

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384
Форма № Н-9.02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о зав. кафедри екології
доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ
«__» _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітній ступінь «Бакалавр»
на тему: «Екотоксичне дослідження урбанізованих ґрунтів парку ім.
Т.Г. Шевченка в м. Дніпро»

Виконав: здобувачки вищої освіти 4 курсу,
групи Е-1-20
спеціальності 101 «Екологія»
освітньо-професійної програми «Екологія»
Анастасії НОВАК
(прізвище та ініціали)

Керівник - к.б.н.доц. Лариса ДОЦЕНКО

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

Спеціальність 101 «Екологія» для здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. зав. каф. екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« ____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

Новак Анастасії Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Екотоксичне дослідження урбанізованих ґрунтів парку ім. Т.Г. Шевченка в м. Дніпро»
затверджена наказом по університету від «25» квітня 2024 р. № 869
2. Термін здачі студентом закінченого кваліфікаційної роботи: «14» травня 2024 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи
Матеріали зібрані у ході виробничої практики
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити: РЕФЕРАТ, ВСТУП, ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ, РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕДАЦІЇ, СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація у вигляді слайдів

6. Дата видачі завдання: « _____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи _____ Лариса ДОЦЕНКО
(підпис)

Завдання прийняв до виконання: _____ Анастасія НОВАК
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	РЕФЕРАТ		виконано
2	ВСТУП		
3	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ		
4	МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ		
5	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ		
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ		
8	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕДАЦІЇ		
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРА		

Студент-дипломник _____ Анастасія НОВАК
(підпис)

Керівник роботи _____ Лариса ДОЦЕНКО
(підпис)

ЗМІСТ

	РЕФЕРАТ.....	5
	ВСТУП.....	6
1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1	Екотоксикологія та її роль у вивченні ґрунтів.....	8
1.2	Вплив урбанізації на якість ґрунтів паркової зони	10
1.3	Особливості урбанізованих ґрунтів	11
1.4	Методи оцінки екотоксичності ґрунтів	13
1.5	Аналіз останніх публікацій за темою дослідження	14
2	МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
2.1	Опис місця дослідження (парк ім. Т.Г. Шевченка, м. Дніпро)	16
2.2	Відбір проб ґрунту	31
2.3	Біологічні тести на токсичність	32
2.4	Методика досліджень на фітотоксичність	33
3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	34
3.1	Обґрунтування застосування методу біотестування	34
3.2	Методика застосування біотестування для визначення фітотоксичності	36
3.3	Результати досліджень	42
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	45
4.1	Техніка безпеки під час проведення досліджень в парковій зоні	45
4.2	Потенційні загрози під час проведення досліджень в парковій зоні	46
	ВИСНОВОК	48
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	49

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена екотоксичному дослідженню урбанізованих ґрунтів парку ім. Т.Г. Шевченка в м. Дніпро.

Робота містить 52 сторінок тексту, 9 рисунків і має посилання на 50 літературних джерел. Структурно робота складається з 4 розділи, в яких розкрита екотоксичне дослідження урбанізованих ґрунтів парку ім. Т.Г. Шевченка в м. Дніпро.

Основним об'єктом дослідження є урбанізовані ґрунти парку ім. Т.Г. Шевченка.

Предметом дослідження є: особливості застосування методів біотестування для оцінювання токсичних властивостей об'єктів довкілля на урбанізованих ґрунтах парку ім. Т.Г. Шевченка.

Ключові слова і фрази: БІОТЕСТУВАННЯ, ФІТОТОКСИЧНИЙ ЕФЕКТ, ЕКОСИСТЕМИ, УРБАНІЗАЦІЯ, МІСЬКІ ҐРУНТИ, АВТОТРАНСПОРТ.

ВСТУП

Екотоксичне дослідження урбанізованих ґрунтів парку є важливим аспектом для оцінки стану довкілля та виявлення потенційних ризиків для здоров'я населення та екосистем [1].

Ґрунтовий покрив урбанізованих екосистем є одним із найбільш вразливих компонентів природного середовища, що зазнає негативного впливу антропогенних навантажень. Урбанізація призводить до змін у ґрунтовому покриві, спричинених житловим та промисловим будівництвом, заощенням територій, формуванням культурного шару ґрунту, забрудненням різноманітними токсичними та небезпечними хімічними елементами і сполуками, а також значним рекреаційним навантаженням. Ґрунт має високу чутливість до дії негативних чинників урбанізації і, як один із консервативних компонентів біогеоценозу, довго зберігає наслідки господарського чи рекреаційного впливу. Це визначає хід трансформаційних змін в урбогенному середовищі та створює основу для розроблення ефективних заходів з мінімізації негативних процесів антропогенного впливу та відновлення порушених біогеоценозів у міських екосистемах [2].

Урбанізація, несумісно з екологічною стабільністю, часто призводить до значних змін у природних екосистемах, зокрема впливає на якість ґрунтів у міських парках. Парк ім. Т.Г. Шевченка у м. Дніпро, один з відомих оазисів природної краси та рекреації, стикається з викликами забруднення, що може мати серйозні наслідки для місцевого середовища та здоров'я мешканців.

Дослідження екотоксичності урбанізованих ґрунтів парку є актуальним завданням у контексті оцінки впливу людської діяльності на екосистеми. Вивчення концентрації токсичних речовин і їхніх впливів на біоту та абіотичні фактори дозволить зрозуміти ступінь екологічного ризику, що виникає внаслідок антропогенного забруднення [3].

Ця кваліфікаційна робота спрямована на систематизацію та аналіз наукових даних про стан урбанізованих ґрунтів парку ім. Т.Г. Шевченка, виявлення основних джерел забруднення та розробку рекомендацій щодо збереження та відновлення екологічної стійкості цієї природної території.

Мета роботи - дослідити ефективність застосування методу біотестування для оцінки екологічного стану ґрунтів у великих промислових містах, зокрема на прикладі парку ім. Т.Г. Шевченка в місті Дніпро.

Для досягнення цієї цілі були визначені наступні завдання:

1. Здійснити літературний огляд за досліджуваною проблематикою.
2. Проаналізувати та застосувати методіку біотестування для визначення фітотоксичного ефекту на живі організми.

Актуальність і новизна дослідження.

Застосування комплексної системи біотестування для оцінки токсичності ґрунтів, забруднених поллютантами, включаючи важкі метали, є важливим науково-практичним завданням в умовах техногенного навантаження сучасного великого міста, оскільки вона відображає не лише реакцію тестових культур на забруднення, а й інтенсивність основних процесів, що визначають родючість ґрунту.

У кваліфікаційній роботі розглянуто екологічну проблему забруднення компонентів довкілля, а саме урбанізованих ґрунтів паркової зони. Проаналізовано ефективність та особливості застосування методіки фітотестування з використання певних видів рослин як тест-об'єктів.

Аналізуючи накопичені дані, можна здійснити кроки у напрямку збереження біорізноманіття парку ім. Т.Г. Шевченка та забезпечення його збалансованого розвитку в умовах сучасного міського середовища.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Екотоксикологія та її роль у вивченні ґрунтів

Екологічна токсикологія, яка є наукою, що поєднує екологію і токсикологію, належить до природничих наук і базується на використанні сучасних медико-біологічних знань, технологічних дисциплін та інших сфер, корисних для профілактики та протидії шкідливому впливу токсичних речовин на людину та екосистеми. Екотоксикологія досліджує джерела надходження шкідливих речовин у навколишнє середовище, їхнє розповсюдження, вплив на живі організми, а також функціонування та стійкість біологічних систем за умов токсичного забруднення [1].

Активна діяльність людського суспільства спричиняє численні зміни у довкіллі. До розвитку промислової цивілізації забруднення були обмежені за природою, кількістю і поширенням. У ХХ столітті різко збільшилася кількість синтетичних хімічних сполук, до яких біологічні системи не здатні адаптуватися. Щорічно виробляється близько 30 тисяч нових видів хімічних сполук – ксенобіотиків. Це створило потребу в оцінці їхньої небезпеки для живих організмів, популяцій та біоценозів [2].

Екотоксикологія є ключовою галуззю екологічних наук, що займається вивченням впливу токсичних речовин на живі організми та екосистеми. У контексті дослідження ґрунтів, екотоксикологія відіграє важливу роль у виявленні, оцінці та прогнозуванні негативних впливів хімічних речовин на біоту та абіотичні компоненти природного середовища.

Основні аспекти екотоксикології

Вивчення токсикодинаміки та токсикокінетики: Екотоксикологічні дослідження спрямовані на розуміння, як токсичні речовини попадають в

грунтове середовище, як вони розподіляються та акумулюються в різних компонентах ґрунту, і як це впливає на організми та екосистеми.

Оцінка токсичності для організмів: Екотоксикологічні тести дозволяють визначити вплив різних речовин на різні організми, включаючи рослини, бактерії, черв'яків, гриби та інші мікроорганізми, які є ключовими у підтримці ґрунтової продуктивності та екологічної стійкості [1].

Вивчення біомаркерів та ефектів на рівні популяцій: Дослідження впливу токсичних речовин на біомаркери здоров'я організмів та популяцій допомагають виявляти сублетальні ефекти, які можуть мати віддалені наслідки для структури та функціонування екосистем.

Роль екотоксикології у вивченні ґрунтів

Екотоксикологія забезпечує цінні дані для оцінки екологічного статусу ґрунтів і впливу антропогенного забруднення. Основні аспекти ролі екотоксикології у вивченні ґрунтів включають:

Оцінка ризику для здоров'я людини та екосистем: екотоксикологічні дані дозволяють прогнозувати наслідки забруднення для людей, які використовують ґрунти для сільськогосподарських цілей або рекреації, а також для дикої флори та фауни [2].

Розробка стратегій ремедіації: ефективні заходи з відновлення забруднених ґрунтів ґрунтуються на екотоксикологічних даних, що дозволяють оцінювати ефективність методів очищення та відновлення екологічної стійкості.

Моніторинг і довгострокове спостереження: екотоксикологічні дослідження включають моніторинг забруднених ґрунтів для виявлення динаміки забруднення та ефективності заходів з їхнього зменшення.

Екотоксикологія відіграє важливу роль у вивченні впливу токсичних речовин на ґрунтове середовище. Вона забезпечує наукові основи для розробки стратегій управління забрудненими ґрунтами, спрямованих на

збереження біорізноманіття та забезпечення сталого розвитку урбанізованих територій [3].

1.2 Вплив урбанізації на якість ґрунтів паркової зони

Вплив урбанізації на якість ґрунтів паркової зони включає в себе аналіз і оцінку того, як зростаюча урбанізація впливає на екологічний стан ґрунтів у паркових зонах. Парки, як елементи міського середовища, піддаються значному тиску від міських забруднень, змін використання земельних угідь, інтенсивного транспортного руху та інших антропогенних діяльностей [4].

Основні аспекти теми:

1. Забруднення ґрунтів: урбанізація часто супроводжується забрудненням ґрунтів внаслідок викидів транспорту, промислових викидів, відходів від людської діяльності (наприклад, сміттєзвалища), що негативно впливає на їхню родючість і екологічну стійкість.

2. Зміни в ґрунтовому покриві: зростання урбанізованих територій призводить до змін в ґрунтовому покриві парків через забудову, розширення інфраструктури, що може призвести до втрати природних екосистем і зменшення біорізноманіття.

3. Вплив на біоту: паркові зони є важливими для міського середовища як місця відпочинку і природного середовища для рослин і тварин. Урбанізація може змінювати природні умови і спричиняти стрес для екосистем, що знаходяться в парковій зоні.

4. Стратегії управління: важливо розробляти стратегії управління парковими зонами, що враховують вплив урбанізації на якість ґрунтів. Це включає заходи з моніторингу, збереження природних процесів, відновлення ґрунтових покривів та зелених насаджень.

5. Соціальний аспект: паркові зони мають важливе соціокультурне значення для містян, тому їхнє збереження і відновлення екологічної стійкості є важливим завданням для сталого розвитку міст.

Аналіз впливу урбанізації на якість ґрунтів паркової зони є актуальним напрямком досліджень, спрямованим на збереження екологічного балансу в умовах швидкого міського розвитку [5].

1.3 Особливості урбанізованих ґрунтів

Урбанізовані ґрунти відрізняються від природних екосистем значними змінами в їхній фізико-хімічній, біологічній та геологічній структурах. Основні особливості урбанізованих ґрунтів включають:

1. Забруднення: урбанізація часто призводить до забруднення ґрунтів наслідками промислових викидів, використання автомобільного транспорту, викидів від домогосподарств та іншої антропогенної діяльності. Це може включати важкі метали, нафтопродукти, пестициди та інші хімічні сполуки, що мають потенційно негативний вплив на екосистему і здоров'я людини.

2. Компактизація: внаслідок будівництва, транспортного руху та іншої інфраструктурної діяльності ґрунти урбанізованих районів часто стають більш компактними і менш проникними для води та повітря. Це може призводити до зменшення водопроникності і здатності до регулювання вологості.

3. Зміни в родючості: внаслідок забруднення та компактизації урбанізовані ґрунти часто втрачають свою природну родючість і біологічну

активність. Вони можуть містити менше органічної речовини і мікроорганізмів, що сприяють здоровому розвитку рослин.

4. Термальні властивості: через велику концентрацію асфальтованих та бетонних покриттів урбанізовані ґрунти можуть нагріватися швидше і досягати вищих температур влітку, що може впливати на рослинність і місцеві мікрокліматичні умови.

5. Інтегроване управління: в урбанізованих областях важливо розробляти та застосовувати програми і стратегії інтегрованого управління ґрунтами, спрямовані на збереження і відновлення екологічної стійкості, зменшення забруднення та покращення якості середовища [6].

Усі ці особливості підкреслюють важливість вивчення та ефективного управління урбанізованими ґрунтами для збереження природного середовища та забезпечення здоров'я місцевого населення.

Урбанізація має значний вплив на якість ґрунтів паркових зон, що може мати різні аспекти і наслідки:

1. Забруднення від промислових викидів та транспортних потоків: збільшення транспортного руху та промислових зон поруч з парковими зонами призводить до викидів шкідливих речовин у повітря та на ґрунт. Це може призвести до накопичення важких металів, пестицидів та інших хімічних сполук у ґрунті.

2. Забруднення від міської діяльності: використання добрив, солей для розсіпки доріг, відходів від міського сектора та інші міські джерела забруднення можуть також впливати на якість ґрунту. Наслідком цього може бути зміна рН, накопичення надлишку поживних речовин, або пошкодження мікробіологічного складу ґрунту.

3. Компактизація ґрунту: підвищення забудови та інфраструктури може призвести до компактизації ґрунтів у паркових зонах. Це може обмежувати доступ до води, кисню та поживних речовин для рослин та мікроорганізмів, що живуть у ґрунті.

4. Зміна біорізноманіття: втрати природних екосистем та зміна використання землі внаслідок урбанізації можуть призвести до зменшення біорізноманіття у паркових зонах. Це може впливати на екологічну стійкість та функції екосистем.

5. Потенційні ризики для здоров'я людей: забруднення ґрунтів урбанізованих парків може мати негативні наслідки для здоров'я відвідувачів парків, особливо дітей та вразливих груп населення [7].

Враховання цих факторів вимагає комплексного підходу до управління парковими зонами, зокрема застосування ефективних стратегій охорони ґрунту, моніторингу якості середовища та управління земельними ресурсами з урахуванням екологічних аспектів.

1.4 Методи оцінки екотоксичності ґрунтів

Методи оцінки екотоксичності ґрунтів включають різноманітні підходи і техніки, спрямовані на виявлення та оцінку впливу забруднюючих речовин на біоту ґрунтів і їхніх жителів. Основні методи включають:

1. Біотести з організмами: використовуються для визначення токсичності ґрунтів на живих організмах, таких як бактерії, гриби, черви, комахи або рослини. Ці тести можуть оцінювати рівень виживання, росту, розвитку чи репродукції організмів у контакті з ґрунтом.

2. Хімічний аналіз: включає визначення концентрацій токсичних хімічних сполук у ґрунті, таких як важкі метали, пестициди, нафтопродукти тощо. Цей метод дозволяє кількісно оцінювати рівні забруднення і встановлювати їхні впливи на біоту ґрунту.

3. Фізико-хімічні методи: включають в себе вимірювання фізико-хімічних властивостей ґрунту, таких як рН, вологість, питому вагу, абсорбційну здатність тощо. Ці параметри можуть впливати на доступність та токсичність забруднюючих речовин.

4. Екотоксикологічні моделі: використовуються для прогнозування впливу забруднення на екосистему ґрунту на основі відомих даних про характеристики забруднюючих речовин та їхніх ефектів на організми.

5. Біохімічні тести: використовуються для визначення біохімічних змін у ґрунті під впливом токсичних речовин, таких як активність ферментів, рівень оксидативного стресу тощо.

Ці методи часто використовуються в поєднанні для комплексної оцінки екотоксичності ґрунтів, що дозволяє отримати повніше уявлення про стан природного середовища та потенційні загрози для здоров'я людей та екосистем [8].

1.5 Аналіз останніх публікацій за темою дослідження

Використання рослин в якості тест-культур, чутливих до забруднення навколишнього середовища, тісно пов'язане з розвитком біології. Перші дослідження датуються античним періодом, коли вчені звернули увагу на залежність між зовнішнім (морфологічним) виглядом рослин та умовами їх проростання. Так, стародавній вчений Теофраст у праці «Природа рослин» надав рекомендації як за характером рослинності судити про властивості земель. Подібні відомості зустрічаються у працях римлян Катона та Плінія Старшого [8].

Вітчизняним засновником біоіндикаційного використання рослин, оцінки властивостей ґрунтів і ґрунтотворних порід по особливостям розвитку рослин і складу рослинного покриву вважають А. П. Карпінського [9, 10, 11, 14, 17] .

Нині опубліковано значну кількість робіт, присвячених дослідженню особливостей міських ґрунтів, їх фізико-хімічних властивостей, біологічної активності, забруднення важкими металами, тощо. Особливості використання тест-систем для оцінки токсичності ґрунтового покриву міських територій висвітлені у роботах Кабірова Р. Р. (1997), Євгенєва М. І. (1999), Єгорової Е. І. (2000), Маячкіної Н. В. (2009), Губачова О. І. (2010), Горової А. І. (2014) та інших []. Вивченням забруднення ґрунтового покриву міст важкими металами займались ґрунтознавці та геохіміки: Ільїн В. Б. (1991), Тітенко Г. В. (2008), Гомонай В. І. (2009), Пилипенко Ю В. (2015) та інші [10, 11, 23, 12].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Опис місця дослідження (парк ім. Т.Г. Шевченка, м. Дніпро)

Парк ім. Тараса Григоровича Шевченка у місті Дніпро є одним з найбільших історичних парків міста, відомим своєю природною красою та культурним значенням. Розташований у центральній частині Дніпра, парк займає значну територію і включає в себе різноманітні ландшафти та архітектурні пам'ятки (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Парк ім. Т.Г. Шевченка в м. Дніпро

Кліматичні характеристики парку ім. Т.Г. Шевченка в місті Дніпро відповідають загальному клімату цього регіону, який відноситься до помірно

континентального типу. Це означає, що клімат характеризується вираженою сезонністю з теплим літом та холодною зимою. Ось основні кліматичні характеристики парку:

1. Температурний режим

- Середня річна температура: Близько $+9^{\circ}\text{C}$.
- Зима: середня температура січня становить близько -3°C , але можуть траплятися значні коливання температури, аж до -20°C під час сильних морозів.
- Літо: середня температура липня становить близько $+22^{\circ}\text{C}$, з можливими підвищеннями до $+35^{\circ}\text{C}$ під час спеки.

2. Опади

- Середньорічна кількість опадів: близько 500-600 мм.
- Розподіл опадів: найбільша кількість опадів випадає влітку, особливо у червні та липні, коли часто спостерігаються грози. Зима зазвичай менш волога, з частими снігопадами.

3. Вітровий режим

- Переважаючі напрямки вітру: північний і північно-східний.
- Середня швидкість вітру: в межах 3-5 м/с, але можуть траплятися сильні вітри під час штормів.

4. Сонячне випромінювання

- Сонячна радіація: місто Дніпро отримує значну кількість сонячного випромінювання протягом року. Середня кількість сонячних годин складає близько 2100 годин на рік.
- Сезонність: найбільше сонячного випромінювання спостерігається влітку, що сприяє активному росту рослин у парку.

5. Вологість повітря

- Середня відносна вологість: взимку становить близько 80%, а влітку знижується до 60-70%.

- Добові коливання: вологість повітря змінюється протягом дня, знижуючись вдень і підвищуючись вночі.

6. Фенологічні зміни

- Весна: раннє пробудження рослинності у березні-квітні. Період цвітіння багатьох рослин припадає на квітень-травень.

- Літо: активний ріст і розвиток рослинності, пік біологічної активності.

- Осінь: збирання врожаю і підготовка рослин до зими, пожовтіння та опадання листя у вересні-жовтні.

- Зима: період спокою для більшості рослин, можливе покриття снігом.

Вплив кліматичних умов на парк:

- Рослинність: кліматичні умови сприяють різноманітності рослинного покриву. Висока кількість сонячних днів і достатня кількість опадів забезпечують сприятливі умови для росту різних видів дерев, кущів і трав.

- Рекреаційна діяльність: теплі літні місяці та помірна зима роблять парк привабливим для відвідувачів протягом усього року. Влітку тут комфортно відпочивати, а взимку можливі зимові розваги.

- Екологічний стан: кліматичні умови можуть впливати на екологічний стан парку, зокрема, на рівень забруднення повітря та ґрунту, розвиток патогенів та шкідників.

Кліматичні характеристики парку ім. Т.Г. Шевченка створюють сприятливі умови для його функціонування як важливого рекреаційного та екологічного об'єкта міста Дніпро [11].

На території парку можна зустріти велику кількість дерев різних видів, кущів та трав'янистих рослин, що формують різноманітні екосистеми. Ландшафт парку включає в себе водойми, алеї з алеями, квіткові клумби, пагорби та долини, що створюють сприятливе середовище для різноманіття рослин і тварин.

Крім природних елементів, парк має численні архітектурні споруди та пам'ятники культури, серед яких можна виділити старовинні фонтани,

скульптури, палацові будівлі та інші архітектурні артефакти, що додають історичний колорит та культурне значення парку [12].

Дослідження ґрунтів у парку ім. Т.Г. Шевченка в м. Дніпро спрямоване на вивчення впливу урбанізації та антропогенного впливу на якість ґрунтів, що є важливим для збереження екологічної стабільності цього природного комплексу і забезпечення здоров'я місцевих екосистем.

Парк ім. Т.Г. Шевченка у місті Дніпро є важливим зеленим простором та одним з найстаріших і найвідоміших парків міста. Він розташований на правому березі річки Дніпро і займає значну площу, що робить його одним з головних місць відпочинку та рекреації для місцевих жителів і туристів [13].

Основні характеристики парку ім. Т.Г. Шевченка:

1. Історія та загальна інформація

- Заснування: парк був закладений у середині XIX століття і названий на честь видатного українського поета Тараса Григоровича Шевченка.

- Площа: парк займає площу приблизно 40 гектарів.

2. Розташування

- Адреса: парк знаходиться у центральній частині міста Дніпро, неподалік від головних транспортних артерій та набережної річки Дніпро.

- Оточення: до парку прилягають важливі міські об'єкти, такі як набережна Дніпра, Дніпровський державний цирк, університети, культурні заклади та житлові квартали.

3. Рослинність та ландшафт

- Різноманіття флори: парк має багатий асортимент дерев, кущів та інших рослин. Тут можна знайти як місцеві, так і інтродуковані види дерев і чагарників, що додає особливого колориту і краси ландшафту.

- Ландшафтний дизайн: парк характеризується мальовничими алеями, квітковими клумбами, декоративними водоймами та скульптурними композиціями. Є також території для активного відпочинку та спортивних занять.

4. Інфраструктура

- Зони відпочинку: у парку є лавочки, альтанки, дитячі майданчики, спортивні майданчики та місця для пікніків, що забезпечує комфортні умови для відпочинку мешканців міста.

- Культурні об'єкти: на території парку розташований пам'ятник Тарасу Шевченку, літній театр, де проводяться культурні заходи та концерти.

5. Екологічний стан

- Ґрунт: урбанізовані ґрунти парку можуть містити різноманітні забруднювачі, такі як важкі метали, органічні речовини, сміття тощо, що є результатом антропогенного впливу.

- Охорона природи: парк має важливе значення для збереження біорізноманіття у міських умовах, забезпечуючи середовище проживання для різних видів тварин та рослин.

Важливість парку ім. Т.Г. Шевченка:

- Рекреаційна функція: парк служить важливим місцем для відпочинку, прогулянок, занять спортом та проведення різних культурних заходів.

- Екологічна роль: виконує важливу роль у поліпшенні якості повітря, зменшенні міського теплового ефекту та забезпеченні екологічного балансу у міських умовах.

- Культурне значення: парк є важливим культурним осередком, де проходять різноманітні заходи, спрямовані на популяризацію української культури та спадщини Тараса Шевченка.

Таким чином, парк ім. Т.Г. Шевченка у місті Дніпро є не лише важливим рекреаційним і екологічним об'єктом, але й має велике культурне значення для міста та його мешканців.

Проби ґрунту відбиралися під інтродукованими видами дерев, а саме:

Робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia*) (рис.2.2), також відома як біла акація або просто акація, є деревом, яке широко використовується в озелененні, лісовідновленні та як декоративна рослина. Вона належить до

родини бобових (Fabaceae) і має ряд характеристик, які роблять її популярною у багатьох країнах [14].

Основні характеристики Робінії псевдоакації:

1. Ботанічний опис

- Висота: Зазвичай досягає висоти 12-25 метрів, але іноді може виростати до 30 метрів.

- Стовбур: прямий або злегка вигнутий, з діаметром до 1 метра, покритий грубою, товстою, темно-сірою корою, яка має глибокі тріщини.

- Крона: широка, розлога, з нерівномірно розташованими гілками.

- Листя: непарноперисте, складається з 7-19 еліптичних листочків, кожен з яких має довжину 2-5 см. Листя світло-зелене, восени змінює колір на жовтий.

2. Квіти

- Квітки: білі або злегка рожеві, зібрані у густі пониклі китиці довжиною 10-20 см. Кожна квітка має діаметр близько 2 см.

- Цвітіння: робінія цвіте у травні-червні, і її квітки мають приємний аромат, що приваблює бджіл та інших комах-запилювачів.

3. Плоди

- Стручки: плоди представлені довгими (5-10 см) плоскими коричневими стручками, які містять 4-10 насінин. Насіння дозріває у вересні-жовтні і залишається на дереві протягом зими.

4. Розповсюдження та місце проживання

- Природний ареал: родом з Північної Америки, але широко натуралізована в багатьох частинах світу, включаючи Європу, Азію та Австралію.

- Середовище проживання: переважно росте на сонячних місцях, добре переносить різні типи ґрунтів, включаючи бідні та сухі. Віддає перевагу легким, піщаним і добре дренованим ґрунтам.

5. Екологічна роль та використання

- Фіксація азоту: як представник родини бобових, робінія здатна фіксувати азот з атмосфери за допомогою симбіозу з бактеріями-азотфіксаторами, що покращує родючість ґрунту.

- Озеленення: використовується для озеленення міських територій, парків, скверів, а також для створення лісозахисних смуг і зміцнення схилів.

- Медонос: робінія є цінним медоносом, забезпечуючи нектар для бджіл, що сприяє виробництву ароматного акацієвого меду.

- Деревина: деревина робінії міцна і стійка до гниття, використовується для виготовлення меблів, стовпів, огорож та інших виробів.

6. Проблеми та контроль

- Інвазивність: у деяких регіонах робінія вважається інвазивним видом, оскільки вона може швидко розповсюджуватися і витіснити місцеву флору.

- Токсичність: листя, кора і насіння робінії містять токсичні речовини, які можуть бути небезпечними для тварин і людини при споживанні.

Робінія псевдоакація є важливим деревом з точки зору екології, економіки та декоративного озеленення, проте вимагає контрольованого використання у регіонах, де вона може стати інвазивною [15].



Рисунок 2.2 - Робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia*)

Каштан (*Castanea*) (рис.2.3) є рід дерев родини Букових (*Fagaceae*), відомий своїми смачними їстівними плодами та декоративними властивостями. Існує кілька видів каштанів, зокрема каштан їстівний (*Castanea sativa*), американський каштан (*Castanea dentata*) та китайський каштан (*Castanea mollissima*) [16]. Кожен з них має свої особливості, але загальні риси каштанів можна узагальнити таким чином:

Основні характеристики каштана:

1. Ботанічний опис

- Висота: зазвичай досягає 20-35 метрів, але деякі види можуть вирости до 40 метрів.

- Стовбур: міцний, з товстою корою, яка з віком тріскається і утворює борозни. Діаметр стовбура може досягати 1,5-2 метри.

- Крона: широка, розлога, симетрична, з густими гілками.

2. Листя

- Листки: великі, довжиною до 20-30 см, ланцетні або овальні, з зубчастими краями. Листя має глянцеvu поверхню і темно-зелене забарвлення.

3. Квіти

- Квітки: дрібні, зібрані у великі довгі сережки (чоловічі квітки) і менші суцвіття (жіночі квітки). Квітнуть каштани зазвичай у травні-червні.

- Запах: квіти мають приємний аромат, який приваблює комах-запилювачів.

4. Плоди

- Горіхи: каштанові плоди – це їстівні горіхи, які знаходяться всередині колючих оболонок. Оболонки розкриваються восени, випускаючи горіхи.

- Форма: горіхи зазвичай мають округлу або овальну форму і коричневе блискуче забарвлення.

5. Розповсюдження та місце проживання

- Природний ареал: каштани природно ростуть у помірних регіонах Північної півкулі, включаючи Північну Америку, Європу та Азію.

- Середовище проживання: переважно ростуть у лісах, на схилах гір і в долинах. Віддають перевагу добре дренованим, кислим або слабокислим ґрунтам.

6. Екологічна роль та використання

- Фіксація ґрунту: каштани добре укріплюють ґрунт своїми коріннями, що робить їх корисними для запобігання ерозії.

- Харчова цінність: їстівні плоди каштанів багаті на вуглеводи, білки, вітаміни та мінерали. Вони використовуються в кулінарії, як у свіжому вигляді, так і для приготування різних страв.

- Деревина: деревина каштана міцна і стійка до гниття, використовується для виробництва меблів, будівництва та інших виробів.

- Медонос: каштани є хорошими медоносами, забезпечуючи бджолам нектар для виробництва меду.

7. Проблеми та контроль

- Хвороби та шкідники: каштани можуть бути вражені каштановою болячкою (*Cryphonectria parasitica*) та іншими хворобами, що викликають значну шкоду деревам.

- Збереження видів: у багатьох регіонах проводяться програми з відновлення каштанів та боротьби з хворобами для збереження цих важливих дерев.

Каштан кінський (*Aesculus hippocastanum*):

Іноді каштани плутають з каштаном кінським (*Aesculus hippocastanum*), який належить до іншої родини – сапіндових (*Sapindaceae*). Кінський каштан часто вирощується як декоративна рослина в парках і садах, але його плоди не є їстівними і навіть можуть бути токсичними.

Каштан – це важливе дерево з економічною, екологічною та культурною цінністю. Його плоди є цінним харчовим продуктом, а деревина та декоративні властивості роблять його цінним ресурсом для багатьох галузей. Однак для збереження популяцій каштанів необхідно активно боротися з хворобами та шкідниками, які загрожують цим деревам [17].



Рисунок 2.3 - Каштан (*Castanea*)

Гледичія (*Gleditsia*) (рис. 2.4), також відома як глетичія або глядічія, є рід дерев та кущів родини Бобові (*Fabaceae*). Найпоширенішим представником цього роду є Гледичія триколючкова (*Gleditsia triacanthos*), яка відома своєю декоративною цінністю та здатністю рости в різних умовах [18].

Основні характеристики Гледичії:

1. Ботанічний опис

- Висота: гледичія триколючкова зазвичай досягає висоти 20-30 метрів, але може вирости до 45 метрів.

- Стовбур: прямий, з грубою, товстою корою, покритою глибокими тріщинами. Стовбур і гілки можуть бути вкриті великими колючками, які досягають довжини до 15 см.

- Крона: широка, розлога, з нерівномірно розташованими гілками, які створюють ажурну крону.

2. Листя

- Листки: складні, перисті або двічіперисті, складаються з багатьох дрібних листочків. Листя має світло-зелене забарвлення, яке восени змінюється на золотисто-жовте.

3. Квіти

- Квітки: дрібні, зеленуваті або жовтуваті, зібрані в пухкі кисті або грона. Цвітуть зазвичай у травні-червні.

- Запах: квіти мають слабкий аромат, який приваблює комах-запилювачів.

4. Плоди

- Стручки: довгі (до 40 см) і плоскі стручки, які спочатку зелені, а потім стають коричневими. Всередині стручків містяться численні насіння.

- Насіння: дрібні, овальні, коричневі, покриті твердою оболонкою.

5. Розповсюдження та місце проживання

- Природний ареал: природним ареалом гледичії є центральна частина Північної Америки, але вона широко натуралізована в інших частинах світу, включаючи Європу, Азію та Австралію.

- Середовище проживання: гледичія може рости на різних типах ґрунтів, включаючи бідні та засолені. Вона добре переносить засуху та міське забруднення, тому часто висаджується в містах і парках.

6. Екологічна роль та використання

- Декоративне використання: завдяки своїй привабливій кроні та красивому осінньому забарвленню листя, гледичія часто використовується як декоративне дерево в ландшафтному дизайні.

- Захисні функції: використовується для створення лісозахисних смуг та озеленення міських територій завдяки своїй стійкості до несприятливих умов.

- Медонос: квіти гледичії є хорошим джерелом нектару для бджіл, сприяючи виробництву меду.

- Деревина: деревина гледичії міцна і стійка до гниття, використовується для виготовлення меблів, стовпів, огорож та інших виробів.

7. Проблеми та контроль

- Інвазивність: у деяких регіонах гледичія може стати інвазивним видом, швидко розповсюджуючись і витісняючи місцеву флору.

- Колючки: великі колючки на стовбурі і гілках можуть створювати незручності для людей і тварин, тому іноді відбирають безколючкові форми для озеленення.

Гледичія є важливим деревом з точки зору екології, економіки та декоративного озеленення. Її стійкість до несприятливих умов, здатність до азотфіксації та декоративні якості роблять її цінним ресурсом для різних галузей, хоча її інвазивність у деяких регіонах вимагає контрольованого використання [19].



Рисунок 2.4 - Гледичія (Gleditsia)

Софора (*Styphnolobium*) (рис. 2.5), також відома як софора японська або псевдоакація японська, є рід рослин родини Бобові (*Fabaceae*). Найвідомішим представником цього роду є Софора японська (*Styphnolobium japonicum*). Це дерево має значну декоративну цінність і використовується в озелененні міських територій [20].

Основні характеристики Софори японської:

1. Ботанічний опис

- Висота: софора японська зазвичай досягає висоти 15-25 метрів.
- Стовбур: міцний, з гладкою сірою або світло-коричневою корою, яка з віком стає тріщинуватою.
- Крона: широка, розлога, з густими гілками, що створюють округлу або куполоподібну форму.

2. Листя

- Листки: складні, перисті, складаються з 7-17 овальних або ланцетних листочків, кожен з яких має довжину 2-5 см. Листя темно-зелене, з гладкою поверхнею.

3. Квіти

- Квітки: дрібні, білі або кремові, зібрані у великі кінцеві метелковидні суцвіття, що досягають довжини 20-30 см. Цвітуть софори зазвичай у липні-серпні.

- Запах: квіти мають приємний аромат, який приваблює бджіл та інших комах-запилювачів.

4. Плоди

- Стручки: довгі (до 10-20 см), вигнуті або прямі, з характерними перетяжками між насінням, що надають їм "ниткоподібного" вигляду. Стручки дозрівають у вересні-жовтні і залишаються на дереві протягом зими.

- Насіння: дрібні, овальні, тверді, з блискучою коричневою оболонкою.

5. Розповсюдження та місце проживання

- Природний ареал: софора японська походить з Східної Азії (Китай, Корея, Японія), але вона широко натуралізована в інших частинах світу, включаючи Європу та Північну Америку.

- Середовище проживання: віддає перевагу добре дренованим, родючим ґрунтам, але може рости на різних типах ґрунтів. Добре переносить міське забруднення, засуху та високі температури.

6. Екологічна роль та використання

- Декоративне використання: завдяки своїм привабливим квіткам і красивій кроні, софора часто використовується в ландшафтному дизайні для озеленення парків, скверів та вулиць.

- Медонос: квіти софори є хорошим джерелом нектару для бджіл, сприяючи виробництву меду.

- Лікарська рослина: софора використовується в традиційній китайській медицині для лікування різних захворювань. Її квітки містять рутин, який має антиоксидантні властивості.

- Фіксація азоту: як представник родини бобових, софора здатна фіксувати азот з атмосфери, покращуючи родючість ґрунту.

7. Проблеми та контроль

- Морозостійкість: софора японська є відносно морозостійкою, але в суворі зими може постраждати від низьких температур.

- Інвазивність: у деяких регіонах софора може поводитися як інвазивний вид, витісняючи місцеву флору.

Софора японська є важливим деревом з точки зору декоративного озеленення, екології та традиційної медицини. Її стійкість до несприятливих умов і привабливий вигляд роблять її цінним ресурсом для міського озеленення та ландшафтного дизайну. Однак необхідно враховувати її потенційну інвазивність у деяких регіонах та забезпечувати належний контроль за її поширенням [21].



Рисунок 2.5 - Софора (Styphnolobium)

2.2 Відбір проб ґрунту

Відбір проб ґрунту є важливою процедурою в екологічних дослідженнях, зокрема в контексті вивчення урбанізованих територій, таких як парки. Ось кілька ключових аспектів відбору проб ґрунту:

1. Розташування точок відбору: проби відбираються в різних частинах парку для представлення різноманітності ґрунтових умов і впливу різних факторів (наприклад, близькість до доріг, водойм, алеї).

2. Глибина відбору: визначається в залежності від об'єму досліджень, але зазвичай проби беруться на глибині від 0 до 30 см для оцінки верхніх шарів ґрунту, де знаходиться більша частина кореневої системи рослин і активна біологічна діяльність.

3. Кількість проб: залежить від площі досліджуваної території і цілей дослідження, але зазвичай береться достатня кількість для статистичної достовірності результатів.

4. Техніка відбору: використовуються спеціалізовані інструменти (наприклад, зонди або лопати) для забезпечення однорідності і представленості проб.

5. Маркування та зберігання: кожна проба маркується з урахуванням місця відбору і детально описується. Зразки зберігаються в спеціальних контейнерах при відповідних умовах температури і вологості до моменту аналізу.

Відбір проб ґрунту в парку ім. Т.Г. Шевченка в м. Дніпро дозволить отримати важливі дані щодо стану природного середовища, впливу людської діяльності і ефективності заходів з охорони довкілля [18].

2.3 Біологічні тести на токсичність

Біологічні тести на токсичність є важливим інструментом у вивченні впливу різних забруднювачів на організми живих систем. Ось деякі з найбільш поширених біологічних тестів на токсичність:

1. Тест на виживання і ріст організмів: включає випробування впливу забруднювачів на живі організми, спостереження за їхнім виживанням та ростом.

2. Тест на розвиток і репродукцію: оцінює вплив забруднювачів на розвиток та репродуктивні функції організмів, такі як зміни у розвитку личинок або кількості народжених потомств.

3. Тест на біомаркери: використовується для виявлення біомаркерів, таких як рівень ферментів або гормонів, які можуть свідчити про стрес або патологічні зміни в організмі.

4. Тест на токсичність води: включає випробування впливу забрудненої води на морських організмів, таких як риби або морські водорості.

5. Тест на біологічні індикатори: використовує специфічних організмів (наприклад, дрібні водні бесхребетні) як індикаторів наявності токсичних речовин у середовищі.

Ці методи дозволяють отримувати об'єктивні дані про вплив забруднювачів на біоту середовища і використовуються для оцінки екотоксикологічних ризиків і розробки стратегій з охорони природи [25].

2.4 Методика досліджень на фітотоксичність

Хімічні аналізи ґрунтових зразків або відходів, що потрапляють на землю, надають важливі дані про придатність або непридатність ґрунту для сільського господарства, а також про потенційний ризик для навколишнього середовища в результаті викидання відходів, таких як осад стічних вод, на орні землі. Також необхідно оцінювати якість ґрунту після рекультивації промислових майданчиків і шахтних виходів або при покритті заповнених земельних виробітків. Оскільки основним критерієм є здатність ґрунту підтримувати вирощування врожаїв, було розроблено швидкий тест на проростання, який базується на вирощуванні проростків в контрольованих умовах.

Двома основними вимогами до дослідження фітотоксичності є надійність результатів та можливість проведення у будь-яку пору року. Тому необхідно пророщувати насіння в контрольованому середовищі, що забезпечує оптимальні умови для росту. Це дозволяє підтримувати постійні умови протягом численних експериментів, забезпечуючи відтворюваність результатів протягом тривалого часу [26].

Ріст попередньо пророщеного насіння в контрольованих умовах здійснюється протягом певного періоду, залежно від досліджуваної рослини. Використовуються два контрольні середовища – пісок і ґрунт. Після завершення періоду росту вимірюють довжину коренів у проростків на обох контролях та на досліджуваному невідомому ґрунті або речовині. Статистично значуща різниця в довжині коренів проростків, які росли на досліджуваному субстраті, порівняно з контролями, є показником впливу.

Довжина паростка також є корисним показником і може бути виміряна разом з довжиною кореня для надання додаткових або підтверджуючих даних.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Обґрунтування застосування методу біотестування

У сучасних умовах кількість забруднюючих речовин, які можуть впливати на екологічний стан навколишнього середовища, інтенсивно зростає. Внаслідок змін у природному середовищі синтезуються нові сполуки, що можуть бути більш токсичними за початкові інгредієнти. Прикладами таких речовин є сполуки важких металів з детергентами, пестицидами тощо [22]. Токсична дія забруднювачів при їхньому комбінуванні може послаблюватися (антагонізм) або посилюватися (синергізм). Ізольованого впливу не існує; відбувається лише спільна дія всього комплексу чинників. Отже, виникає необхідність застосування методів інтегральної оцінки якості навколишнього середовища загалом та ґрунтів зокрема. Вагому роль у дослідженні ґрунтового покриву відіграють методи біотестування.

Біотестування – це універсальний метод, який дозволяє отримати інтегральну токсикологічну характеристику комплексного забруднення ґрунтів через реакцію живих організмів. За допомогою біотестування можна визначити токсичність середовища незалежно від того, які речовини і в якому поєднанні викликають зміни життєво важливих функцій у тестових об'єктів. Аналітичний метод визначення забруднення ґрунту важкими металами, на жаль, не надає повної інформації щодо зниження родючості та рівня його небезпеки для рослин і ґрунтової біоти.

Відомі методи біотестування базуються на відповідній реакції живих організмів на негативний вплив забруднюючих речовин і дозволяють швидко отримати достовірну інформацію щодо якості компонентів навколишнього середовища, включаючи ґрунти. Ці методи характеризуються швидкістю,

доступністю та простотою проведення експериментів, відтворюваністю та достовірністю отриманих результатів, а також економічністю як з матеріальної точки зору, так і з точки зору трудовитрат. Вони забезпечують об'єктивність отриманих даних.

Біотестування є важливим методом оцінки екологічного стану довкілля, особливо в контексті забруднення та токсичності ґрунтів, водних ресурсів і атмосферного повітря. Основні обґрунтування застосування методу біотестування включають наступні аспекти:

1. Комплексна оцінка впливу забруднювачів: біотестування дозволяє оцінити загальний токсичний ефект різних забруднювачів, враховуючи їх комплексний вплив на живі організми. Це особливо важливо, оскільки різні хімічні речовини можуть взаємодіяти між собою, посилюючи або зменшуючи загальний токсичний ефект.

2. Біологічна значимість: на відміну від фізико-хімічних методів аналізу, які визначають лише концентрації окремих речовин, біотестування оцінює реальний вплив цих речовин на живі організми. Це дозволяє отримати більш реалістичну картину стану довкілля та його потенційної загрози для екосистем і людського здоров'я.

3. Широкий спектр застосувань: біотестування може бути застосоване для оцінки якості води, ґрунтів, повітря та інших компонентів довкілля. Це робить метод універсальним інструментом для екологічного моніторингу.

4. Чутливість до низьких концентрацій: біотестування може виявити токсичний ефект навіть при низьких концентраціях забруднювачів, які можуть бути недоступними для виявлення фізико-хімічними методами. Це особливо важливо для оцінки хронічних впливів та кумулятивної токсичності.

5. Оцінка відновлювальної здатності екосистем: біотестування може використовуватись для оцінки здатності екосистем до відновлення після

забруднення або інших негативних впливів. Це допомагає у визначенні ефективності заходів з очищення та реабілітації.

6. Різноманітність тестових організмів: метод біотестування включає використання різних видів тестових організмів (бактерії, водорості, дафнії, риби, рослини тощо), що дозволяє оцінити токсичність на різних трофічних рівнях і для різних екологічних ніш.

Таким чином, біотестування є потужним інструментом для оцінки екологічної безпеки та ефективного управління природними ресурсами, що забезпечує комплексний підхід до вивчення впливу забруднювачів на довкілля [30].

3.2 Методика застосування біотестування для визначення фітотоксичності

Рослини є найбільш зручними індикаторами забруднення навколишнього середовища, оскільки вони є первинними ланками трофічних ланцюгів і відіграють ключову роль у поглинанні різного роду забруднювачів. Завдяки цьому за допомогою рослин можна досить точно оцінити екологічну ситуацію на досліджуваній території [32].

Для визначення фітотоксичності ґрунтів, води або інших середовищ за допомогою біотестування використовуються спеціальні методики, що включають тестові організми – рослини. Нижче наведено основні етапи методики біотестування для визначення фітотоксичності:

1. Вибір тестових рослин

Вибір тестових рослин залежить від об'єкта дослідження та конкретних умов. Зазвичай використовуються швидкозростаючі рослини, такі як:

- Лепідосфера (*Lepidium sativum*, кресс-салат)
- Лук (*Allium cepa*)
- Пшениця (*Triticum aestivum*)
- Редиска (*Raphanus sativus*)
- Кукурудза (*Zea mays*)

2. Підготовка зразків

- Ґрунт: зразки ґрунту повинні бути просіяні для видалення великих часток та однорідно перемішані.

- Вода: якщо тестується вода, вона повинна бути зібрана в чисті ємності і, за необхідності, профільтрована для видалення суспензійних часток.

3. Підготовка тестових рослин

- Насіння обраних рослин перед тестуванням повинні бути підготовлені шляхом замочування у воді для стимуляції проростання.

4. Проведення біотестування

- Ґрунтовий тест: В лабораторних умовах в невеликі контейнери засипають підготовлений ґрунт. Насіння висівають на певній глибині (зазвичай 1-2 см). Контейнери утримуються у контрольованих умовах (температура, вологість, освітлення).

- Водний тест: у пробірки або невеликі ємності наливають тестовану воду. Насіння рослин поміщають на поверхню вати або фільтрувального паперу, який занурюють у воду, щоб насіння мало доступ до вологи.

5. Спостереження та реєстрація результатів

Протягом певного періоду (зазвичай 7-14 днів) проводять регулярні спостереження за ростом і розвитком рослин. Оцінюють такі параметри:

- Проростання насіння: кількість пророслих насінин у відсотках.
- Ріст коренів і пагонів: вимірювання довжини коренів та пагонів.
- Візуальні ознаки токсичності: зміни кольору, деформації, відмирання частин рослин.

6. Аналіз даних

- Порівняння отриманих результатів з контрольними зразками (грунт або вода без забруднювачів).

- Визначення відсоткового зниження росту або проростання насіння в порівнянні з контролем.

7. Інтерпретація результатів

- Оцінка фітотоксичності ґрунту або води за допомогою аналізу зменшення росту та розвитку рослин.

- Визначення рівня токсичності та складання висновків щодо екологічної безпеки досліджуваного середовища.

Методика біотестування для визначення фітотоксичності є ефективним інструментом для екологічного моніторингу та оцінки потенційної загрози забруднення для рослинного світу.

Сутність обраного ростового тесту полягає в обліку змін показників проростання індикаторної культури вирощеної на досліджуваних зразках ґрунту. Цей метод дозволяє оцінити не тільки пригноблюючу дію різних забруднювачів на рослини, але й стимулюючий ефект.

Для виконання дослідів для даної кваліфікаційної роботи тест-культурою було обрано кукурудзу.

Опис методу:

Проростити насіння в чашках Петрі (рис. 3.1), рівномірно розповсюдивши на підстилці із змоченого дистильованою водою фільтрувального паперу, до такого стану, коли тільки з'явиться корінь, наприклад, для кукурудзи - звичайно від 36 год до 48 год при 20°C у відсутності світла. Коли корінь з'явиться, але ще не досягне 2 мм довжини, висадити шість насінин коренями донизу приблизно на 10 мм під поверхню дослідного субстрату.



Рисунок 3.1 – Кукурудза пророщена у чашках Петрі

Після пророщування 1-3 дні в чашках Петрі, пророщенні зерна пересаджують у зразки ґрунту, у даному випадку зразки ґрунту бралися в парку ім. Т.Г. Шевченка під певними видами дерев, а саме: Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*), Каштан (*Castanea Tourn*), Гледичія колюча (*Gleditsia triacanthos L.*), Софора японська або японська акація (*Styphnolobium japonicum*) (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Пророщена кукурудза у ґрунті відібраному у парку ім. Т.Г. Шевченка

Ростовими субстратами є досліджуваний ґрунт, контрольний ґрунт, про який відомо, що він має добру якість, та піщаний контроль.

Піщаний контрольний субстрат - це промитий промисловий пісок або інший такий самий чистий пісок наступного гранулометричного складу: 10 % частинок, більших від 0,6 мм, 80 % між 0,2 мм та 0,6 мм і 10 % - менших від 0,2 мм.

Після закінчення потрібного періоду вирощування покласти кожен посудину набік у піддон з водою глибиною 5 см та обережно вимити ґрунт з посудин. Промити кожен рослину та виміряти її найдовший корінь з точністю до 0,5 мм.

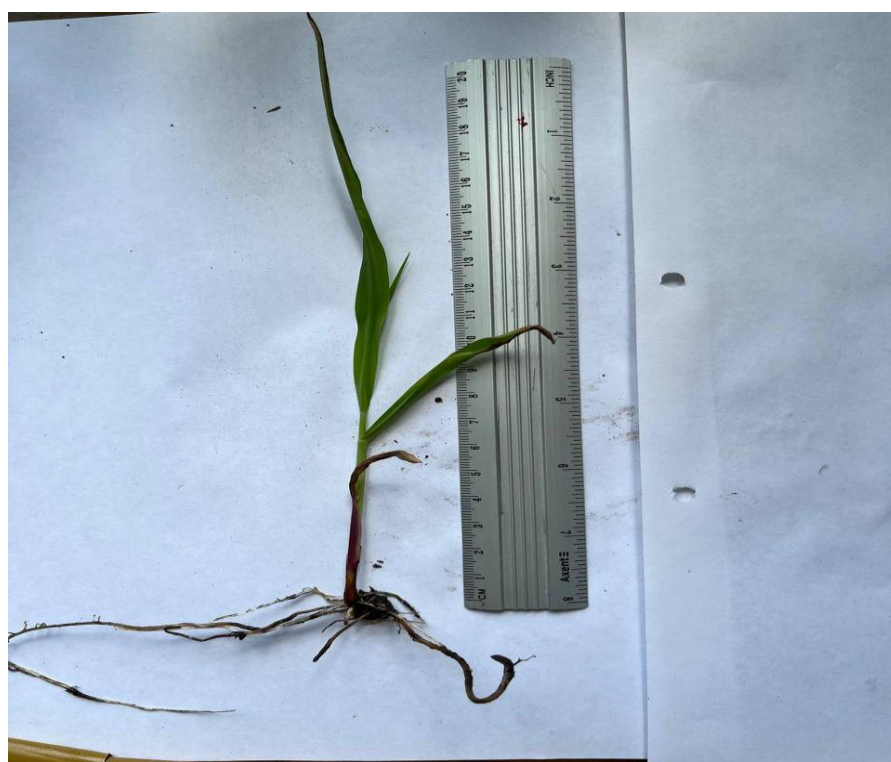


Рисунок 3.3 – Вимірювання досліджуваних зразків

3.3 Результати досліджень

Для визначення результатів досліджень необхідно виміряти довжину (рис. 3.3) найдовших коренів кожної рослини та визначити середню довжину найдовшого кореня для кожного дослідженого ростового субстрату або рівня обробки. Порівняти середні довжини для обробок з середніми довжинами з контрольних посудин [19].

Аналіз біотоксичності ґрунтів здійснювали за методикою А. Горової.

Ґрунт і насіння розподіляли рівномірно на площині чашки Петрі, заливали 7 мл відстояної кип'яченої водопровідної води. Насіння пророщували при температурі 23–25 °С. Через 96 годин вимірювали довжину кореневої системи та наземної частини.

Взаємодія рослин із ґрунтом відбувається через кореневу систему, яка є дуже чутливою до наявності шкідливих речовин. Показниками для оцінки якості досліджуваного середовища є:

довжина коренів рослин;

висота стеблової частини рослин;

Після статистичної обробки підраховували величину фітотоксичного ефекту (ФЕ), який визначали у відсотках за довжиною кореневої та наземної частини за формулою:

$$\text{ФЕ} = \frac{L_o - L_x}{L_o} \times 100\%$$

де L_o - середня довжина кореневої чи наземної частини рослин, вирощених на зразках ґрунту з контрольної точки;

L_x - середня довжина кореневої чи наземної частини рослин, вирощених на ґрунті досліджуваних територій.

Таблиця 3.1 – Зведена таблиця для визначення фітотоксичного ефекту

№ з/п	Назва породи дерева	Середня довжина наземної частини рослини (см)	Середня довжина підземної частини рослини (см)	Фітотоксичний ефект, %
1.	Робінія псевдоакація	22	17,25	24
2.	Каштан	27	12,25	6
3.	Гледичія	29	15,50	0
4.	Софора	29	15,25	0

Оцінку токсичності субстратів визначали за п'ятибальною шкалою: 0-20 % - відсутній або слабкий, 20,1-40 % - середній, 40,1-60 – вище середнього, 60,1-80 – високий, 80,1-100 – максимальний рівень токсичності.

Розраховуємо фітотоксичний ефект за середньою довжиною надземної частини рослин:

$$\Phi E(1) = \frac{29 - 22}{29} \times 100\% = 24\%$$

$$\Phi E(2) = \frac{29 - 27}{29} \times 100\% = 6\%$$

$$\Phi E(3) = \frac{29 - 29}{29} \times 100\% = 0\%$$

$$\Phi E(4) = \frac{29 - 29}{29} \times 100\% = 0\%$$

Розраховуємо фітотоксичний ефект за середньою довжиною кореневої частини рослин:

$$\Phi E(1) = \frac{13,25 - 17,25}{13,25} \times 100\% = -30\%$$

$$\Phi E(2) = \frac{13,25 - 12,25}{13,25} \times 100\% = 8\%$$

$$\Phi E(3) = \frac{13,25 - 15,50}{13,25} \times 100\% = -17\%$$

$$\Phi E(4) = \frac{13,25 - 15,25}{13,25} \times 100\% = -17\%$$

З розрахунків робимо висновок: для першої проби ґрунт (проба ґрунту відібрана біля Робінії) рівень токсичності є середній, адже знаходиться в межах 20,1-40 %, для другої проби ґрунту відібраної біля Каштану рівень токсичності відсутній, для третьої проби ґрунту відібраної біля Гледичії рівень токсичності відсутній, адже дорівнює 0% і для останньої, четвертої проби ґрунту, яка відібрана біля Софори дорівнює 0%, а тому відсутній.

З чого можемо зробити висновок, що для більш детальних дослідів потрібно розглядати першу пробу ґрунту, проба відібрана біля дерева Робінії, інші проби ґрунту не є токсичними, тому не є цікавими для подальшого дослідження.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Техніка безпеки під час проведення досліджень в парковій зоні

Під час проведення досліджень в парковій зоні важливо дотримуватися високих стандартів безпеки для збереження якості досліджень і особистої безпеки дослідників. Ось деякі рекомендації з техніки безпеки [34]:

1. Ознайомлення з правилами парку: Перед початком досліджень вивчіть правила парку щодо доступу, обмежень та зон, де дозволено проводити дослідження.

2. Одяг та екіпірування: Використовуйте відповідний одяг та взуття, які підходять для умов парку (наприклад, відповідний взуття для пересування по нерівному ґрунту).

3. Засоби захисту: Забезпечте себе захисними засобами, такими як рукавички і маски, особливо під час відбору проб ґрунту або контакту з рослинами.

4. Уникайте взаємодії з дикими тваринами: Не наближайтеся до диких тварин і не втручайтеся у їхні життєві умови. Дотримуйтеся безпечної відстані і не намагайтеся їх годувати чи ловити.

5. Розуміння ризиків: Оцінюйте потенційні ризики, пов'язані з природними факторами (наприклад, погода, терен), та приймайте заходи для їх мінімізації.

6. Повідомлення про план робіт: Якщо це потрібно, повідомте місцеву адміністрацію або організацію про ваш план досліджень та отримайте необхідні дозволи або рекомендації.

7. Відповідальне поводження з обладнанням: Використовуйте обладнання згідно з інструкціями виробника та зберігайте його в безпечному стані.

8. Збереження природного середовища: Дотримуйтесь принципів екологічної відповідальності, уникайте залишків та забруднення, відновлюйте місця досліджень у первісний стан.

Ці принципи та підходи допоможуть забезпечити безпеку і успішність досліджень в парковій зоні, зберігаючи при цьому її натуральну красу та ресурси [35].

4.2 Потенційні загрози під час проведення досліджень в парковій зоні

Під час проведення досліджень в парковій зоні існує кілька потенційних загроз, які варто враховувати і від них захищатися [37]:

1. Біологічні небезпеки: контакт з отруйними рослинами або дикими тваринами може призвести до отруєння або укусів, що потребують медичної допомоги.

2. Фізичні ризики: нерівний терен, особливо в місцях з декоративними об'єктами, може призвести до травм.

3. Хімічні забруднення: наявність хімічних забруднень у ґрунті або воді може становити загрозу здоров'ю при прямому контакті або інгаляції.

4. Екологічні впливи: негативний вплив на природу внаслідок погіршення якості ґрунту або руйнування рослинного покриву.

5. Кліматичні умови: екстремальні погодні умови, такі як сильний дощ чи спека, можуть ускладнити проведення досліджень і навіть стати причиною небезпеки для дослідників.

6. Соціальні аспекти: взаємодія з відвідувачами парку може створювати конфліктні ситуації або впливати на їх безпеку і комфорт.

7. Забруднення середовища: власні залишки від досліджень (наприклад, пластикові пляшки або обгорілі матеріали) можуть негативно впливати на середовище парку.

Для зменшення цих загроз важливо перед початком досліджень добре планувати роботу, враховуючи всі можливі ризики, і використовувати відповідні заходи безпеки та захисту. Також важливо мати правильне обладнання і знати, як взаємодіяти з місцевими органами і відвідувачами парку для мінімізації конфліктів і забезпечення безпеки всіх учасників [38].

ВИСНОВКИ

Аналіз літературних джерел та власні дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Фітотоксичність ґрунту є важливим показником, який використовується для оцінки впливу токсичних речовин на розвиток рослин. Завдяки фітотестам виявляють токсичні властивості ґрунту та водного середовища шляхом спостереження за ростом та морфологічними характеристиками рослин.

2. Для оцінки ступеня забрудненості ґрунтів за рівнем пригнічення ростових процесів, розроблено ранжування. Використовується коефіцієнт забрудненості ґрунтів, який дозволяє оцінити загальний вплив різних речовин на рослини і здійснити узагальнення щодо ступеня фітотоксичності ґрунту.

3. Для визначення фітотоксичного ефекту використовували таку рослину, як кукурудза. За проведеними спостереженнями, вимірюваннями, розрахунками та аналізом результатів виявлено, що зразки проб ґрунту, що відбирався у різних точках парку ім. Т.Г. Шевченка та під різними видами дерев, ґрунт не є токсичним, але під Робінією виявлено середній рівень токсичності.

Тому, враховуючи вищесказане, доцільно використовувати фітотестування як експрес-метод оцінки токсичності забруднених ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічна токсикологія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/02/Екологічна-токсикологія.pdf>.
2. Екологічна токсикологія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2023/Puzik_2016_349.pdf.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 р. К. : Мінекоресурсів, 2016. 138 с.
4. Kaur N., Erickson T., Ball A., Ryan M. A review of germination and early growth as a proxy for plant fitness under petrogenic contamination – knowledge gaps and recommendations. *Science of The Total Environment*. 2017. № 603. P.728–744. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.179>.
5. Панас Р., Маланчук Р. Сучасні проблеми здійснення моніторингу ґрунтового покриву України. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2013. № 78. С. 201.
6. Шикула М. К., Гнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Капштик П. В. Охорона ґрунтів. К.: Знання, КОО, 2011. 398 с.
7. Лущик А. В., Романюк О. С., Швирло М. І, Яковлев Є. О. Моніторинг екзогенних геологічних процесів як складова моніторингу довкілля в Україні. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2012. № 1. 73 с.
10. Дембович Б. І., Яворська С. В. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції «Zoocenosis–2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах». Україна, Дніпропетровськ, ДНУ, 22–25.10.2013 р. Дніпропетровськ: Адверта, 2013. С. 45–48.
8. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І.Ю. Основи екології: підручник 2-ге вид. К. : Либідь, 2015. 408 с.

9. Білик Є. Ю., Поліщук С. С., Полторацька В. М. та інші. Поняття гарантованої якості атмосферного повітря та її оцінка Енергетика, екологія, безпека життєдіяльності та комп'ютерні технології у будівництві колективна монографія. ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва і архітектури», Дніпро, 2018. С. 23–29.

10. Положення про моніторинг земель. Постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. Київ. № 661.

11. Про охорону навколишнього природного середовища. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. Київ. № 785.

12. Daliakopoulos I. N., Tsanis I. K., Kourgialas N. N., Varouchakis A. E., Karatzas G. P., Ritsema C. J. The threat of soil salinity: A European scale review. *Science of The Total Environment*. 2016. № 573. P. 727–739.

13. Крайнюков О. М., Некос А. Н. Моніторинг довкілля (моніторинг нафтогазоносних територій). Х. : Фоліо, 2015. 203 с.

14. Шалімов М. О. Біоіндикація: конспект лекцій. Одеса: Наука і техніка, 2011. 123 с.

26. Апостолук С. О., Джигирей В. С. Промислова екологія : навч. посіб., 2-ге вид., випр., і допов. К.: Знання, 2012. 430 с.

27. Alexeyeva, A. A., Marenkov, O. M., Kurchenko, V. O., Holub, I. V., Petrovsky O. O. (2019). Biotesting and phytoindication of aquatic environment quality of urbanized territories. *Ecology and Noospherology*, 30(2), 101–105. doi:10.15421/031917.

28. Петренко Т. Ф., Новицька Л.Л., Єфремова О.О., Семенюк Н.В. Біотестування водних розчинів екоотоксикантів. Наукові записки. Т.21. Біологія та екологія. Національний університет «Києво-Могилянська академія». 2003. С. 78–82.

29. Оксіюк О. П., Жукинський В. М., Лаврик В. І. Методики екологічної оцінки та нормування якості поверхневих вод України, 2003. № 3. С. 18–28.

30. Волчевська-Козак О. С. Малий практикум із фізіології рослин. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний ун-т ім. В. Стефаника, 2006. 76 с.

31. Губачов О. І. Особливості використання рослин для біотестування ґрунтів з метою визначення рівня екологічної безпеки промислових територій. *Наук. вісн. КУЕІТУ. Нові технології*. 2010. № 3(29). С. 164–171.

32. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень. Львів.: Світ, 2015. 440 с.

33. Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А. Екологічна токсикологія та екотоксикологічний контроль. Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили. Миколаїв, 2015. 240 с.

34. Зеркалов Д. В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К: Основа, 2011. 528 с.

35. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці: навч. посіб. за заг. ред. О. П. Яворовського. К. : ВСВ «Медицина», 2015. 288 с.

36. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: підручник. 5-те вид., доп. К.: Знання, 2014. 373 с.

37. Валерко Р. А. Особливості біотестування антропогенно забруднених ґрунтів з метою їх екотоксичної оцінки. Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. : Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. 2013. № 2. С. 262-266.

38. Васюкова Г. Т., Грошева О. І. Екологія: підручник. К.: Кондор, 2009. 524с.

39. Губачов О. І. Особливості використання рослин для біотестування ґрунтів з метою визначення рівня екологічної безпеки промислових територій / О. І. Губачов // *Наук. Вісник КУЕІТУ. Нові технології*. 2010. № 3 (29). –С. 164–171.

40. Якість ґрунту. Відбирання проб.: ДСТУ 4287:2004. [Чинний від 2005-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.

