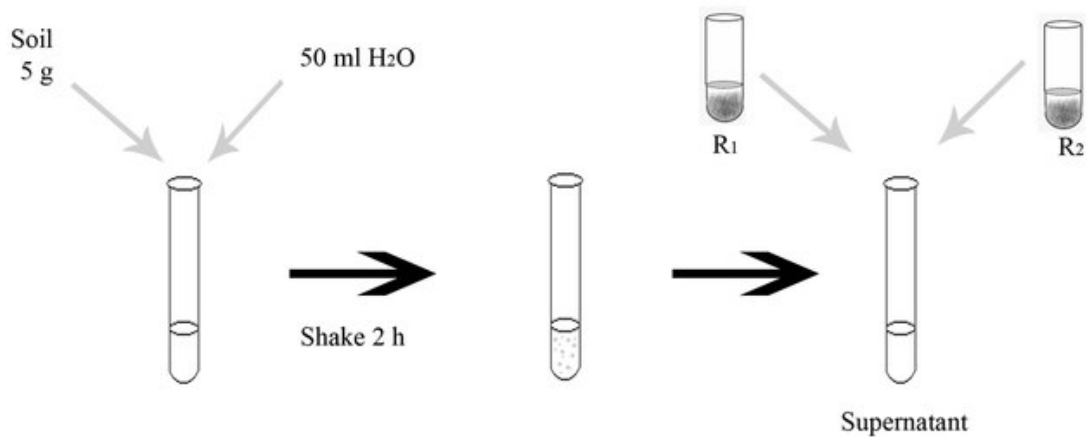
Визначення нітратів проводять зі «свіжим» ґрунтом, тобто проба для використання в цьому досліді не потребує попереднього висушування у сушильній шафі та ніяких інших маніпуляцій крім видалення механічних забруднень.

Методику пробо-підготовки до визначення нітратів у ґрунтах продемонстровано на рисунках 2.5 – 2.6.



Готуємо ґрунтову витяжку у співвідношенні 1:10

Рисунок 2.2 – Схема приготування ґрунтового розчину в дистильованій воді



R₁ - Змішуємо H₂SO₄ і H₃PO₄; R₂ – змішуємо диметилфенол (1,2 g/l) і концентровану оцтову кислоту

Рисунок 2.3 – Методика пробо підготовки для визначення нітратів

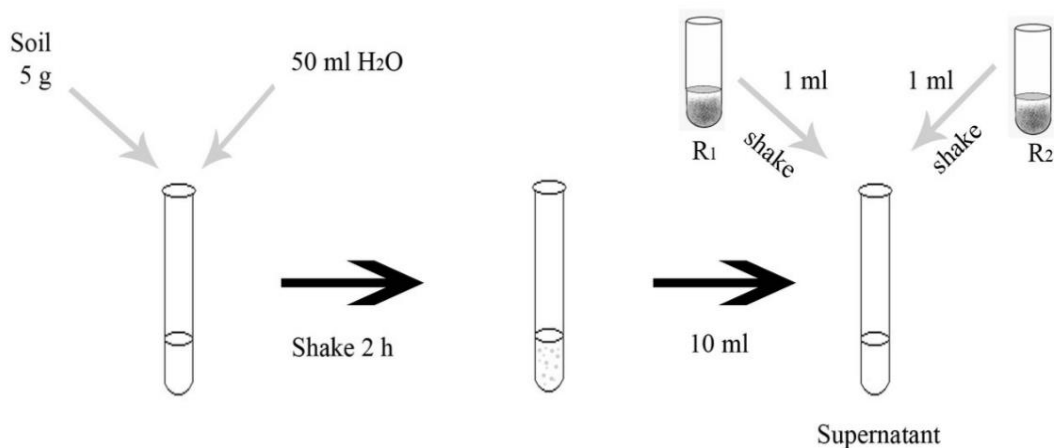
Після приготування розчину зазначеного на рисунку 2.6 переходимо до самого аналізу проби з допомогою спектрофотометру. Для визначення нітратів використовується світлова хвиля довжиною 338 нм.

Процедура проведення аналізу.

1. Беремо 4 мл R₁ додаємо до 0,5 мл нашої проби (не змішувати!) ,
2. додаємо 0,5 мл R₂ (змішувати треба обережно);
3. вимірюємо поглинання світла спектрофотометром.

Методика визначення NH₄⁺.

1. Беремо 4 г ґрунту і додаємо 40 мл розчину KCl (1M) у співвідношенні 1:10;
 2. Змішуємо 2 години на мішалці;
- Детальна схема пробо підготовки зображена на рисунку 2.6



R1 - Sodium salicylate (130 g/l) + Trisodium citrate (130 g/l) + sodiumpentacyanonitrosylferrate(968mg/l); R2 - NaOH (36 g/l) + sodium dichloroisocyanurate (2g/l)NaOCl dissolve 3.2g NaOH in 100ml distilled water, add 200 mg sodiumdichloroisocyanurat

Рисунок 2.4 – Схема пробо підготовки для визначення амонію

Довжина світлової хвилі для вимірювання амонію – 655 нм.

Методика визначення фосфатів.

Перш за все, потрібно приготувати стоковий розчин схема приготування якого приведена на рисунку 2.7.

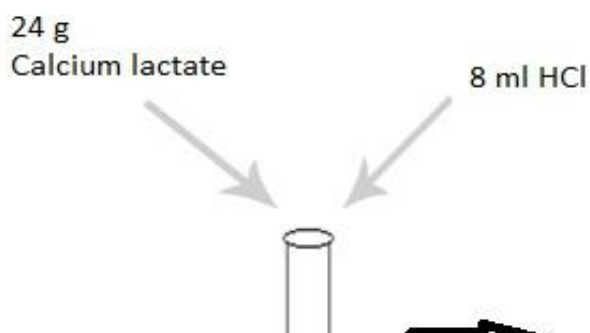
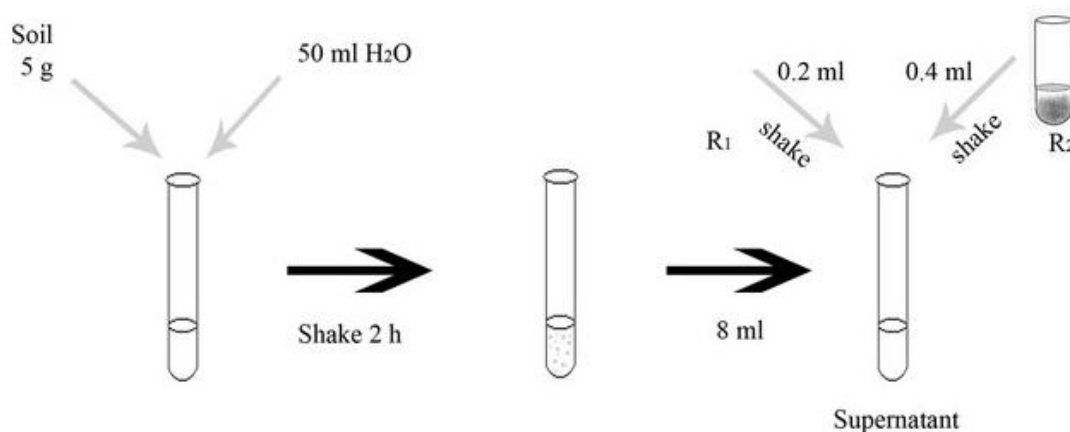


Рисунок 2.5 – Приготування стокового розчину для дослідження фосфатів

Наступним кроком розводимо 24 мл стокового розчину в 500 мл дистильованої води. Далі готуємо пробу до вимірювання фосфатів, як вказано на рисунку 2.8.



R 1 - Ascorbic acid (100 g/l, i.e 10%) dissolve 10 g of ascorbic acid in 100 ml distilled water; **R 2** - Dissolve 100 ml ammoniumheptamolybdate-tetrahydrate (26 g/l) and 100 ml potassium antimony(III)oxidtartrate-hemihydrate (700 mg/l) in 300ml of 50% sulfuric acid

Рисунок 2.6 – Приготування проби для визначення фосфатів у ґрунті

Довжина світлової хвилі для вимірювання фосфатів – 880 нм.

2.1.3 Методика визначення металів у ґрунті. ICP-MS

Існує метод для аналізу об'єктів навколишнього середовища і визначення металів і ряд не металів в рослинах, водному середовищі і багато чому іншому,

названий ICP-MS. Будучи на науково-дослідницькій практиці у Фрайбергській гірничій академії DAAD, ми вивчали цей метод і практикувалися вилучати ряд металів із ґрунтів .

Індуктивно зв'язана плазма мас-спектрометрії (ICP-MS) являє собою тип мас-спектрометрії, який здатний виявляти метали і декілька неметалів в концентраціях до $10^{-10}\%$, тобто одну частинку з 10^{12} (частина на квадрильйон, ppt) без втручання низькофононих ізотопів. Це досягається шляхом іонізації зразка з індуктивно-зв'язаною плазмою, а потім за допомогою мас-спектрометра, щоб відокремити і кількісно визначити величину таких іонів [20].

У порівнянні з атомно-абсорбційною спектроскопією, ICP-MS має більш високу швидкість, точність і чутливість. Проте, в порівнянні з іншими типами мас-спектрометрії, такими як теплова іонізаційна мас-спектрометрія (TIMS) і тліючого розряду мас-спектрометрія (GD-MS), ICP-MS вводить багато інтерферуючих видів: аргон з плазми складових газів повітря, який впливає через конус отвору, а також забруднення від скляного посуду і колбочок.

Різноманітність застосувань перевищує індуктивно пов'язану плазму атомно-емісійної спектроскопії і включає в себе ізотопне видоутворення. Через можливе застосування ядерних технологій, ICP-MS апаратне забезпечення є предметом спеціальних правил експорту.

У більшості випадків об'єктами аналізу в ICP-MS є водні розчини. Тверді проби розчиняють із застосуванням кислот і потім аналізують. Найбільш сприятливим середовищем для аналізу є розбавлена зотна кислота (2-5%). Загальний вміст твердих розчинених речовин в пробі не повинна перевищувати 0,2-0,3% (2-3 г/л) в залежності від основи. Аналіз більш концентрованих розчинів пов'язаний з сильним матричним впливом, що призводить до пригнічення сигналу аналіту, і погіршення стабільності та чутливості через швидке забруднення конусів інтерфейсу.

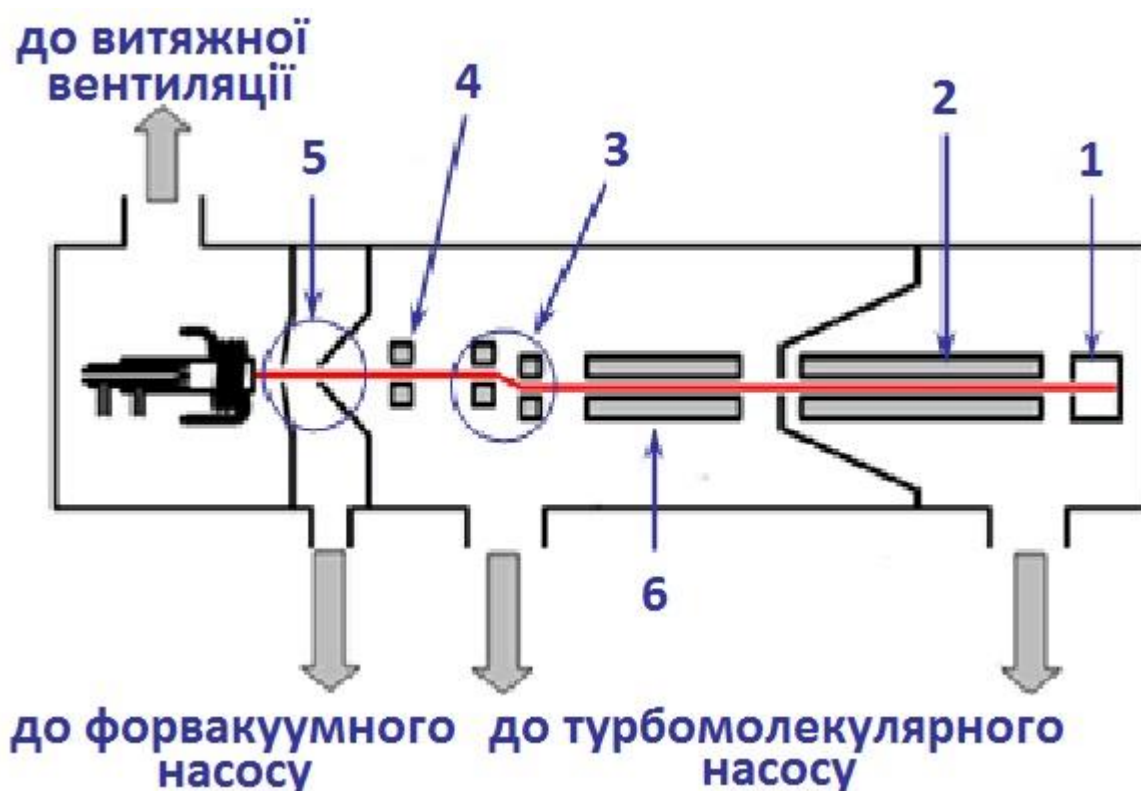
У загальному випадку досліджуваний розчин з допомогою перистальтичного насоса подається в розпилувач, в якому потоком аргону перетворюється в аерозоль. Аерозоль через центральний канал плазмового

пальника потрапляє в плазму, де під впливом високої температури (7000-8000 К) речовини, що містяться в пробі, дисоціюють на атоми, які потім іонізуються. Утворені позитивно заряджені іони проходять через систему іонної оптики в аналізатор, де відбувається фільтрація іонів за масою і детектування інтенсивності іонного потоку. Отриманий сигнал трансформується в залежність інтенсивності від величини m/z .

Типовий квадрупольний ICP-MS складається з:

- системи введення проби, що складається з перистальтичного насоса і розпилювальної камери, обладнаної пневматичним розпилювачем;
- блоку плазмового пальника, який підключається до витяжної вентиляції для видалення озону, що утворюється з кисню повітря під дією ультрафіолету, продуктів розкладання зразка і тепла, що виділяється;
- інтерфейсної частини, яка призначена для відбору іонів з плазми і їх транспорту в високовакуумних частина мас-спектрометра;
- системи іонної оптики;
- квадрупольного мас-фільтра;
- детектора іонів.

Загальна схема мас-спектрометра з індуктивно зв'язаною плазмою представлена на рис. 2.9.



1 – детектор; 2 – квадруполь; 3 – відхиляюча система; 4 – екстрактор; 5 – інтерфейс; 6 – іонна оптика усунення інтерференції

Рисунок 2.7 – Принципова схема квадрупольного мас-спектрометра з індуктивно зв'язаною плазмою

Методику визначення металів у ґрунтах приведено у додатку Б.

2.2 Дослідження Приорільського ландшафтного заказника як еталонної території

Ґрунти відібрані у Приорільському ландшафтному заповіднику досліджувалися спільно з DAAD TU Bergakademie Freiberg, під час відрядження в Німеччину з 02.11.2016 – 01.12.2016.

Оцінка якості ґрунтів за хімічними та біологічними показниками – є важливим критерієм якості та ефективності природних екосистем. Існуюча шкала гранично допустимих концентрацій хім. речовин в ґрунтах не завжди адекватно віддзеркалює якісний стан об'єкту, що досліджується. На разі перспективним напрямком еко досліджень – є порівняльний аналіз хім. забруднення техногенних територій з рекреаційними об'єктами показники яких приймаються еталоном. Однією з таких еталонних об'єктів вважається територія Приорільського ландшафтного заказника.

Згідно з Указом Президента України від 09.12.1998 № 1341/98 «Про території та об'єкти природно-заповідного фонду загальнодержавного значення» ділянкам які знаходяться в заплаві й терасі р. Оріль на території Новомосковського і Магдалинівського районів Дніпропетровської області,, надано статус Приорільського ландшафтного заказника. Загальна площа заказника складає 8377 га. із збереженими заплавами, унікальними для типового степу солонцевими, солончаковими і луговими екосистемами.

Заказник являє собою територію оселення близько 3700 видів комах и величезної кількості рослин.. Також Приорілля, є місцем де проживають: мідянка, гадюка степова східна, чапля жовта, орел-карлик, дрофа, тхір степовий, норка європейська, борсук, видра річкова, які занесені до Червоної книги України [Додаток А].

Метою дослідження є визначення основних фізико – хімічних показників якості проб ґрунту відібраних на відповідних ділянках поблизу с.Бузівка Магдалинівського району Дніпропетровської області.. Проби були відібрані у трьох повторностях кожна із трьох ділянок,на території мішаного лісу, землі яких межують з сільськогосподарськими угіддями. Візуально тип ґрунту можна визначити як супісок, перша проба була відібрана в глибині лісу на галявині, друга - із території де ростуть тільки сосни,також в глибині лісу, а третя - при в'їзді, поряд із сільгосп угіддями. Точки відбору проб показано на рисунку 2.10.

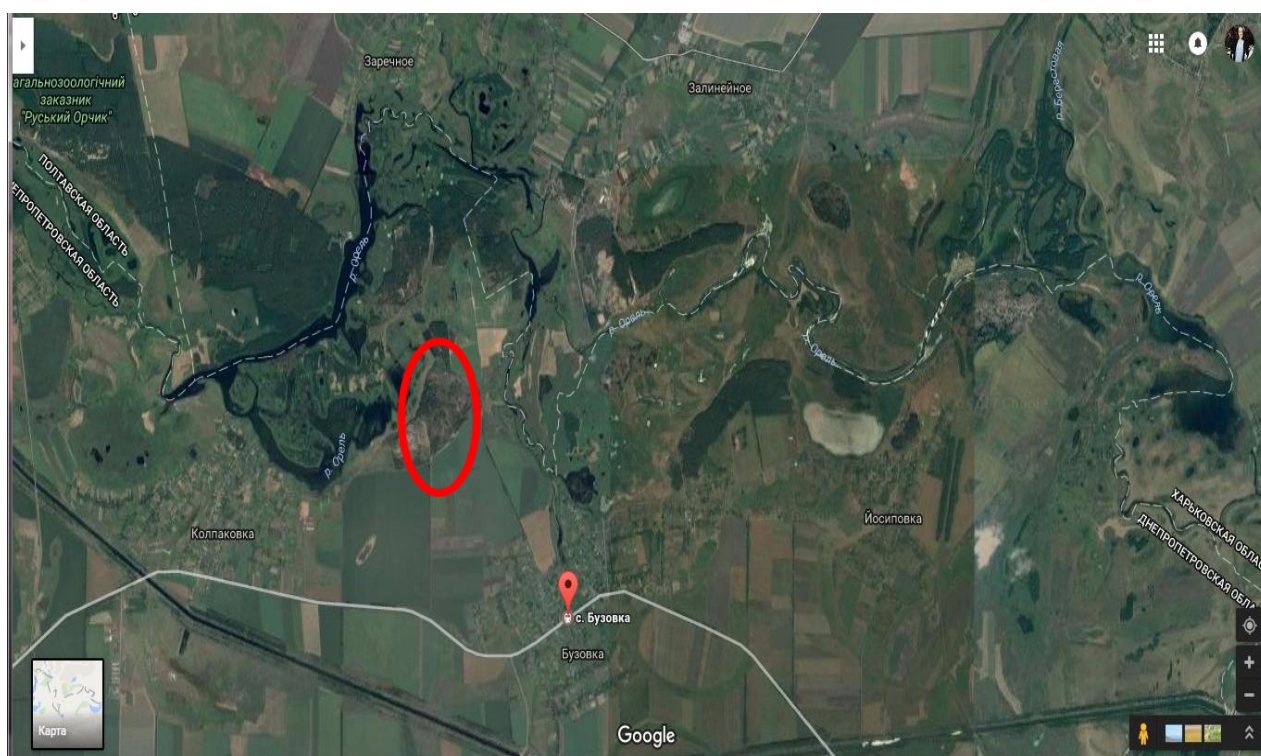


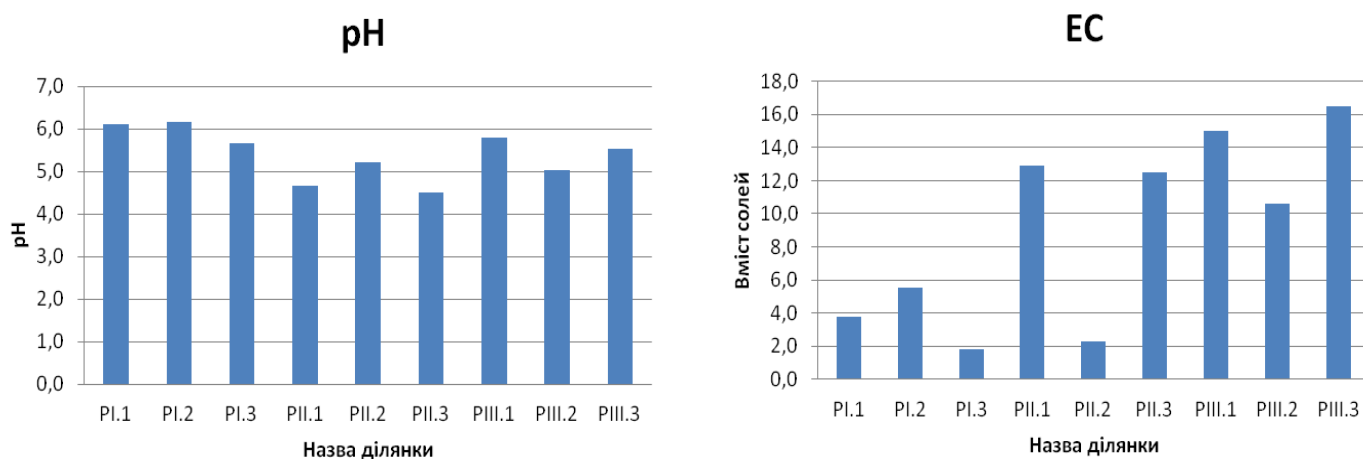
Рисунок 2.8 – Місце відбору проб в Районі с. Бузівка Магдалинівського району Дніпропетровської області

Досліджувались наступні загальні якісні показники ґрунту:

- 1) вміст нітратів;
- 2) вміст фосфатів;
- 3) вміст амонію.

Для аналізу і попереднього приготування водного розчину, використовувалась навіски ґрунту масою 4г.

Першим етапом дослідження якісних показників ґрунту визначалися рН і вміст солей рН досліджуваних ділянок змінюється в діапазоні 4,5-6,2, а вміст солей – 1,8 – 16,5 μS . Вищезгадані результати відображені на рисунку 2.11.



2.9 – рН і ЕС досліджуваних ділянок Приорільського ландшафтного заказника

Вміст нітратів, фосфатів і амонію у ґрунтових розчинах визначали за допомогою спектрофотометра, попередньо підготувавши зразки.

Вміст нітратів на кілограм ґрунту на першій ділянці складає 0,34 долей ГДК в ґрунтах, на другій – 0,30 долей ГДК і на третій – 0,39 долей ГДК у ґрунті [Додаток А].

Фосфати у розчині містяться у кількості:

- на першій досліджуваній ділянці 0,089 долей ГДК у водній витяжці;
- на другій – 0,3 долей ГДК

- на третій – 0,2 долей ГДК.

Вміст амонію на кілограм ґрунту у відношенні до гранично допустимої концентрації складає:

- перша ділянка - 0,83 долей ГДК в ґрунті;
- друга ділянка – 0,29 долей ГДК;
- третя ділянка – 0,78 долей ГДК [Додаток А].

Для комплексної оцінки даної території, як еталонної, крім загальних показників оцінки якості ґрунту, таких як: вміст амонію, нітраті та фосфатів, важливо знати більш тонкі характеристики хімічного складу ґрунту, в нашому випадку, це буде вміст металів.

Для визначення концентрацій металів у ґрунтах існує безліч методик, але однією з найбільш чутливих – є мас-спектрометрія індуктивно-зв'язаною плазмою (ISP-MS).

Цей метод характеризується високою чутливістю та здатністю визначати метали та деякі неметали в концентраціях, що не перевищують 10⁻¹⁰ %, тобто одну частинку на 10¹² (трильйон).

Метод ІСП-МС дає можливість ідентифікувати та кількісно оцінювати одночасно понад 60 елементів періодичної системи за дві хвилини з точністю 0,1 мкг/л; його використовують для аналізу забруднюючих речовин ґрунту, зокрема алюмінію, сурми, миш'яку, барію, берилію, кадмію, хрому, кобальту, міді, свинцю, марганцю, молібдену, нікелю, срібла, талію, урану, ванадію, цинку.

Перевагами методу ІСП-МС є можливість ідентифікувати та кількісно оцінювати всі (за винятком аргону) елементи; висока чутливість; швидкодія; здатність аналізувати ізотопний склад зразків. Недоліки цього методу – це його руйнівність та залежність сигналу від параметрів плазми .

Аналіз ґрунтів проводився на вміст в них: заліза, алюмінію, марганцю, свинцю, миш'яка, цинка і хрому. На наведених рисунках 2.12 – 2.13 наведені концентрації перерахованих вище металів у розмірності мкг/кг [Додаток А].

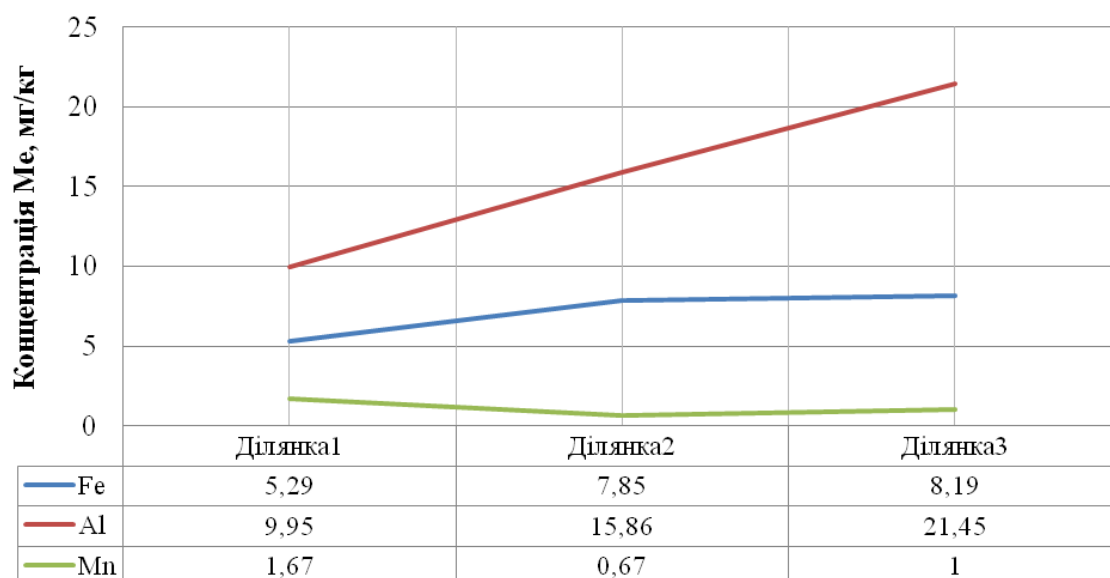


Рисунок 2.10 – Концентрації заліза, алюмінію і марганцю в пробах ґрунту Приорільського ландшафтного заказника

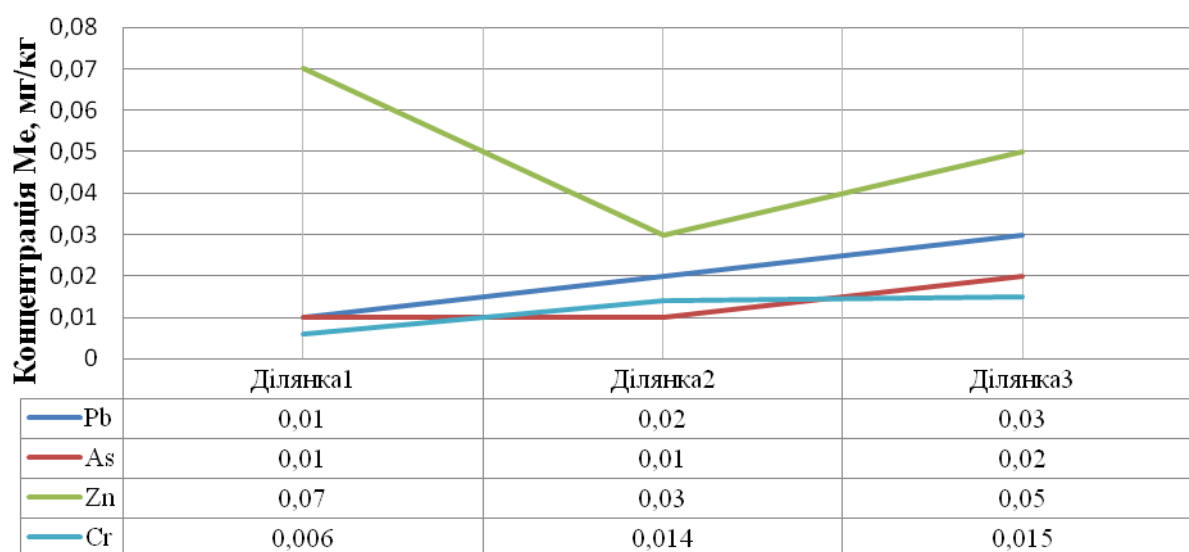


Рисунок 2.11 – Концентрації свинцю, миш'ка, цинку і хрому в Приорільському ландшафтному заказнику

Таким чином, аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що при дослідженні техногенно забруднених ґрунтів слід орієнтуватись на аналогічні показники еталонних територій, бо як можемо бачити, ці показники значно менші за ГДК. Такий підхід дозволить обґрунтувати найбільш

доцільні напрямки фітореMediaції та рекультивації порушених земель, відновлення первинного стану природних екосистем та стійкого розвитку територій.

2.3 Дослідження явища гіперакумуляції видами рослин на грунтах відібраних у м. Дніпро

Явище гіперакумуляції характеризується високою здатністю рослин поглинати хімічні і органічні сполуки сполуки із ґрунту

В роботі проводиться аналіз зразків ґрунту відібраних на перехресті вулиці Шмідта і проспекта Дмитра Яворницького, вздовж Проспекта Д.Яворницького до вул. Пастера і далі по вулиці Пастера . Розміщення маршруту відбору проб зображено на рисунку 2.14.

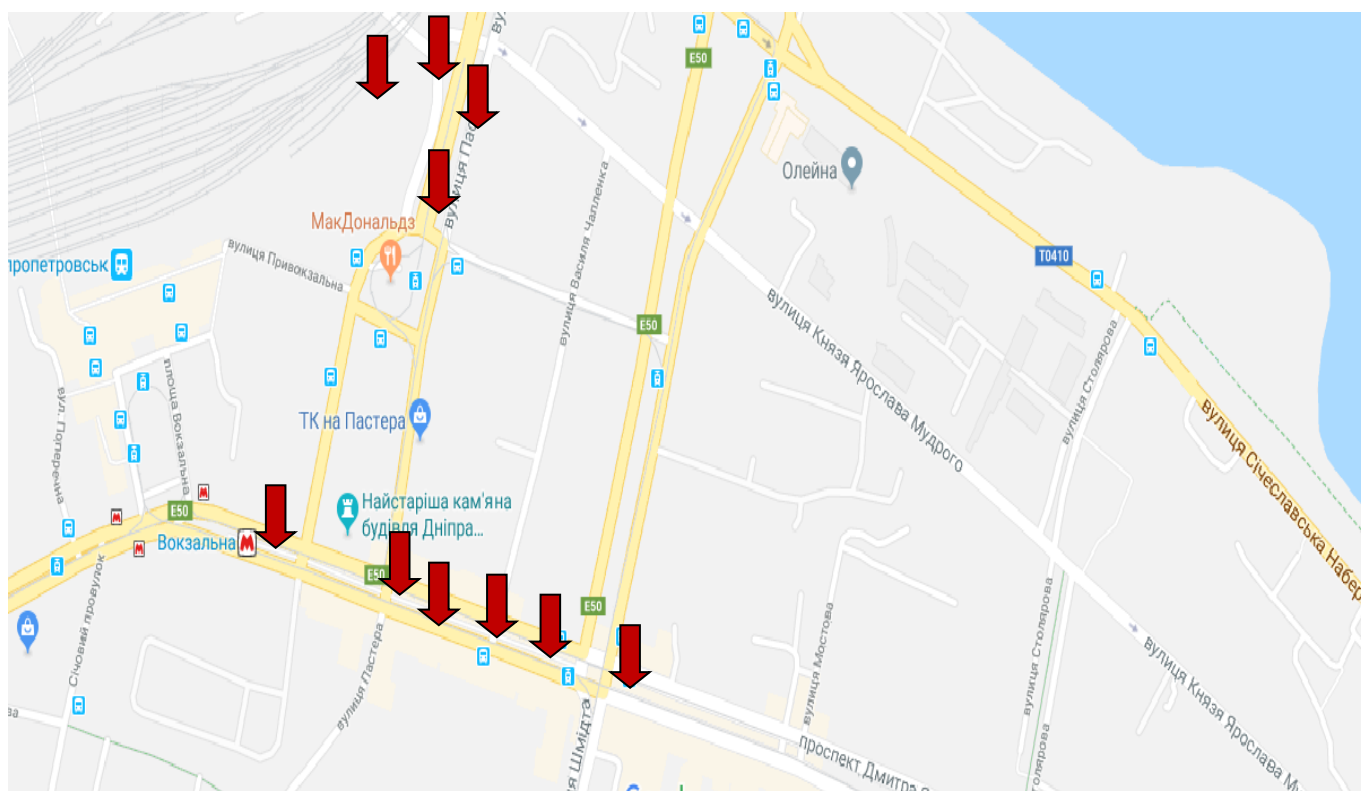


Рисунок 2.12 – Схема відбору проб у м. Дніпро

В загальному числі було відібрано 10 ґрунтових зразків.

Відразу після відбору проб був здійснений експрес аналіз на визначення рН і ЕС, а також визначила вологість ґрунту. рН і ЕС досліджуваних ділянок

зображено в таблиці 1.4.

Таблиця 2.4 – рН, ЕС і вологість досліджуваних зразків

| № проби | m ₁ , г | m ₂ , г | Вологість, % | рН | ЕС |
|---------|--------------------|--------------------|--------------|-----|-----|
| 1 | 11,4 | 9,94 | 17,1 | 7,8 | 721 |
| 2 | 12,4 | 9,99 | 28,1 | 7,9 | 310 |
| 3 | 12,4 | 10,39 | 22,4 | 7,8 | 294 |
| 4 | 11,4 | 9,14 | 29,2 | 7,8 | 307 |
| 5 | 11,4 | 10,11 | 14,8 | 7,9 | 271 |
| 6 | 12,4 | 10,45 | 21,5 | 7,8 | 270 |
| 7 | 12,4 | 10,25 | 24,3 | 8,3 | 256 |
| 8 | 11,4 | 10,14 | 14,4 | 7,2 | 217 |
| 9 | 11,4 | 10,19 | 13,8 | 8,1 | 246 |
| 10 | 12,4 | 10,70 | 18,3 | 7,7 | 269 |

Доведено, що мінерали є єдиним джерелом зольних елементів живлення рослин. Тому визначення значення рН Н20 або показника актуальної кислотності необхідно для різних цілей і перш за все для підбору рослин, так як одні з них переносять високе значення рН, інші - низьке. Деревні рослини більш стійкі до кислотності, ніж сільськогосподарські. Наприклад, Ю.А.Хватов наводить дані про те, що тополя росла при рН <3.0.

За величиною рН Н20 ґрунти поділяються на; сильнокислі (3-4), кислі (4-5), слабокислі (5-6), нейтральні (7), лужні (7-8) і Сильнолужні. Визначення кислотності проводиться для з'ясування необхідності вапнування порід. Якщо рН Н20 менше 5,0, то в породі слід очікувати появи рухомого алюмінію. Кількість його більше 15 мг / 100 г, що є токсичною концентрацією, а 10 мг / 100 г - гнітючої, правда, не для всіх рослин. Якщо рН Н20 більше 5,5, то рухомого алюмінію в розчині не буде. Визначати рН слід потенціометрично;

використовувати індикаторну папір можна тільки для визначення прозорого розчину, але не для суспензії. Для роздільного визначення кислотності і рухомого алюмінію отримують витяжку за допомогою розчину 1 н КСІ і роблять аналіз по А. В. Соколова. В карбонатних породах и лессах кислотність и алюміній визначати не варто.

У лісостеповій та степовій зонах ґрунти мають нейтральну, слабокислу і лужну реакції; але можуть бути винятки. Чорноземи на лесі мають лужну реакцію через присутність карбонатів кальцію. Вуглекислий натрій і калій мають сильнолужну реакцію ($\text{pH H}_2\text{O } 9,0$) тому якщо об'єкти містять карбонати, то необхідно звернути увагу на відсутність солей одновалентних катіонів і величину рН, так як лише деякі рослини витримують сильнолужну реакцію.

Породи, що містять пірит, після його окислення набувають сильнокислої реакції ($\text{pH} < 2-3$). Такі породи зустрічаються у вугільних, фосфоритних і залізородних кар'єрах; до окислення на повітрі вони можуть мати слабокислу і навіть нейтральну реакцію.

Надлишок солей в породах і ґрунтах пригнічує ріст рослин, тому слід визначати розчинені у воді солі. Токсичність солей залежить від концентрації, складу солей і виду рослин. Найбільш шкідливими є сода і поташ, потім слідують хлориди, сульфати. Необхідно визначати не тільки загальна кількість розчинних солей, але і їх склад. Однак, його треба визначати лише в тому випадку, якщо солей більше 0,15%. Така величина взята тому, що багато рослин витримують концентрацію сульфатів солей 0,2-0,3%, а хлоридів 0,1%.

Про наявність соди можна судити по лужності: якщо $\text{pH} > 9$, то це вказує на її присутність. Визначення поглиненого натрію необхідно тільки в тих ґрунтах і породах, які мають ознаки фізичної солонцюватості, тобто мають слабостовбчату або грубо горіхову будову і не містять надлишку солей. Такі об'єкти зустрічаються в лісостеповій і в степовій зонах. Не слід плутати солонці з солончаками, так як останні містять розчинені солі, а перші їх не мають або містять в нижніх горизонтах [21].

Наступною частиною експерименту було дослідження саме здатності

гіперакумуляції рослин. Для експерименту були обрані наступні рослини: пшениця, рапс, гірчиця біла і соняшник масляний. На рисунку 2.15 продемонстроване насіння вище перерахованих рослин .



Рисунок 2.13 – Насіння рослин обраних для фітореMediaційного експерименту

Тривалість фітореMediaційного експерименту: 20 днів. Динаміку росту рослин в перший день, через тиждень і в кінці експерименту можна побачити у Додатку В.

Для аналізу водно – сольового балансу водорозчинних солей і попереднього приготування водного розчину, використовувалась навіски ґрунту масою 4г.

Визначення концентрацій свинцю до проведення фіторе mediaційного експерименту та після ви зможете побачити у Додатку Г.

Концентрація свинцю визначалась осадженням його із ґрунтової витяжки 5% розчином КІ.

Реактиви:

1. Азотна кислота 1:3;
2. Р-н КІ (5%)
3. Оцтова кислота 1:3
4. Вода дистильована

Хід роботи.

1. Взяти по 5 г проби ґрунту додати до нього 8 мл азотної кислоти.

Мішати 2-3 хвилини.

2. Профільтрувати суспензію через фільтр з білою стрічкою.
3. Для аналізу на наявність солі свинцю взяти 5 мл фільтрата в додати рівну кількість реагенту, для позитивного результату, реакція проводиться за наявності уксусної кислоти (підігріти на водній бані, а потім охолодити) 5 капель.



В осад випадають жовті кристали Йодиду свинцю.

Після виконання експрементальних частини були отримані наступні дані.

На рисунку 2.16 подані концентрації свинцю в ґрунті до проведення фіторе mediaційного експерименту. А у таблиці 2.5 продемонстровано у скільки разів концентрація на даній ділянці містя перевищує ГДК свинцю, по санітарно-гігієнічним вимогам.

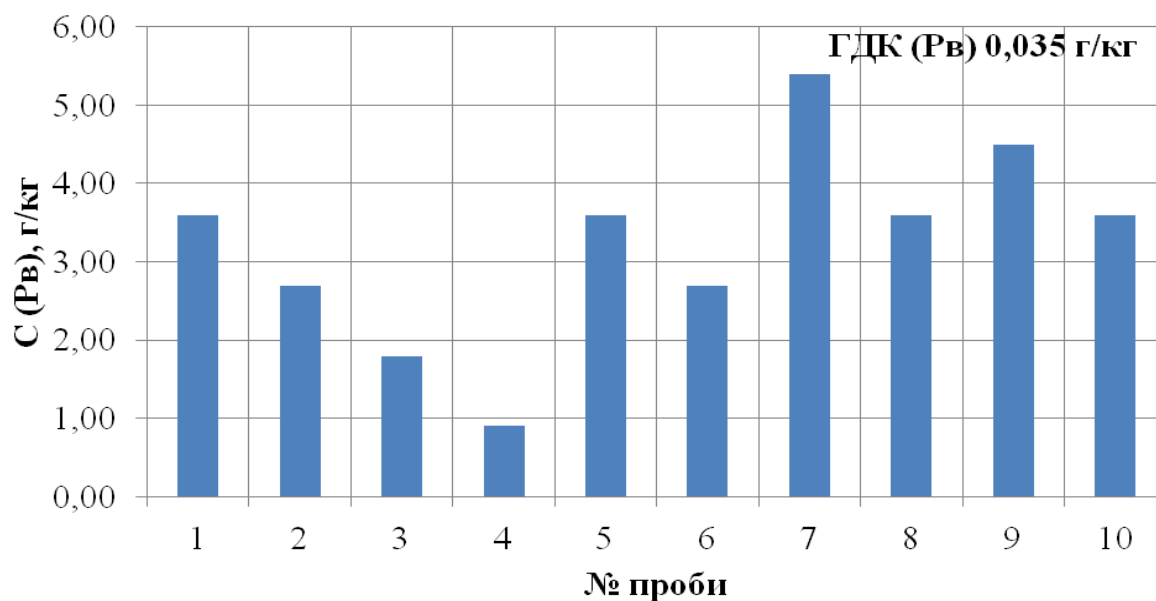


Рисунок 2.14– Концентрації свинцю до проведення фіторемедіаційного експерименту

Таблиця 2.5 – Превищення рівня ГДК Рв у ґрунті

| № проби | m (Pb ²), г/кг | >ГДК (Pb) , раз |
|---------|----------------------------|-----------------|
| 1 | 3,59 | 102,7 |
| 2 | 2,70 | 77,0 |
| 3 | 1,80 | 51,4 |
| 4 | 0,90 | 25,7 |
| 5 | 3,59 | 102,7 |
| 6 | 2,70 | 77,0 |
| 7 | 5,39 | 154,1 |
| 8 | 3,59 | 102,7 |
| 9 | 4,49 | 128,4 |
| 10 | 3,59 | 102,7 |

З отриманих результатів можна зробити висновок, що територія корта знаходиться в районі вулиці Пастера і проспекту Д. Яворницького сильно забруднена свинцем. Причиною цього може слугувати велика кількість

світлофорів і зупинок міського транспорту, не останню роль грає те, що Новий міст був закритий на реконструкцію майже на рік. Також розміщення двох великих базарів, а саме Озерки і Слов'янки, лишають свій слід, тому що потрібно постійно постачати товари до них, а це означає, що на цій ділянці дороги сконцентрований вантажний транспорт.

В роботі розглядається фіто екстракційна здатність досліджуваних рослин. Дані, що продемонстровані вище підтверджують актуальність пошуків безпечних і не дорогих методів покращення ситуації.

2.3.1 Порівняльний аналіз результатів до та після фітореMediaційного експерименту

Свинець надходження до організму людини наступними шляхами: продукти харчування, повітря, вода, ґрунт. Вплив свинцю на органи й системи людини: блокується дія ферментів, погіршується травлення, внаслідок нестачі кальцію виникають мікросудоми, накопичення свинцю зумовлює витіснення кальцію, свинець сприймається як залізо – і тому гемоглобін еритроцитів погіршує свою здатність пов'язувати кисень. До ознак свинцевого отруєння належать киснєве голодування, анемія, руйнування мієлінової оболонки, уповільнення нервових імпульсів. Клінічні ознаки отруєння свинцем (сатурнізм): свинцева (синьо-чорна) облямівка на яснах, слабкість, блювота, брадикардія, артеріальна гіпотензія, пітливість, слинотеча, тремор кінцівок, ознаки токсичного гепатиту, кишкові кольки, неврологічні синдроми (астеновегетативний, поліневропатія, енцефалопатія). Класифікація отруєнь свинцем: носительство, легке, середньої ваги і важке.

Лікування сатурнізму: комплексні сполуки, які містять кальцій – вони зв'язують свинець у крові та виводять його з організму. Для виведення свинцю з депо застосовують діатермію печінки. При гострих отруєннях використовуються комплексоутворювачі (тетацин і пентацин).

Профілактичні заходи зменшення викидів свинцю: реабілітація

забруднених територій, моніторинг лакофарбових виробів на наявність свинцю, правильне харчування з достатньою кількістю легкозасвоюваного кальцію, впровадження досягнень очисної техніки на підприємствах.

ФітореMediaція дає чудовий шлях для реалізації стратегії мінімалізації забруднень ґрунтів свинцем. Проведені лабораторні досліди дали неймовірні результати . на рисунках 2.17 – 2.24 продемонстровані показники даних рН і ЕС до проведення фіто екстракції і після, всі зразки показали тенденцію до різкого зниження більше ніж в половину.

Також на рисунках 2.25 – 2.28 продемонстрована динаміка зниження концентрації свинцю у досліджених ґрунтах, з допомогою культур-гіперакумуляторів, таких як : Гірчиця жовта (*Sinapis alba*), Ріпак (*Brássica nápus*), Соняшник олійний (*. Helianthus*), Пшениця (*Tríticum*).

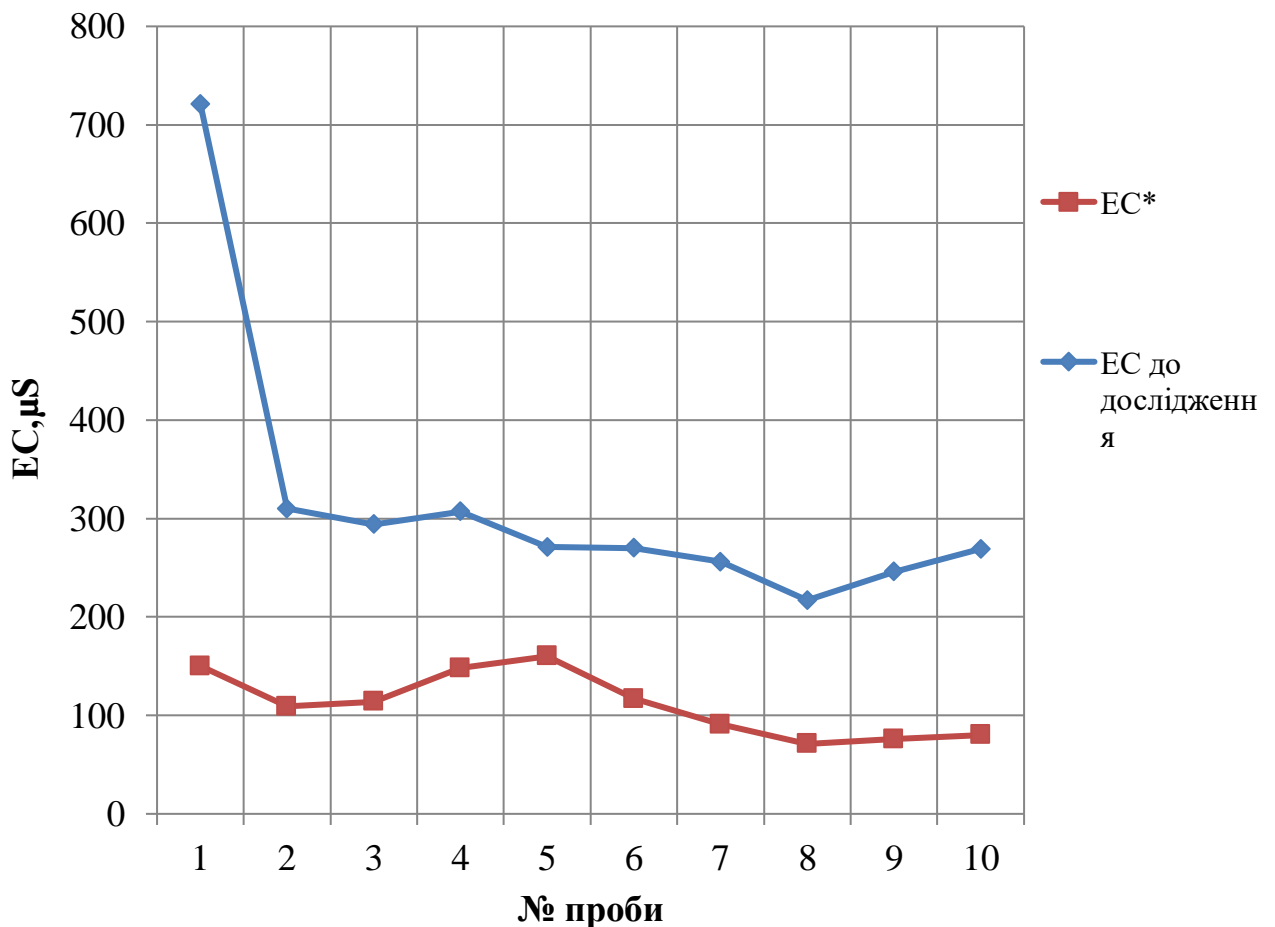


Рисунок 2.15 – Динаміка зниження водорозчинних солей при

вирощуванні Соняшника олійного

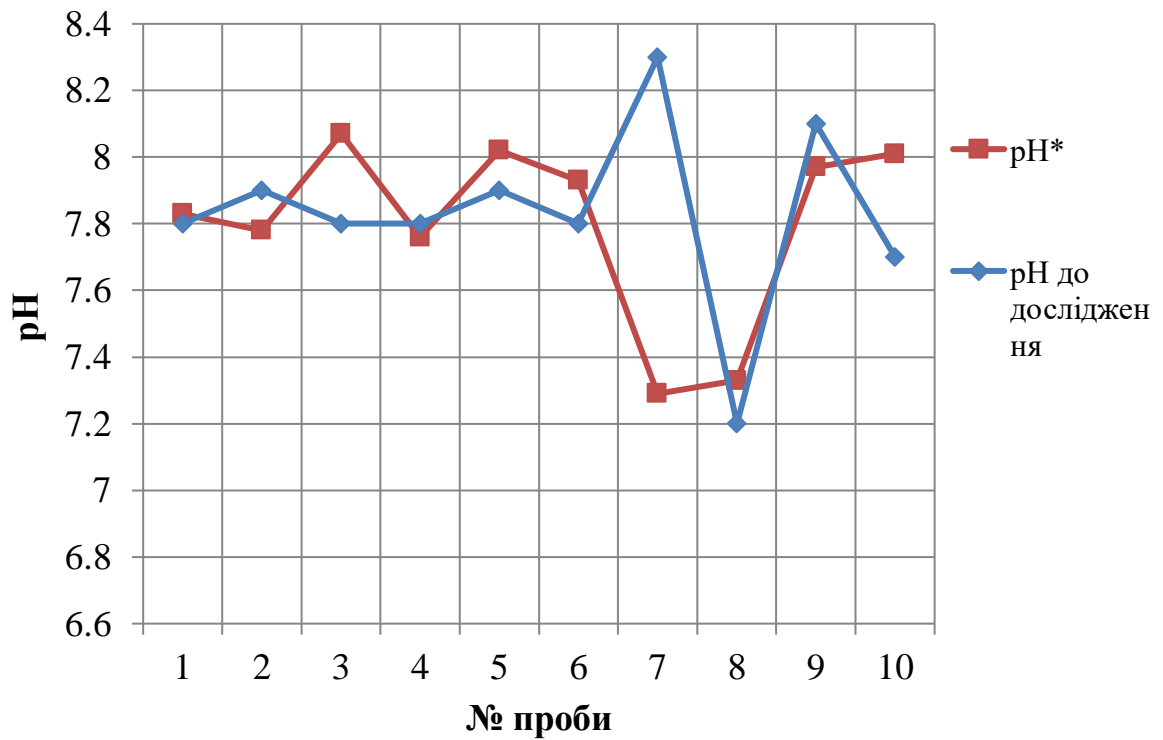


Рисунок 2.16 – Динаміка зниження рН при вирощуванні Соняшника олійного

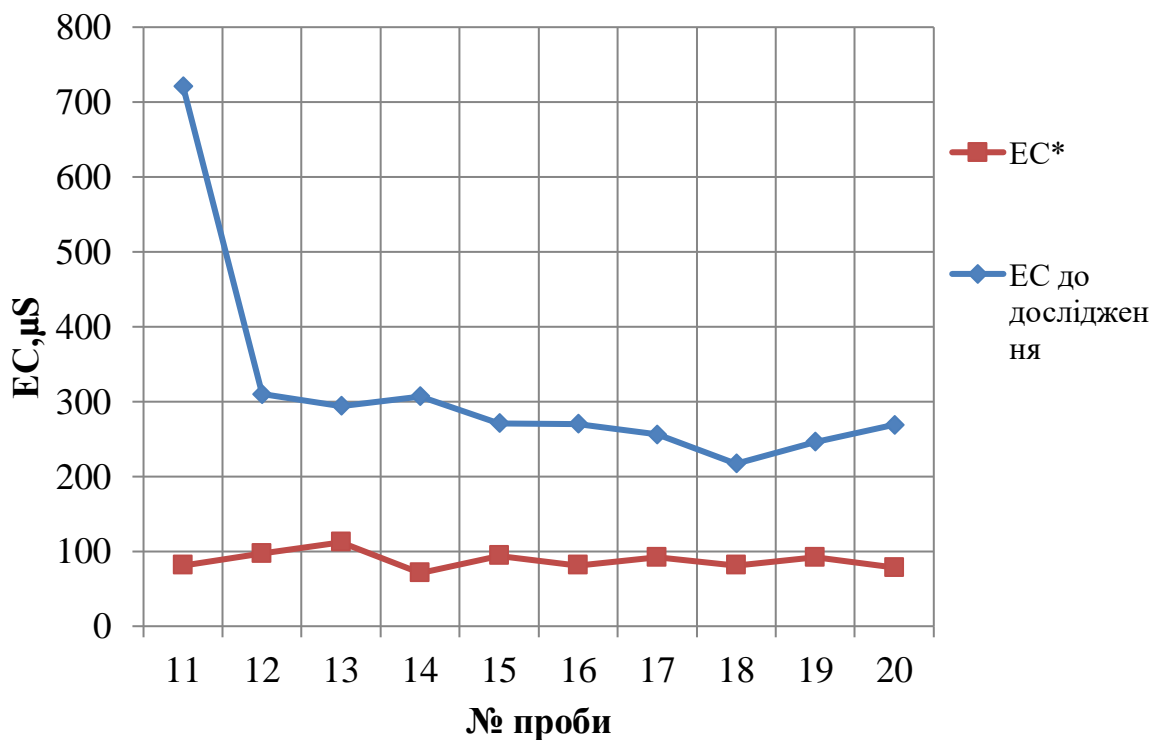


Рисунок 2.17 – Динаміка зниження водорозчинних солей при

вирощуванні Пшениці

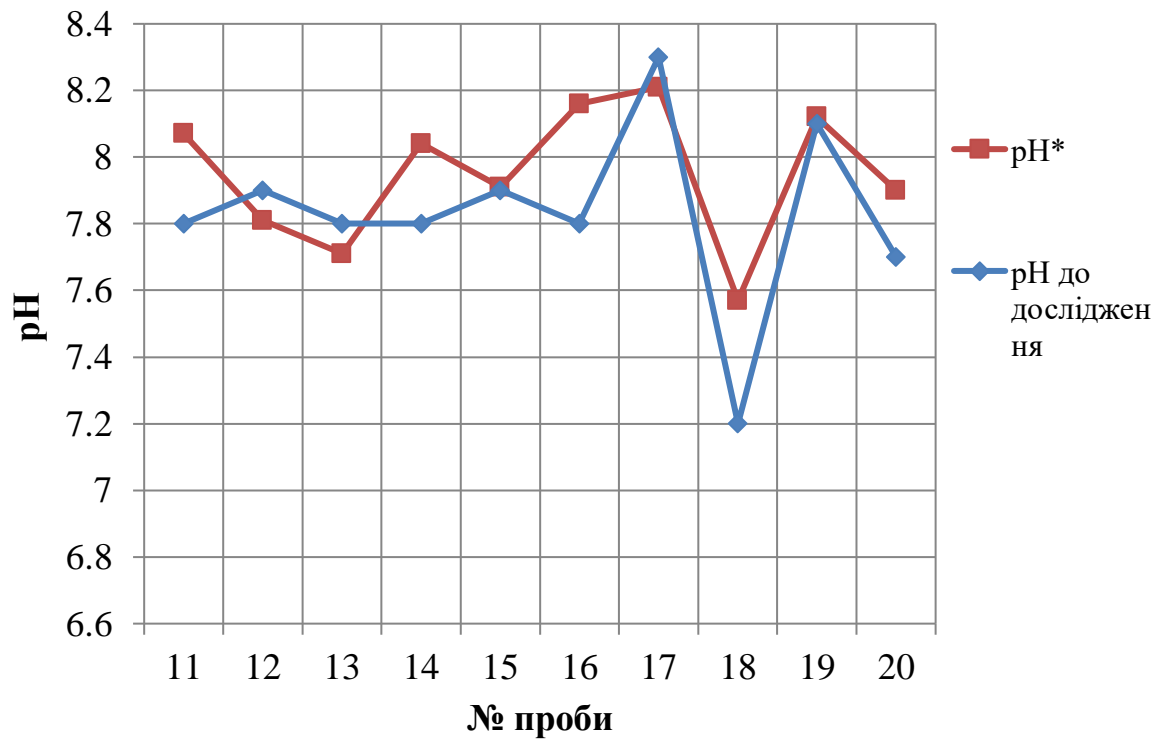


Рисунок 2.18 – Динаміка зниження рН при вирощуванні пшениці

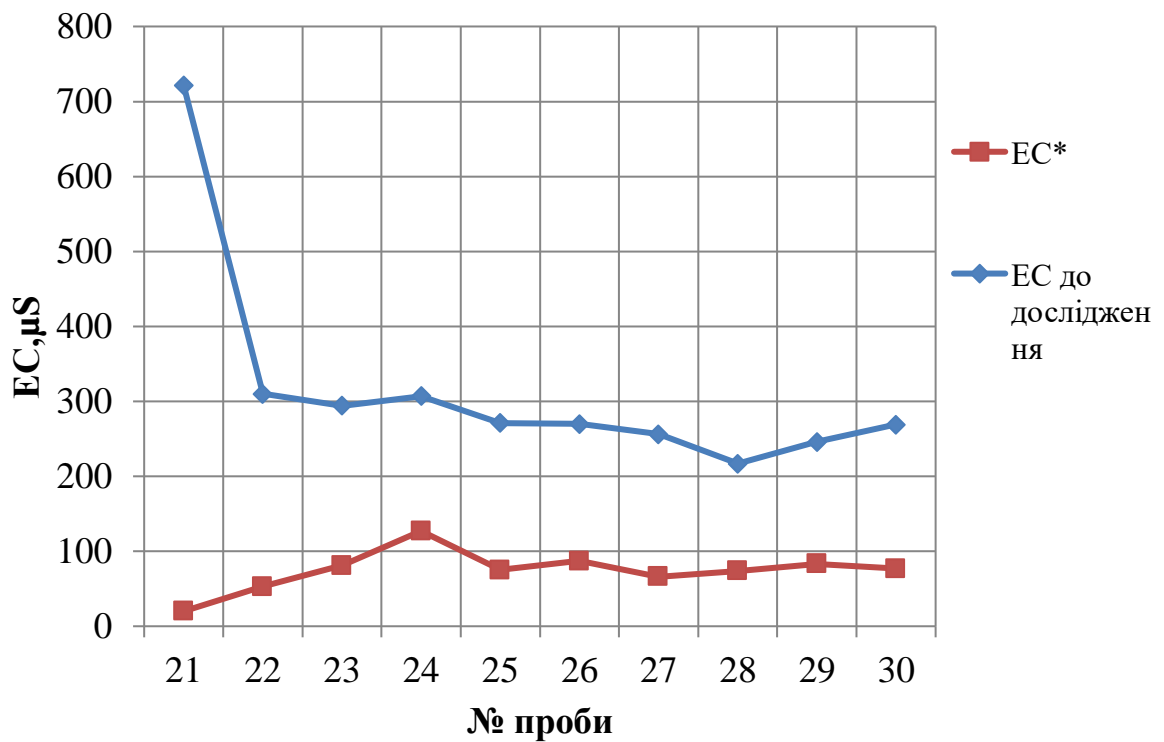


Рисунок 2.19 – Динаміка зниження водорозчинних солей при

вирощуванні Рапсу

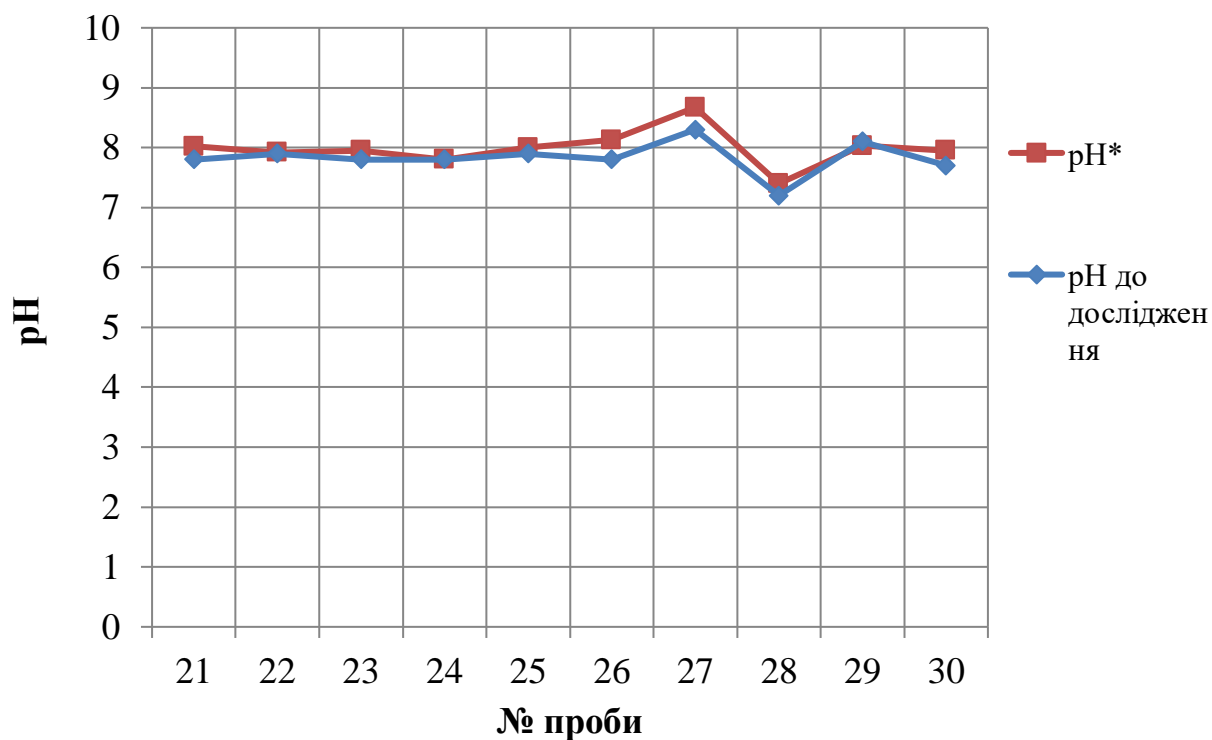


Рисунок 2.20 – Динаміка зниження рН при вирощуванні Рапсу

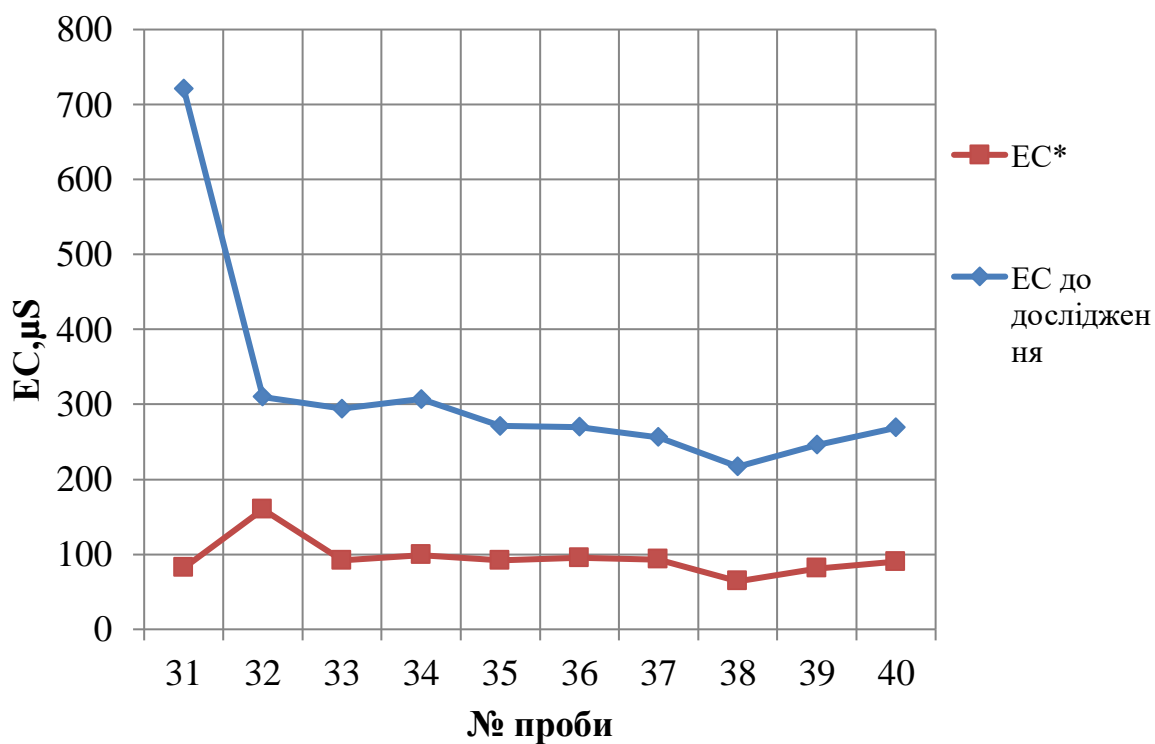


Рисунок 2.21 – Динаміка зниження водорозчинних солей при

вирощуванні Гірчиці

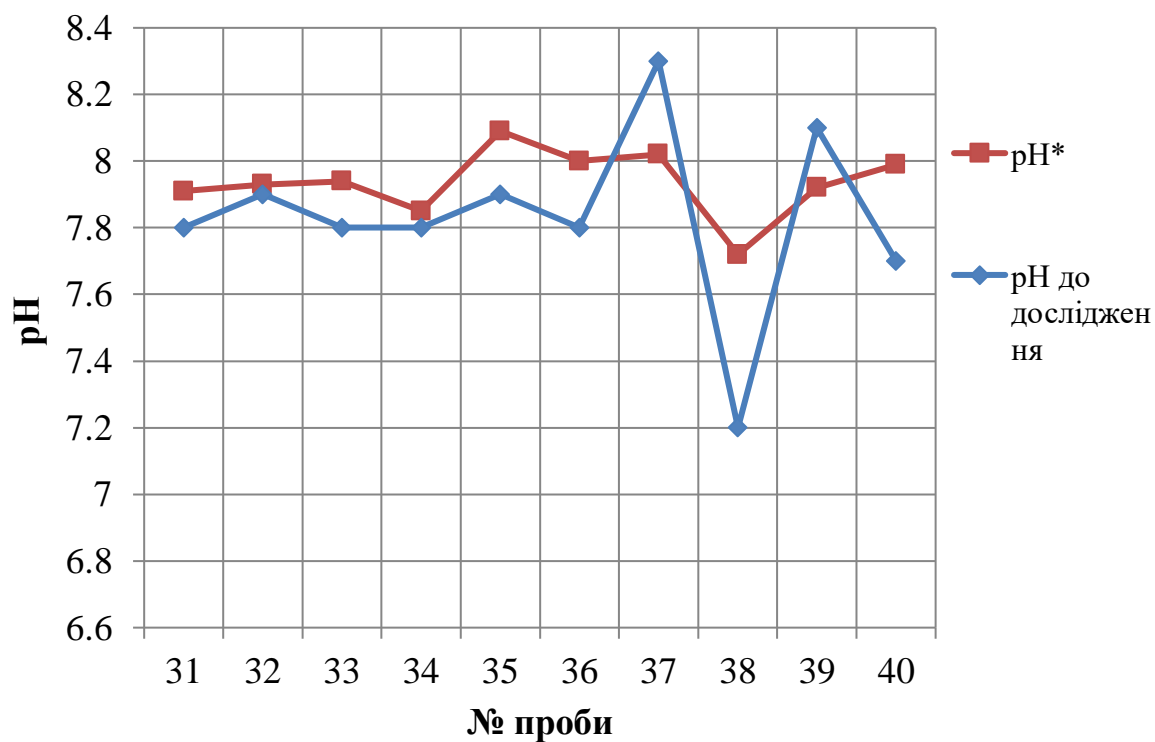
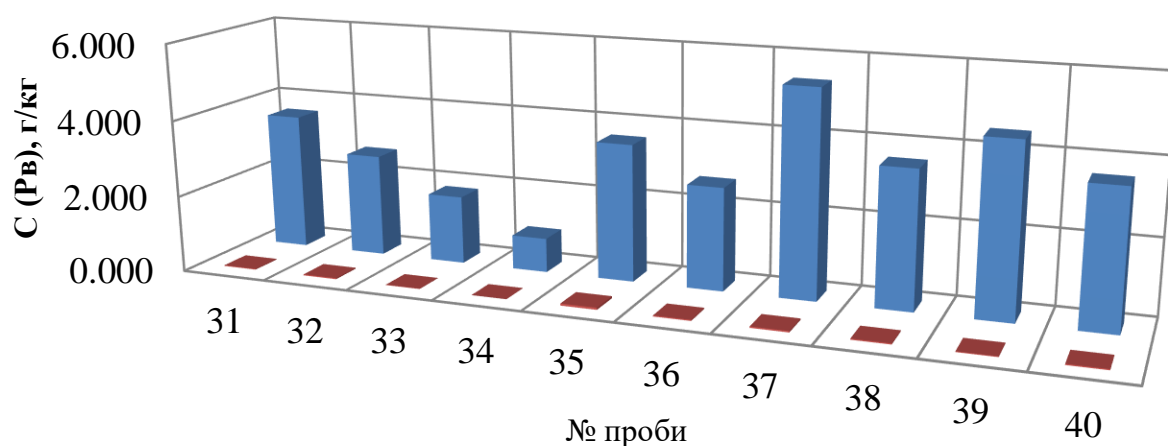
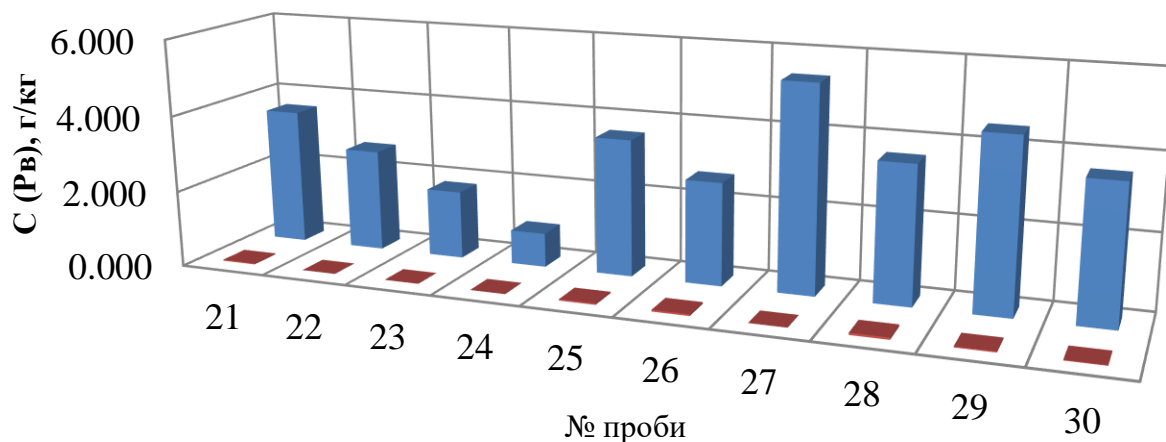


Рисунок 2.22 – Динаміка зниження рН при вирощуванні Гірчиці



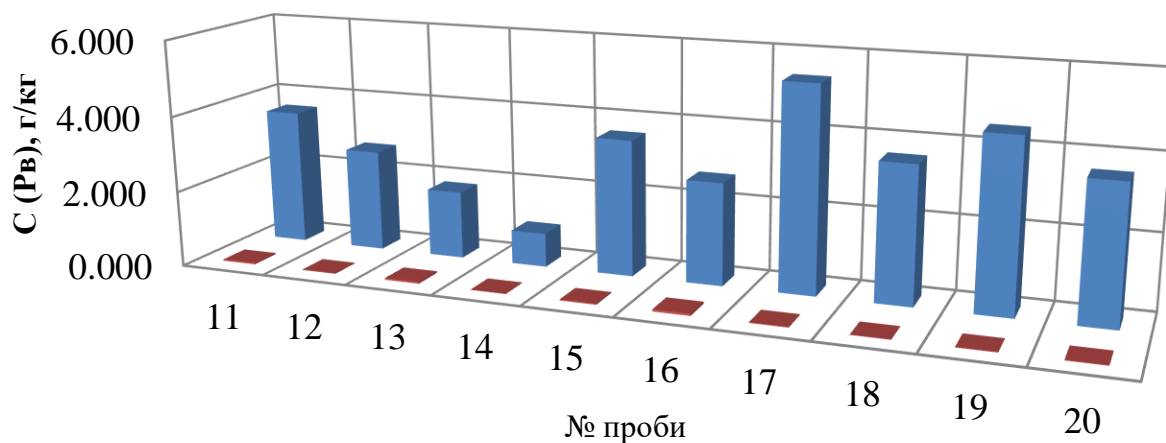
| | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ■ C2* (PВ), г/кг | 0.018 | 0.027 | 0.009 | 0 | 0.054 | 0.027 | 0.036 | 0.027 | 0.018 | 0.027 |
| ■ C1 (PВ), г/кг | 3.59 | 2.70 | 1.80 | 0.90 | 3.59 | 2.70 | 5.39 | 3.59 | 4.49 | 3.59 |

* Як культура - фітоекстрактор використовувалася Гірчиця біла (*Sinapis alba*)

Рисунок 2.23 – Динаміка зменшення $C(Pв)$ за допомогою гірчиці

| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| $C_2^*(Pв), г/кг$ | 0.027 | 0 | 0 | 0 | 0.036 | 0.045 | 0 | 0.054 | 0.027 | 0.018 |
| $C_1(Pв), г/кг$ | 3.59 | 2.70 | 1.80 | 0.90 | 3.59 | 2.70 | 5.39 | 3.59 | 4.49 | 3.59 |

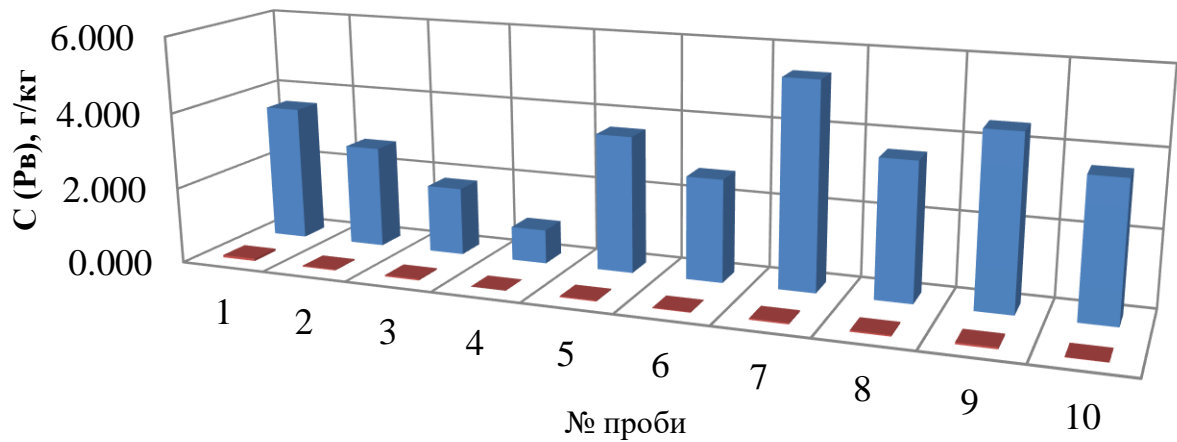
* Як культура - фітоекстрактор використовувався Рапс (*Brássica nápus*)

Рисунок 2.24 – Динаміка зменшення $C(Pв)$ за допомогою Рапсу

| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $C_2^*(Pв), г/кг$ | 0.036 | 0.018 | 0.045 | 0.009 | 0.027 | 0.054 | 0.018 | 0.009 | 0.009 | 0.018 |
| $C_1(Pв), г/кг$ | 3.59 | 2.70 | 1.80 | 0.90 | 3.59 | 2.70 | 5.39 | 3.59 | 4.49 | 3.59 |

* Як культура - фітоекстрактор використовувалася Пшениця (*Tríticum*)

Рисунок 2.25 – Динаміка зменшення $C(Pв)$ за допомогою пшениці



| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ■ C2* (Pb), г/кг | 0.063 | 0.027 | 0.036 | 0 | 0.027 | 0.018 | 0.036 | 0.036 | 0.045 | 0.009 |
| ■ C1 (Pb), г/кг | 3.59 | 2.70 | 1.80 | 0.90 | 3.59 | 2.70 | 5.39 | 3.59 | 4.49 | 3.59 |

* Як культура - фітоекстрактор використовувався Соняшник олійний (*Helianthus*)

Рисунок 2.26 – Динаміка зменшення $C (Pb)$ за допомогою Соняшника

2.3.2 Розрахунок й оцінка рівня забруднення ґрунтів уздовж автодоріг

При роботі ДВС автомобілів утворюються викиди, що складаються з аерозольних і пилоподібних часток. У найбільших кількостях викидаються сполуки свинцю та сажа. Найбільшу небезпеку для біосфери представляє накопичення в ґрунті сполук свинцю, що обумовлено високою доступністю його рослинам і переходом по ланкам харчового ланцюга в організми тварин і людини. Викиди сполук свинцю відбуваються при роботі двигунів автомобілів на етильованому бензині (у бензині марок А-76 й АИ-93 міститься 0,17 г/кг й 0,37 г/кг сполук свинцю відповідно). Близько 20% загальної кількості свинцю розноситься з газами, що відробили, у вигляді аерозолів, а 80% випадає у вигляді твердих часток і водорозчинних сполук на поверхні прилеглих до дороги земель.

Для дослідження була вибрана ділянка поблизу перехрестя Запоріжського шосе і віл. Панікахи. Було визначено три профілі відбору проб, в кожному профілі відбирали по 4 проби на відстані 5, 10, 15, 20 м від автомагістралі. Після дослідження проб ґрунту була виявлена цікава закономірність. Закономірність зменшення концентрації по експоненті зображено на рисунку 2.27.

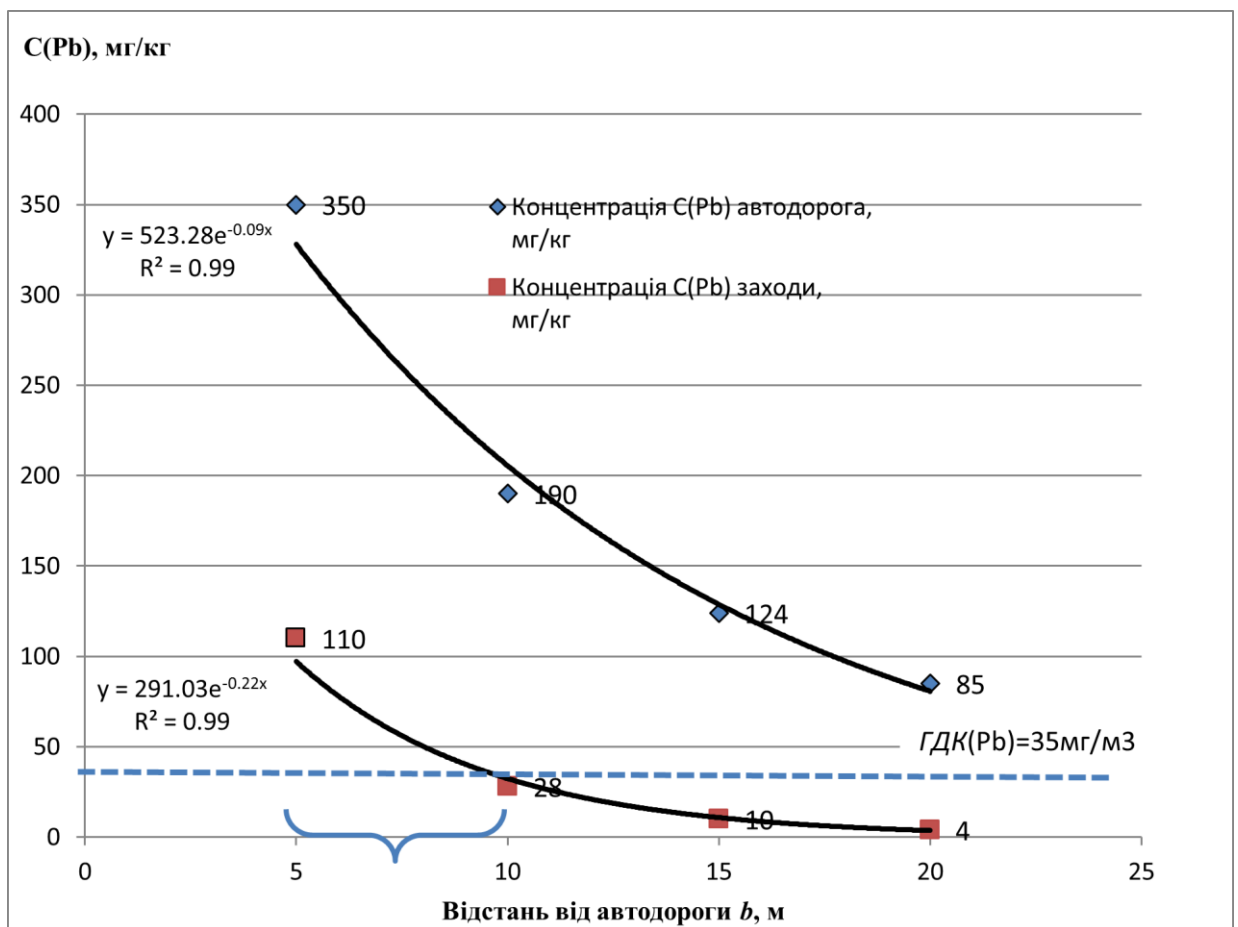


Рисунок 2.27 – Закономірність зменшення концентрації свинцю біля автомагістралі за допомогою рослин гіперакумуляторів

Аналізуючи отримані дані можемо зробити висновок: ширина "зеленої захисної смуги" насаджень Рапсу (*Brássica nápus*) в якості фіторемедіанту для зменшення вмісту свинцю в ґрунтах вздовж автодорог до гранично-допустимих концентрацій дорівнює $b = 5$ м.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Загальні положення

З розвитком автомобільного транспорту людство отримало низку переваг, але й разом з тим чиниться непоправна шкода як навколишньому середовищу, так і здоров'ю населення. Вивчаючи усю сукупність факторів, що формують та впродовж усього життя впливають на стан здоров'я людини, експерти Всесвітньої організації охорони здоров'я встановили, що ця якісна характеристика на 18-20 % безпосередньо залежить від стану довкілля [1]. З кожним роком в Україні спостерігається тенденція на збільшення кількості транспортних засобів. Автомобільний парк України сьогодні нараховує приблизно 8 млн. одиниць. За останні 10 років кількість викидів шкідливих речовин від автотранспортної діяльності збільшилась на 76 % [22].

Однією з причин зростання частоти захворювань органів дихання вважають велике навантаження на організм техногенних забруднювачів, а саме вплив автомобільного транспорту, що є істотнішим, ніж вважається. По-перше, основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в містах та промислових центрах. По-друге, шкідливі викиди від автомобілів виробляються в приземних шарах атмосфери, саме там, де проходять основні етапи життєдіяльності людини і де умови для розсіювання є найгіршими. По-третє, відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять більш як 200 висококонцентрованих токсичних хімічних сполук, які і є основними забруднювачами атмосфери. Найрозповсюдженішими забруднюючими речовинами, що потрапляють в атмосферне повітря від автомобільного транспорту є: Оксид вуглецю CO. Фонові рівні оксиду вуглецю коливаються від 0,02...0,23 мг/м³. Основна маса викидів CO утворюється в процесі згорання органічного палива, перш за все, у двигунах внутрішнього згорання. Максимальні концентрації CO спостерігаються під час роботи двигуна на холостому ході, які у 6 разів більші, ніж під час руху зі швидкістю 60 км/год. Між концентрацією CO в атмосфері та

інтенсивністю руху транспортних засобів існує кореляційний зв'язок. Підвищення ефективності автомобільного руху з 400 до 1200 авт/год на автомобільних магістралях збільшує вміст СО в атмосфері з 0,00056 до 0,0017 %, тобто практично в 3 рази [23]. Висока концентрація СО в повітрі призводить до фізіологічних змін в організмі людини. Можливість крові насичувати киснем тканини і органи знижується, внаслідок чого настає гіпоксія. При цьому страждають серцево-судинна, нервова система, м'язи. Клінічні спостереження доводять, що при впливі оксиду вуглецю порушуються функції дихальних ферментів, що дає підстави вважати його клітинною отрутою. Діоксид сірки утворюється при спалюванні палива, до складу якого входить сірка. Наслідком впливу діоксиду сірки на організм можуть бути гострі та хронічні зміни в системі органів дихання. Сірчана кислота, що утворюється як вторинний забруднювач, також вільно проникає через слизові оболонки дихальних шляхів, викликає подразнення і запалення. Діоксид азоту утворюється в процесі спалювання і завжди супроводжується оксидом азоту. Двоокис азоту здатний порушувати цілісність мембран клітин. При короткостроковому впливі може проявлятися схильність до підвищення ризику респіраторних захворювань, а при високих концентраціях — може викликати гострі запалювальні процеси дихальних шляхів у здорових людей. Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) утворюються при неповному згоранні органічних речовин. До їх складу входять сотні складних хімічних сполук. Типовим і найбільш вивченим представником ПАВ є бенз(а)пірен. Біологічні властивості ПАВ залишаються невідомими, але, як свідчать дослідження, проведені на тваринах, ПАВ мають імунотоксичні, генотоксичні, канцерогенні властивості і негативно впливають, зокрема, і на репродуктивний процес [24].

Спираючись на вищесказане, автотранспорт має серйозний вплив на здоров'я людей тому доцільність досліджень способів мінімізації його впливів як на людство так і навколишнє середовище є актуальною. Робота з пробами газопилової суміші, ґрунтів, рослинних тканин та води проводиться в хімічних

лабораторіях в яких наукові співробітники мають виконувати ряд правил для збереження свого здоров'я.

3.2 Охорона праці при роботі у хімічній лабораторії

Виконання робіт, передбачених науковими дослідженнями, пов'язане з використанням електронагрівальних приладів, мікроскопів, хімічних реактивів, що мають специфічну дію, та скляного посуду. Дані роботи потребують дотримання норм і правил робіт у хімічних лабораторіях.

У лабораторіях підприємств, навчальних закладів постійно проводять наукові дослідження із застосуванням хімічних речовин. При неправильному поводженні з речовинами хімічного походження можливе отруєння працівників, хімічні опіки, розвиток професійних захворювань. Міністерство надзвичайних ситуацій України наказом від 11 вересня 2012 року №1192 затвердило нові „Правила охорони праці під час роботи у хімічних лабораторіях”.

Підлога у лабораторії повинна бути рівною, не слизькою, із зручною для очищення поверхнею, виконаною з матеріалів, тривких до кислот, лугів, розчинників та інших хімічних речовин. Стіни лабораторних приміщень мають бути з вогнестійких матеріалів, поверхню можна легко змивати. Лабораторії обладнують лабораторними столами з полицями завдовжки 1,8- 2,7 м у розрахунку на кожного працівника. Ширина проходів між обладнанням лабораторії повинна бути же не менше ніж 1,4 м. Біля робочих місць на видному місці вивішують інструкції з охорони праці і пожежної безпеки. У нових правилах охорони праці регламентовані вимоги щодо показників мікроклімату, вмісту шкідливих речовин, рівня шуму та вібрації, освітленості у хімічних лабораторіях.

Основні правила безпеки при роботі в хімічній лабораторії.

1. Забороняється допускати студентів, аспірантів і співробітників до роботи в лабораторії без ознайомлення із інструкцією по охороні праці.

Проходження інструктажу відзначається розписом в лабораторному журналі по техніці безпеки. Відповідальність за це несе керівник лабораторії.

2. Під час роботи в лабораторії дотримуйте чистоту, порядок і правила техніки безпеки, оскільки безладність, поспішність або неохайність в роботі часто призводять до нещасних випадків з важкими наслідками.

3. Забороняється в лабораторії пити воду, приймати їжу, палити.

4. Усі хімічні реактиви слід зберігати тільки у відповідному посуді з етикетками.

5. Студентам забороняється приступати до роботи, не погодивши плану роботи з керівником.

6. Після закінчення користування газом, водою і електроприладами негайно закрийте крани, якими ви користувалися і відключите електроприлади. Йдучи з лабораторії, перевірте закінчення хімічних процесів, чи включені газ, вода і електричний струм на столах, під тягою і потім в зовнішніх шахтах.

Правила роботи з кислотами і горючими речовинами.

1. Розбавлення сірчаної кислоти виконують приливом кислоти у воду, а не навпаки, і тільки в жаростійких і фарфорових склянках, оскільки при цьому відбувається значне виділення тепла.

2. Переливати міцні HNO_3 , H_2SO_4 і HCl можна тільки при включеній тязі у витяжній шафі. Дверці шафи мають бути, по можливості, прикриті.

3. При роботі з сильними кислотами необхідно одягати захисні окуляри, а при роботі з димлячою HNO_3 , окрім окулярів, надівати довгий гумовий фартух.

4. Забороняється при роботі з етиловими ефіром, спиртом, бензолом, ацетоном, уксусноетиловим ефіром та ін. горючими і легкозаймистими рідинами (ЛЗР) проводити нагрівання на вогні, на сітці, поблизу відкритого полум'я або у відкритих посудинах. Слід мати на увазі, що легколетючі органічні рідини можуть займатися за відсутності відкритого полум'я, при падінні на сильно нагріту поверхню.

5. Забороняється ЛЗР виливати у відра, банки для сміття щоб уникнути пожежі від випадково кинутого сірника.

6. Для нейтралізації пролитих кислот або лугів в хімічній лабораторії мають бути склянки із заздалегідь приготовленими нейтралізуючими розчинами (харчової соди - для кислот та оцтової кислоти - для лугів тощо). Тверді відходи, які накопичуються в хімічній лабораторії, необхідно збирати в окрему тару і знищувати у місцях, узгоджених з органами санітарного і пожежного нагляду.

7. Забороняється використовувати хімічні речовини не за призначенням, а також передавати їх із однієї лабораторії в іншу без дозволу керівника (заступника керівника) підприємства або завідувача лабораторії [22].

Дотримання вищенаведених правил при проведенні дослідів у лабораторії дуже важливо. У разі виникнення надзвичайної ситуації слід дотримуватися правил надання долікарської допомоги.

Перша допомога в лабораторіях при опіках і отруєннях.

1. При термічних опіках першого ступеня уражене місце обробляють етиловим спиртом, після чого накладають суху стерильну пов'язку або чисту тканину і звертаються до лікаря дерматолога. Ні в якому разі не можна проколювати пухир, змочувати місця опіків водою, припікати їх розчином калію перманганату, бриліантової зелені, розчином йоду, забороняється застосувати "народні засоби", різні засоби, вазелін, бо вони тільки підсилюють опіки, сповільнюють загоєння ран. При важких опіках необхідно негайно відправити потерпілого до лікувального закладу.

2. У разі хімічних опіків уражену ділянку шкіри треба промити великою кількістю прохолодної води протягом 15-20 хвилин, забороняється обробляти обпечені місця ватним тампоном; потім промивають розчином питної соди з масовою часткою натрій гідрокарбонату (NaHCO_3) 2% (при попаданні кислоти) або розчином

оцтової або лимонної кислоти з масовими частками за речовинами 1-2% (при попаданні лугу), ополоскують водою і накладають марлеву пов'язку з риванолом або фурациліном.

3. При опіках їдкими лугами добре промийте попечене місце водою, а потім розбавленою оцтовою або лимонною кислотою концентрацією 1-2% , ополіскують уражене місце водою і накладають марлеву пов'язку з риванолом або фурациліном.

4. У разі вдихання хлору або пари броду слід вдихати пари спирту, а потім вийти на свіже повітря.

5. Особлива увага при роботі в лабораторії повинна приділятися захисту очей. У разі попадання в очі різних хімічних реагентів треба негайно промити очі великою кількістю води протягом 3 - 5 хвилин, а потім промити очі у разі лужних реагентів розчинів розчином HBr , у разі кислих - розчином NaHCO_3 . Після цих заходів першої допомоги необхідно негайно звернутися до лікаря [25].

3.2.1 Пожежна профілактика та безпека надзвичайних ситуацій

В кожній хімічній лабораторії забезпечуються організаційні заходи щодо пожежної безпеки відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні. Для всіх будинків, зовнішнього устаткування та приміщень має бути визначено категорію щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки відповідно до вимог Норм визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 3 грудня 2007 року, а також клас вибухонебезпечних зон відповідно до вимог Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок, які необхідно позначати на входних дверях до приміщення, а також у межах зон усередині приміщень та ззовні [26].

У приміщенні хімічних лабораторій повинні знаходитись первинні засоби пожежогасіння (ящики з сухим піском, вогнегасники, пожежні покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу тощо), для зазначення місцезнаходження яких встановлюють вказівні знаки відповідно до ДСТУ ISO 6309:2007 “Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір” (ISO 6309:1987, IDT) та ГОСТ 12.4.026-76 “ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности” (ГОСТ 12.4.026-76). У разі аварійної перерви у подачі електричної енергії всі електроприлади повинні бути негайно вимкнені. Електропроводи і електроприлади, що знаходяться під напругою, у випадку пожежі необхідно зне струмити і гасити вуглекислотними вогнегасниками відповідно до вимог ДСТУ 3675-98, ДСТУ 3734-98. Заборонено гасити їх водою. Не можна залишати без нагляду робоче місце, ввімкнені нагрівальні прилади і працююче лабораторне обладнання, перелік якого визначений інструкцією з охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки.

Гасіння місцевої пожежі і одягу, що горить.

1. При виникненні пожежі негайно вимкнете газ і електроприлади по усій лабораторії, приберіть усі горючі речовини чимдалі від вогню, засипте піском або накрийте повстяною, вовняною ковдрою або азбестом вогнище пожежі. Велике полум'я гасять за допомогою вогнегасника (краще застосовувати віглекислотне).

2. Якщо на кому-небудь спалахне одяг, гасити обливанням водою з душу або негайно повалити на підлогу і накрити повстяною ковдрою, яку не знімайте до тих пір, поки не згасне полум'я.

3. Звернутися за допомогою до лікаря при необхідності [26].

3.3 Вимоги охорони праці при роботі на машинно-тракторних агрегатах

Всі роботи з технічної рекультивациі за характером і застосуванням обладнання аналогічні видобувним роботам в кар'єрі, тому вони відповідають

правилам з охорони праці для трактористів-машиністів. Технічна рекультивация проводиться за допомогою екскаваторів, бульдозерів та інших рухомих механізмів. При роботі з агрегатами і машинами виникають такі небезпечні стани:

- рушійні машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання;
- несправність або відсутність блокувального пристрою запуску пускового двигуна;
- несправність гальмівної системи, муфти зчеплення;
- засмічення технологічним продуктом, відходами, пилом теплообмінних елементів радіаторів системи охолодження двигунів;
- несправність або відсутність освітлювальних приладів;
- протікання палива, масла і охолоджуючої рідини.

Дуже небезпечна робота на машинах, якщо територія з ухилом більше дев'яти градусів. Небезпечне перевезення пасажирів в кабінах машин, не обладнаних додатковими сидіннями, а також керування машиною в стані алкогольного сп'яніння. До небезпечних дій можна віднести використання випадкових предметів як опори і підставок під час роботи, усунення технологічних і технічних відмов при працюючому двигуні машини, агрегату, устаткування.

Для запобігання таких небезпечних станів і дій при роботі на машинах, слід дотримуватися таких вимог безпеки:

- до самостійної роботи допускаються особи, які пройшли медогляд, вступний і первинний інструктаж з охорони праці, не молодше 18 років, які мають посвідчення тракториста-машиніста;
- до роботи на енергонасичених тракторах допускаються трактористи, які закінчили спеціальні курси і отримали посвідчення на право керування ними;
- до виконання механізованих робіт на схилах більше дев'яти градусів допускаються трактористи 1 або 2 класу з безперервним стажем роботи за цією спеціальністю не менше 5 років;

– поява на роботі в нетверезому стані забороняється, а також розпивання спиртних напоїв, так як це є грубим порушенням правил внутрішнього розпорядку і призводить до аварій і травм;

– при роботі необхідно відпочивати і приймати їжу в вагончиках або в спеціально обладнаних місцях з навісом, захистом від блискавки і позначені добре видимими з усіх боків.

Не рекомендується відпочивати під транспортними засобами і машинами, у високій траві, чагарнику і інших місцях, де можливий рух машин. На час грози всі види польових робіт необхідно припинити і сховатися в спеціально обладнаному місці для відпочинку. Не можна ховатися під час грози в кабінах машин, під машинами, під поодинокими деревами і іншими предметами, що підносяться над навколишньою місцевістю [27].

Робота в лабораторії вимагає пильності і уваги. Один співробітник не має права знаходитися в лабораторії під час роботи з небезпечними речовинами сам. Крім того, обов'язково потрібно використовувати засобами індивідуального захисту.

Якщо стався нещасний випадок, необхідно надати потерпілому першу допомогу і повідомити керівника робіт про нещасний випадок.

Перед початком роботи потрібно:

- надіти засоби індивідуального захисту;
- ознайомитися з маршрутом руху агрегату (машини) до місця роботи;
- перевірити наявність і справність інструменту, інвентарю та пристосувань на агрегаті, наявність і укомплектованість медичної аптечки і засоби пожежогасіння;
- переконатися в наявності, справності, надійності кріплення і фіксації захисних огорожень обертових і рухомих вузлів і механізмів;
- перевірити справність двигуна;
- перевірити справність обладнання кабіни;
- перевірити справність гальмівної системи;
- перевірити справність рульового управління, ходової частини.

- перевірити рівень масла в гідросистемі, тому що недостатня його кількість при русі на схилах може привести до відключення гідроподвижних муфт і до аварії.

- перевірити справність електрообладнання, механізму навішування і системи гідрокерування;

- комплектування і накладку машино тракторного агрегату здійснювати на рівних майданчиках під керівництвом і за участю одного з наступних осіб: бригадира, механіка. У разі необхідності залучати допоміжних робітників;

- перед початком руху агрегату до машини (знаряддя) подати звуковий сигнал, переконатися у відсутності людей і тільки після цього почати рух.

Особи, які порушують вимоги інструкції з техніки безпеки, залучаються до відповідальності згідно з правилами внутрішнього розпорядку, за винятком випадків, коли порушення вимог тягне за собою кримінальну відповідальність [27].

4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ФІТОЗАХИСНОГО ЕКРАНА ВЗДОВЖ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ

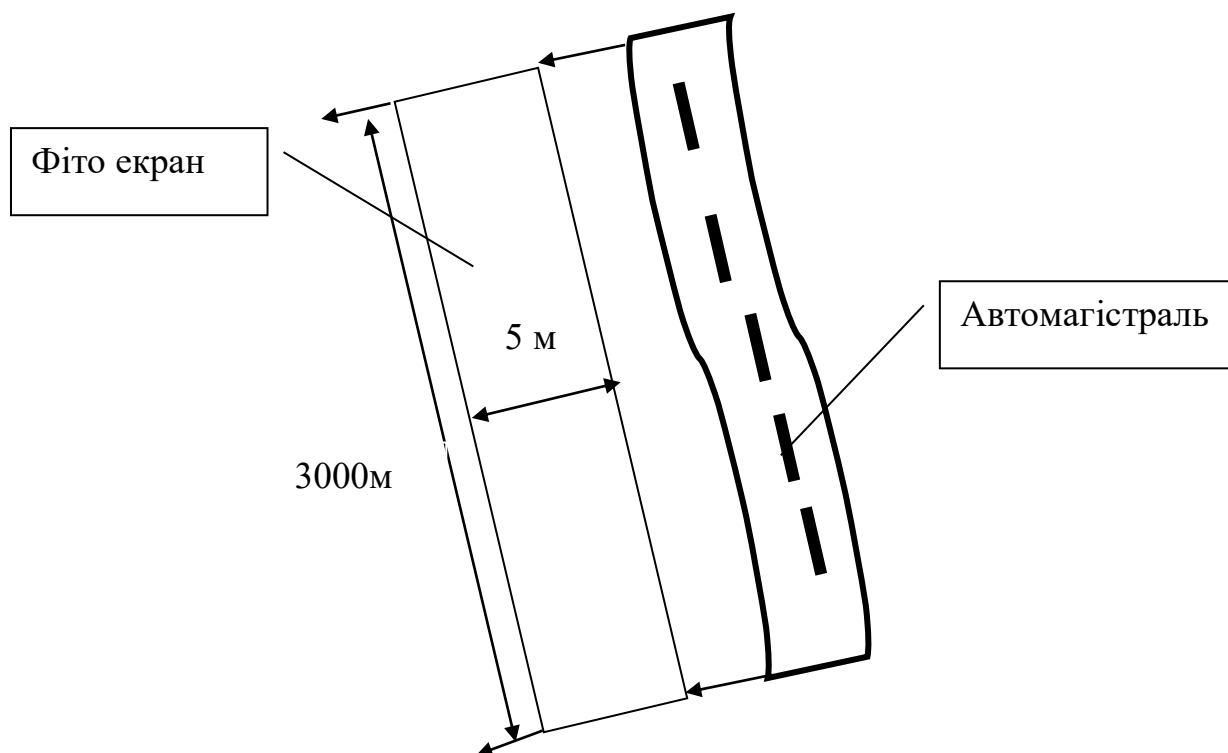
Світовий досвід підтверджує, що найбільш доцільна еколого-економічна рівновага в природі досягається за умови збереження 50–70 % її екосистем. До них належать і агрофітоценози, які надійно захищають земельні угіддя від деградації та слугують важливим джерелом різноманітних високоякісних продуктів харчування. На жаль, виробнича діяльність людини спровокувала погіршення і подекуди навіть руйнацію природного середовища.

Аналізуючи отримані вище дані, бачимо, що серед всіх культур, котрі досліджувались, а саме Гірчиця жовта (*Sinapis alba*), Ріпак (*Brássica nápus*), Соняшник олійний (*. Helianthus*), Пшениця (*Tríticum*).

Рапс показав найкращі результати фіто екстракції, в середньому, в 13 разів зменшував концентрацію свинцю на досліджуваній ділянці. Тому, досить вигідно буде рекомендувати цю культуру для використання в очистці ґрунтів.

Виходячи з даних роботи сама висока концентрація спостерігається на відстані 5м від дороги і саме на цій позначці вона спадає до ГДК після проведення фіторемедіаційних заходів. Тому я пропоную наступну схему захисту ґрунтів від автотранспорту. Дана схема представлена на рисунку 2.29.

Викиди від автотранспорту вздовж автомагістралей постійні, тому планувати довгостроковий план рекультивації не має сенсу, а пропозиція, котра наведена на рисунку 2.29, дає можливість засівати при магістральну смугу на сільськогосподарських угіддях шириною 5 м рапсом і тим самим забезпечити сільгосп культури від впливу надлишкових концентрацій токсичних металів, таким чином можна підтримати ідею «зеленого землеробства»



*Рисунок 4.1 – Схема висіву *Rapcy (Brássica nápus)* для досягнення оптимального ефекту фітоекстракції за один вегетаційний період*

4.1 Розрахунок капітальних витрат

Експлуатаційні витрати включають в себе витрати на електроенергію, газ, воду (у тому випадку, якщо технологічний процес передбачає використання газу та/або води), на заробітну плату співробітникам, що обслуговують обладнання, нарахування на заробітну плату, амортизаційні відрахування і т.д. у залежності від обраної природоохоронної технології. Так як для реалізації даного проекту придбання техніки не вимагається і буде збитковим у розрахунках капітальних витрат не має потреби.

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати включають в себе витрати на електроенергію, газ, воду (у тому випадку, якщо технологічний процес передбачає використання газу та/або води), на заробітну плату співробітникам, що обслуговують обладнання, нарахування на заробітну плату, амортизаційні відрахування і т.д. у залежності від обраної природоохоронної технології.

Експлуатаційними витратами в даному випадку будуть: витрати на заробітну плату сезонним робочим та оренда транспорту для підготовче – посівних робіт та тюкування, а також ціна насіння рапсу. Розрахунок цих витрат приведений у таблиці 4..

1. Витрати на оплату праці:

$$Z_{o.n.} = 12 \cdot K_{o.n.} \cdot C_{z.n.}, \text{ грн./рік}, \quad (4.1)$$

де, $K_{o.n.}$ – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

$C_{z.n.}$ – ставка заробітної плати, грн./міс.

$$Z_{o.n.} = 2 \cdot (1 \cdot 3800) = 7600, \text{ грн./рік}$$

2. Нарахування на заробітну плату (єдиний соціальний внесок):

$$Z_n = Z_{o.n.} \cdot C_{m.n.}, \text{ грн./рік}, \quad (4.2)$$

де $C_{m.n.}$ – ставка нарахувань на заробітну плату, %.

$$Z_n = 7600 \cdot 0,22 = 1672, \text{ грн./рік.}$$

Таблиця 4.1 – Розмір експлуатаційних витрат для проведення рекультивації

| Вид послуги | Ціна, грн |
|---|-----------|
| Ціна насіння | 189* |
| Заробітна плата за сезонні роботи | 7600 |
| Оренда техніки за посадку і збір урожаю і тюкування | 1771 |
| Всього | 9560 |

*-ціна за тону насіння 10500 грн

4. Розрахунок економічного ефекту від запропонованого рішення

При нормі висіву рапсу 12 кг/га, як і запропоновано у розрахунках вище, ми можемо отримати від 16,8 до 23,4 ц/га насіння.

$$Z_z = Z_{o.n.}, \text{ грн./ 1,5 га} \quad (4.3)$$

де, Z_z – затрати загальні, грн.

$Z_{o.n.}$ – експлуатаційні затрати, грн.

$$Z_z = 9560 \text{ грн}$$

Звідси виходить, що на посів і збір урожаю ми витратили 9560 грн на 1,5 га досліджуваного полігону.

Після збору врожаю ми можемо отримати наступний прибуток після продажу насіння на виготовлення біопалива чи мастил.

Ми очікуємо 16,8 ц/ га врожаю, що в перерахунку на наші умови складає 2,52 т/ 1,5 га насіння рапсу. Прибуток (Π) буде наступним :

$$\Pi = M * C, \text{ грн} \quad (4.4)$$

де, M – маса очікуваного врожаю, т/1,5 га

C – ціна за тону культури, грн.

$$\Pi = 2,52 * 10500 = 26460 \text{ грн}$$

Тому, очікуваний економічний ефект буде наступним:

$$E = \Delta\Pi - Z_{експл.}, \quad (4.5)$$

де $\Delta\Pi$ – прибуток за вегетаційний період, грн./рік;

$Z_{експл.}$ – сума витрат на утримання фітореMediaційної ділянки, грн./рік

$$E = 26460 - 9560 = 16900 \text{ грн./рік}$$

Після впровадження запропонованих рішень отримуємо позитивний економічний ефект, навіть не реалізувавши всі можливості отриманої біомаси.

Спираючись на проведені вище досліді, рапс здатен більш ніж на 13 разів зменшувати концентрацію солей свинцю в ґрунті, що окреслює вельми помітний екологічний ефект від впровадження фіто екрану .

ВИСНОВКИ

Метою роботи було обґрунтування та розробка природоохоронних заходів зниження рівня екологічної небезпеки від забруднення ґрунтів свинцем за допомогою рослин-гіпераккумуляторів.

Початково фітореMediaція як метод знешкодження забруднених ґрунтів була розроблена для усунення забруднень важкими металами. Було встановлено, що деякі види рослин здатні не тільки витримувати наявність, але й поглинати та накопичувати більше іонів свинцю, ртуті, цинку та інших токсичних металів, ніж інші рослини.

Під час роботи досліджувалась здатність Пшениці (*Triticum*) , Рапсу (*Brássica nápus*) , Соняшника олійного (*Helianthus*) та Гірчиці білої (*Sinapis alba*) до очищення ґрунтів від свинцю, відібраних у м. Дніпро

Також під час роботи досліджувався Приорільський ландшафтний заказник, як еталонна територія. Результати його досліджень показали, що при дослідженні техногенно забруднених ґрунтів слід орієнтуватись на аналогічні показники еталонних територій, бо як можемо бачити, ці показники значно менші за ГДК. Такий підхід дозволить обґрунтовувати найбільш доцільні напрямки фітореMediaції порушених земель, відновлення первинного стану природних екосистем та стійкого розвитку територій.

Під час вивчення концентрації свинцю в пробах відібраного ґрунту було встановлено його перевищення відносно ГДК в майже в сто разів. Потім був проведений ростовий експеримент тривалістю 20 днів. По закінченню експерименту концентрація солей свинцю и значення ЕС в ґрунтах знизилась, подекуди навіть в 35 разів. Що дозволило зробити висновок про високий потенціал даного методу.

Керуючись результатами отриманими під час дослідження концентрацій свинцю на відстані 5, 10, 15, 20 м від автомагістралі, було встановлену залежність, що на відстані 5 м від дороги при умові використання фіто екстрактором Рапсу можливо знизити концентрації шкідливих речовин до значення ГДК.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2016 рік [Текст]. – Д. : Статист. Літ-ра, 2017. – 246 с.
2. Аксьонов, І. М. Організація пасажирських приміських перевезень : навч. посіб / І. М. Аксьонов, П. О. Яновський. – Київ : КУЕТТ, 2002. – 67 с
3. Васюкова Г.Т., Грошева О.І. Екологія : Геохімічний аспект (Електронний ресурс) : навч. посібник / В.М. Гуцуляк. – Чернівці : Рута, 2002. – 272 с. / Режим доступу: URL : <http://pidruchniki.com/1584072021302/ekologiya/ekologiya>
4. Sharma, Parul, and Sonali Pandey. "Status of Phytoremediation in World Scenario." [Electronic resource]: *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation* 2.4 (2014): pp. 178-191. – Access mode: <http://pubs.sciepub.com/ijebb/2/4/5/>
5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д.С. – 2016. – 350 с.
6. . Elizabeth Pilon-Smits. "Phytoremediation" // *Annual Review of Plant Biology*. – 2005. – Volume 56. – pp. 15-41
7. Sharma, Parul, and Sonali Pandey. "Status of Phytoremediation in World Scenario." [Electronic resource]: *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation* 2.4 (2014): pp. 178-191. – Access mode: <http://pubs.sciepub.com/ijebb/2/4/5/>
8. Український науково-дослідницький Інститут екологічних проблем. Лабораторія інженерних методів захисту підземних вод. "Біоінженерні очисні споруди (БІС) – споруди фіторемедіації, які найширше представлені в Україні. " [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://phytoremediation.com.ua/uk/publkacz/47-ftoremedaczya.html>

9. Dushenkov S. M. Phytoremediation: a novel approach to an old problem / Dushenkov S. M., Kapulniv Y., Blaylock M. // *Global Environmental Biotechnology* Ed. Wise D. Y. Amsterdam : Elsevier Science B. V. –1997 – P. 563–572.

10. Линдиман А. В. Процессы миграции свинца и кадмия в системе «почва –растение» : дисс. на соискание ученой степени кандидата химических наук : спец. 03.00.16 «Экология» / Линдиман Анастасия Васильевна. – Иваново, 2009. – 138 с.

11. Ильинский А. В. Биологическая очистка почв, загрязненных тяжелыми металлами / А. В. Ильинский // *Агрехим. вестник*. – 2003. – № 5 – С. 30–32.

12. Пат. 2222930 Российская Федерация, МПК А0167/00 / Бекузарова С. А., Шабанова И. А.; заявитель и патентообладатель : Горск. Гос. аграрн. ун-т. – № 2000132179/12; заявл. 21.12.00; опубл. 10.02.04. Бюл. № 4.

13. Маджугина Ю. Г. Растения полигонов захоронения бытовых отходов мегаполисов как перспективные виды для фиторемедиации / Маджугина Ю. Г., Кузнецов В. В., Шевякова Н. М. // *Физиология растений*. – 2008. – № 3(55) – С. 453–463.

14. Capacity of *Brassica napus* to accumulate cadmium zinc and copper from soil / [Rocci G., Figliolia A., Socciarelli S., Pennelli B.] // *Acta biotechnol.* – 2002. – V. 22, № 1–2 – P. 133–140.

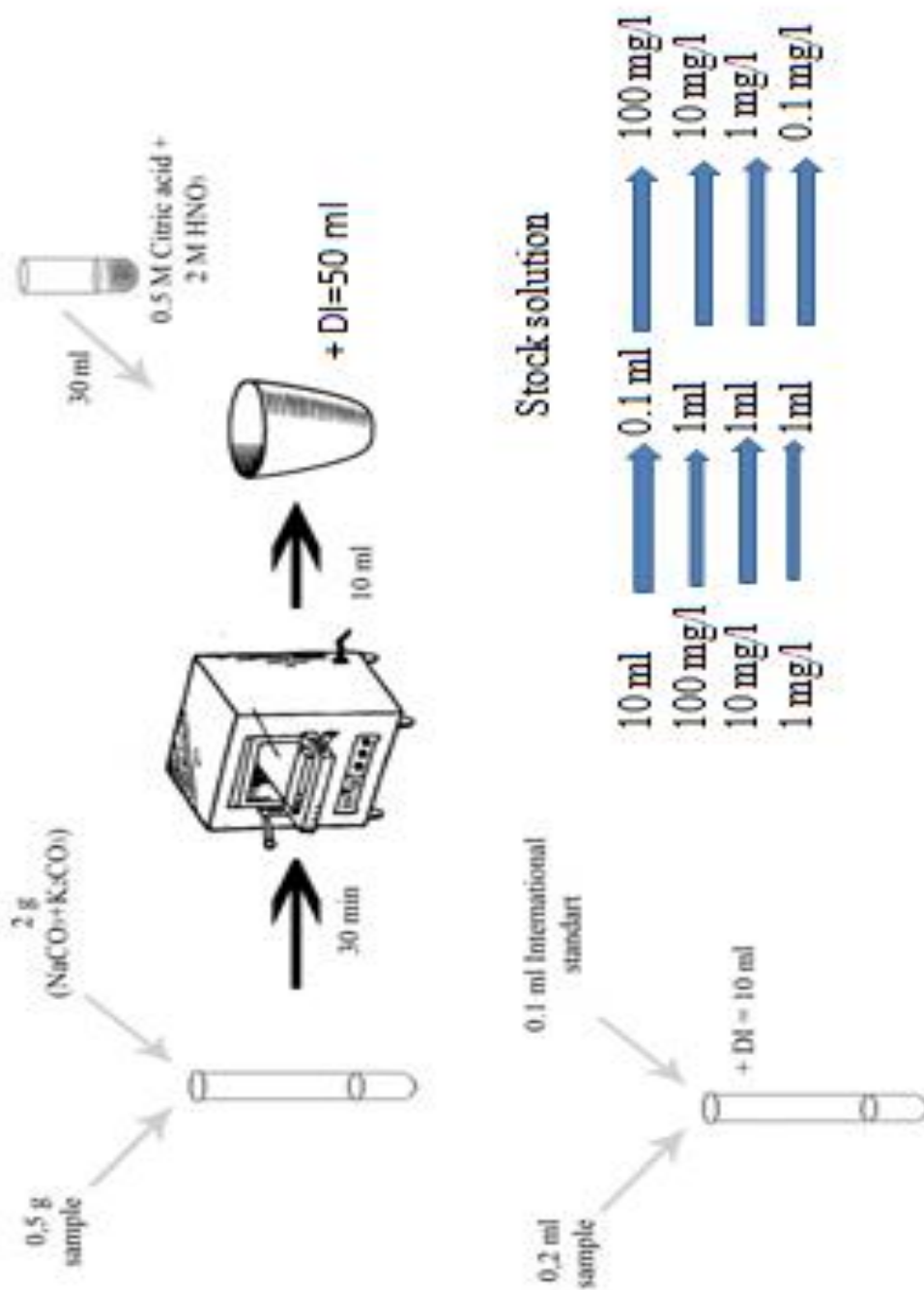
15. Петров Н. Ю. Фиторемедиация техногенно загрязненных тяжелыми металлами светло-каштановых почв южной пригородной агропромзоны г. Волгограда с помощью горчицы сарептской / Н. Ю. Петров, Т. А. Трофимова // *Аграрный вестник Урала. Агрономия. Экология*. – 2009. – № 9(63) – С. 64–65.

16. Гирля Л.М. Фіторемедіація – ефективний шлях зниження вмісту важких металів у ґрунтах / Л. М. Гирля // *Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія"]*. Серія : Екологія. - 2011. - Т. 152, Вип. 140. - С. 57-59.

Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchdue_2011_152_140_14

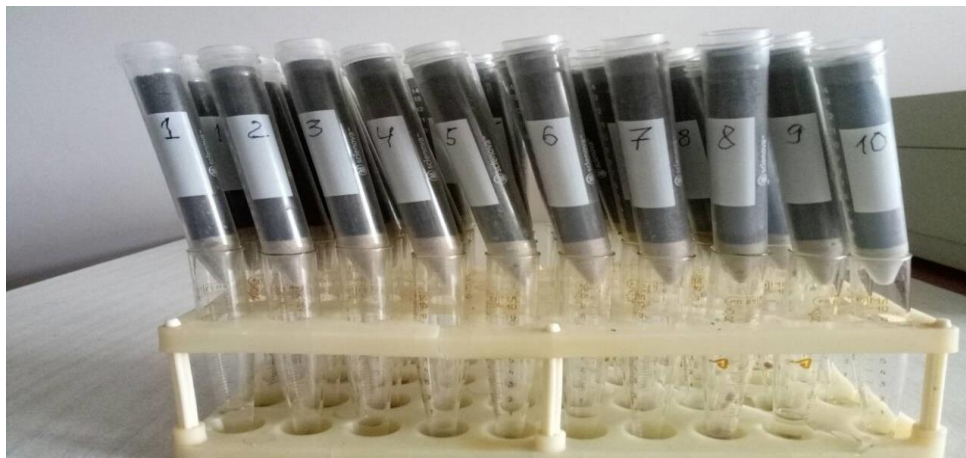
17. Кабар А.М. та ін. Спецпрактикум із фізіології та біохімії рослин [Текст] / А.М. Кабар та ін.. – Д.: РВВ ДНУ, 2013. – 33 с.
18. Воронина Л.П., Черемных Л.Г. Оценка фитотоксичности рисових полей Вьетнама [Текст] / Л.П. Воронина, Л.Г. Черемных // Оценка фитотоксичности рисових полей Вьетнама. – 2012. - №1. – С. 47
19. Н. В. Прозоркіна, П. А. Рубашкіна. Основи мікробіології, вірусології та імунології. - 2002. – С.121
20. Bacer D. Advertorial: Successful Low Level Mercury Analysis using the Agilent // 7700 Series ICP-MS. – 2009. – № 5990–7173EN. – P. 467–469.
21. Методические рекомендации по рекультивации земель, нарушенных промышленностью / Н.И. Горбунов, А.П. Травлеев, Н.А. Сидельник, Т.Г. Зубина, И.С. Запевалова. – Д. : Днепропетровск, 1977. – 59 с.
22. . Нагорна Н. В. Екологія та патологія органів дихання у дітей: медико-соціальні аспекти / Н. В. Нагорна, Г. В. Дубова // Здоровье ребенка. – 2009. –№ 4(19). - С. 37-39. -ISSN 978-5-9287-1726-1.
23. Степанчук І. М. Автомобільний транспорт і екологічні проблеми міст / І. М. Степанчук, О. В. Степанчук // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. - 2004. - № 6. - С. 8893.
24. Тимченко О. І. Загрози для здоров'я населення від впливу антропогенних чинників та можливості їх попередження / О. І. Тимченко. – Київ : ІГМЕ АМН України, 2005 – 265с.
25. ІНСТРУКЦІЯ з надання першої (до лікарської) медичної допомоги потерпілим в кабінеті хімії [Текст] : Наказ для учбових закладів № 283/97 – ВР // Баланс. – 2012. – № 1. – 5 с.
26. Правила охорони праці у хімічних лабораторіях – К.: Основа, 2013. – 22 с
27. Ломонов Б.К. Безпека життєдіяльності, цивільна оборона та охорона праці [Текст] / Б.К. Ломонов // Інтегрована навчальна програма. – 2005. С. 24.

Trace metal



Динаміка росту експериментальних рослин

Додаток В



Перша фаза експерименту



Через тиждень



В кінці

експерименту

Додаток Г

Розрахунок концентрації свинцю після фіто експерименту

| № прби | m , г | pH | ЕС, μS | m (PbI ₂), г | m (Pb ₂), г/5г | C (Pb ₂), г/кг | C (Pb ₂), мг/кг | >ГДК (Pв) , раз |
|--------|-------|------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1 | 18 | 7,83 | 150 | 0,0007 | 0,0003145 | 0,063 | 62,91 | 1,8 |
| 2 | 18 | 7,78 | 109 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |
| 3 | 18 | 8,07 | 114 | 0,0004 | 0,0001797 | 0,036 | 35,95 | 1,0 |
| 4 | 19 | 7,76 | 148 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,0 |
| 5 | 17 | 8,02 | 160 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |
| 6 | 18 | 7,93 | 117 | 0,0002 | 8,987E-05 | 0,018 | 17,97 | 0,5 |
| 7 | 19 | 7,29 | 91 | 0,0004 | 0,0001797 | 0,036 | 35,95 | 1,0 |
| 8 | 19 | 7,33 | 71 | 0,0004 | 0,0001797 | 0,036 | 35,95 | 1,0 |
| 9 | 19 | 7,97 | 76 | 0,0005 | 0,0002247 | 0,045 | 44,93 | 1,3 |
| 10 | 19 | 8,01 | 80 | 0,0001 | 4,493E-05 | 0,009 | 8,99 | 0,3 |
| 11 | 16 | 8,07 | 81 | 0,0004 | 0,0001797 | 0,036 | 35,95 | 1,0 |
| 12 | 18 | 7,81 | 97 | 0,0002 | 8,987E-05 | 0,018 | 17,97 | 0,5 |
| 13 | 18 | 7,71 | 112 | 0,0005 | 0,0002247 | 0,045 | 44,93 | 1,3 |
| 14 | 17 | 8,04 | 71 | 0,0001 | 4,493E-05 | 0,009 | 8,99 | 0,3 |
| 15 | 16 | 7,91 | 94 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |
| 16 | 18 | 8,16 | 81 | 0,0006 | 0,0002696 | 0,054 | 53,92 | 1,5 |
| 17 | 18 | 8,21 | 92 | 0,0002 | 8,987E-05 | 0,018 | 17,97 | 0,5 |
| 18 | 19 | 7,57 | 81 | 0,0001 | 4,493E-05 | 0,009 | 8,99 | 0,3 |
| 19 | 19 | 8,12 | 92 | 0,0001 | 4,493E-05 | 0,009 | 8,99 | 0,3 |
| 20 | 10 | 7,9 | 78 | 0,0002 | 8,987E-05 | 0,018 | 17,97 | 0,5 |
| 21 | 16 | 8,02 | 20 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |
| 22 | 18 | 7,92 | 53 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,0 |
| 23 | 19 | 7,95 | 81 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,0 |
| 24 | 18 | 7,8 | 127 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,0 |
| 25 | 18 | 8,0 | 75 | 0,0004 | 0,0001797 | 0,036 | 35,95 | 1,0 |
| 26 | 19 | 8,13 | 87 | 0,0005 | 0,0002247 | 0,045 | 44,93 | 1,3 |
| 27 | 18 | 8,67 | 66 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,0 |
| 28 | 17 | 7,4 | 74 | 0,0006 | 0,0002696 | 0,054 | 53,92 | 1,5 |
| 29 | 19 | 8,03 | 83 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |
| 30 | 19 | 7,95 | 77 | 0,0002 | 8,9868E-05 | 0,018 | 17,97 | 0,5 |
| 31 | 19 | 7,91 | 82 | 0,0002 | 8,987E-05 | 0,018 | 17,97 | 0,5 |
| 32 | 18 | 7,93 | 160 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |
| 33 | 17 | 7,94 | 92 | 0,0001 | 4,493E-05 | 0,009 | 8,99 | 0,3 |
| 34 | 18 | 7,85 | 99 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,0 |
| 35 | 19 | 8,09 | 92 | 0,0006 | 0,0002696 | 0,054 | 53,92 | 1,5 |
| 36 | 18 | 8,00 | 95 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |
| 37 | 17 | 8,02 | 93 | 0,0004 | 0,0001797 | 0,036 | 35,95 | 1,0 |
| 38 | 19 | 7,72 | 64 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |
| 39 | 19 | 7,92 | 81 | 0,0002 | 8,987E-05 | 0,018 | 17,97 | 0,5 |
| 40 | 18 | 7,99 | 90 | 0,0003 | 0,0001348 | 0,027 | 26,96 | 0,8 |

Концентрації свинцю в ґрунті досліджуваних ділянок до експерименту

| № проби | m1, г | m2, г | Вологість, % | pH | ЕС | m (PbI2), г/5г | m (Pb2), г/5г | m (Pb2), г/кг | >ГДК (Рв), раз |
|---------|-------|-------|--------------|-----|-----|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 1 | 11,4 | 9,94 | 17,1 | 7,8 | 721 | 0,04 | 0,018 | 3,59 | 102,7 |
| 2 | 12,4 | 9,99 | 28,1 | 7,9 | 310 | 0,03 | 0,013 | 2,70 | 77,0 |
| 3 | 12,4 | 10,39 | 22,4 | 7,8 | 294 | 0,02 | 0,009 | 1,80 | 51,4 |
| 4 | 11,4 | 9,14 | 29,2 | 7,8 | 307 | 0,01 | 0,004 | 0,90 | 25,7 |
| 5 | 11,4 | 10,11 | 14,8 | 7,9 | 271 | 0,04 | 0,018 | 3,59 | 102,7 |
| 6 | 12,4 | 10,45 | 21,5 | 7,8 | 270 | 0,03 | 0,013 | 2,70 | 77,0 |
| 7 | 12,4 | 10,25 | 24,3 | 8,3 | 256 | 0,06 | 0,027 | 5,39 | 154,1 |
| 8 | 11,4 | 10,14 | 14,4 | 7,2 | 217 | 0,04 | 0,018 | 3,59 | 102,7 |
| 9 | 11,4 | 10,19 | 13,8 | 8,1 | 246 | 0,05 | 0,022 | 4,49 | 128,4 |
| 10 | 12,4 | 10,70 | 18,3 | 7,7 | 269 | 0,04 | 0,018 | 3,59 | 102,7 |

ВІДГУК

на дипломну роботу магістра студентки групи 101М-16-1
гірничого факультету Іванової Ольги Анатоліївни
на тему «Дослідження рівня екологічної небезпеки забруднення ґрунтів
автотранспортом та розробка способів її зменшення»

Мета дипломної роботи пов'язана з обґрунтуванням та розробкою природоохоронних заходів зниження рівня екологічної небезпеки від забруднення ґрунтів свинцем за допомогою рослин-гіперакумуляторів.

Обрана тема *актуальна* через те, що рівні забруднення урбанізованих територій важкими металами, зокрема свинцем, значно перевищують гранично допустимі концентрації, що створює загрозу екологічній та санітарно-гігієнічній небезпеці території. Тому дослідження Тема дипломної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра за спеціальністю 101 «Екологія». Робота виконувалась в екологічній лабораторії кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, а також в біологічній лабораторії ТУ «Фрайберзька гірнича академія» (Німеччина).

Задачі дипломної роботи пов'язані з виконанням серії ростових тестів з використанням рослин-гіперакумуляторів та визначення ефекту фітоекстракції свинцю з забрудненого ґрунту.

Оригінальність запропонованих управлінських рішень в галузі природоохоронної діяльності полягає в обґрунтуванні рекомендацій щодо зменшення рівня екологічної небезпеки від забруднення ґрунтів свинцем вздовж автодоріг методами фітоекстракції.

Наукова новизна роботи полягає у встановленні нових закономірностей зниження концентрацій свинцю у ґрунтах вздовж автодоріг м. Дніпро з використанням рослин-гіперакумуляторів.

Практичне значення результатів досліджень полягає в утилізації біомаси рослин-гіперакумуляторів з використанням технологій біоконверсії та біогідрометалургії. Впровадження сучасних технологій фітоекстракції, фітомайнінгу та фітостабілізації на техногенно забруднених територіях сприятиме забезпеченню європейських стандартів якості навколишнього середовища.

Оформлення пояснювальної записки дипломної роботи виконано без відхилень від стандартів. Ступінь самостійності виконання дипломного проекту задовільна.

Дипломна робота заслуговує оцінки «відмінно».

Керівник дипломної роботи,
професор кафедри екології, к.т.н.

Ковров О.С.

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу магістра студентки групи 101м-16-1
гірничого факультету Іванової Ольги Анатоліївни
на тему «Дослідження рівня екологічної небезпеки забруднення ґрунтів
автотранспортом та розробка способів її зменшення»

Робота є актуальною для вирішення екологічних проблем урбанізованих територій, на яких спостерігається підвищений рівень забруднення довкілля важкими металами від промисловості та транспорту. За рік приблизно 6-10 мг/м² свинцю потрапляє в навколишнє середовище з різноманітних джерел забруднення. Свинець є дуже токсичним для живих організмів. Величезна кількість свинцю виділяється в атмосферу разом з вихлопними газами автомобілів. Забруднення ґрунту і рослин свинцем вздовж автомобільних доріг поширюється на відстань до 200 метрів, а рівень забрудненості сягає 100-1000 мг/кг. Рослини, що виростили на ґрунтах, забруднених свинцем, поблизу підприємств та автострад, багатші на цей елемент; овочі, злаки містять свинцю від 0,2 до 1 мг/кг і більше. Попадання свинцю в організм людини через сільськогосподарські продукти може призвести до ураження кровотворної, нервової, травної системи та нирок. Тому актуальність обраної теми дипломної роботи пов'язаної зі зниженням рівня екологічної небезпеки забруднення ґрунтів свинцем не викликає сумнівів.

Дипломна робота представлена пояснювальною запискою на 93 сторінках друкованого тексту і виконана у відповідності до вимог до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 101 «Екологія».

Об'єктом дослідження є дослідження забруднення ґрунтів вздовж автодоріг свинцем та його вилучення методом фітоекстракції. Предметом дослідження є оцінка забруднення ґрунтів вздовж автодоріг м. Дніпро іонами свинцю та зменшення його концентрацій з використанням рослин-гіперакумуляторів. В роботі застосовано методи фітоекстракції з використанням рослин-гіперакумуляторів для обґрунтування заходів зниження вмісту іонів свинцю в ґрунтах вздовж автодоріг поблизу м. Дніпро.

В роботі запропоновано рекомендації щодо зменшення концентрацій свинцю в досліджуваних ґрунтах за допомогою рослин-гіперакумуляторів.

В економічній частині наведено детальний розрахунок економічного ефекту від впровадження запропонованого рішення вздовж автомагістралей.

Результати роботи мають важливе практичне значення стосовно зменшення негативного впливу від автотранспорту на ґрунти та мінімізації цього впливу із застосуванням інноваційних технологій фітоекстракції.

Оцінка дипломної роботи – «відмінно».

Керівник Центру природного
агровиробництва Дніпропетровського
аграрно-економічного університету,
доктор с.-г. наук, професор

Харитонов М.М.