**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**«ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**Біологічний факультет  
Кафедра загальної та прикладної екології**

**Кваліфікаційна робота**

**магістра**

на тему: САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНИЙ СТАН УРБОЗЕМІВ

с.м.т. СТЕПНОГІРСЬК ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

SANITARY AND HYGIENIC CONDITION OF URBOZEMS

S.M.T. STEPNOGORSK ZAPOROZHYE REGION

Виконавла: студентка  2  курсу,

групи 8.1010

Спеціальності     101 Екологія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

         Екологія та охорона навколишнього середовища

                   Цимбалюк Н. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник   доцент, к.б.н.  Костюченко Н.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент  доцент, к.б.н.  Воронова Н.В.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя – 2021 рік

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| Біологічний факультет |
| Кафедра загальної та прикладної екології і зоології |
| Рівень вищої освіти магістр |
| Спеціальність 101 Екологія |
| Освітньо-професійна програма Екологія та охорона  навколишнього середовища |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЗАТВЕРДЖУЮ** | | | |  |
| Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології,  д.б.н., проф. | | | | |
| О.Ф. Рильський | | | | |
| «\_\_\_\_» |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_\_\_\_року | |

|  |
| --- |
| **ЗАВДАННЯ**  НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ) |

1. Тема роботи  Санітарно-гігієнічний стан урбоземів с.м.т. Степногірськ Запорізької області

керівник роботи Костюченко Наталія Іванівна, к.б.н., доцент

затверджена наказом ЗНУ від «07»  липня 2021 р.  №1034-С

2. Строк подання студентом роботи  «29» листопада 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи  курсова робота бакалавра.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  а) Вступ; б) Огляд наукової літератури; г) Матеріали та методи дослідження »; д) Власні експериментальні дослідження; е) Висновки; ж) Практичні рекомендації; з) Охорона праці; и) Перелік посилань; і) Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень) а) Таблиці; б) Рисунки.

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ім’я, по-батькові  та посада консультанта | Підпис, дата | |
| завдання  видав | завдання прийняв |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

7. Дата видачі завдання  25 вересня 2020 року

**Календарний план**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
| 1 | Постановка завдань та плану роботи | Жовтень 2020р | Виконано |
| 2 | Вивчення, засвоєння методик дослідження | Листопад/грудень 2020р | Виконано |
|  | Опрацювання літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи. | Січень 2020р/березень 2021р | Виконано |
| 3 | Засвоєння правил техніки безпеки. Відбір проб ґрунту та виконання експериментальної роботи. | Серпень 2021р | Виконано |
| 4 | Обробка експериментальних даних | Вересень/жовтень 2021р | Виконано |
| 5 | Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи. | Жовтень/листопад 2021р | Виконано |
|  | Оформлення кваліфікаційної роботи. | Листопад 2021р | Виконано |
| 6 | Рецензування кваліфікаційної роботи | Листопад 2021р | Виконано |
| 7 | Захист кваліфікаційної роботи | Грудень 2021р | Виконано |

Студент  Цимбалюк Н.А.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Костюченко Н.І

(підпис) (прізвище та ініціали)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер Притула Н.М.

(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дана робота викладена на 74 сторінки друкованого тексту, з них 48 сторінок основного тексту, містить 7 таблиці, 10 рисунків та 4 додатки. Перелік використаної літератури включає 89 літературних джерел, , із них 11 іноземною мовою.

Об’єктом дослідження є санітарно-гігієнічний стан і показники загальної токсичності урбоземів смт. Степногірськ з різним ступенем антропогенного навантаження.

Предметом дослідження є загальна фітотоксичність і чисельність санітарно-показових організмів у ґрунті селітебної зони смт. Степногірськ.

Методи дослідження: мікробіологічні, біоіндикаційні, аналітичні, статистичні.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження санітарно-гігієнічного стану урбоземів смт. Степногірськ за мікробіологічними показниками та рівнем фітотоксичності.

Теоретично та експериментально визначено: за показниками фітотоксичного ефекту (ФЕсер), обрахованого за трьома параметрами (висота рослин, довжина коренів, суха маса рослин), рівень пригнічення ростових процесів фітоіндикатора Triticum aestivum за вирощування на урбоземі з ділянок № 1 і № 3 визначає рівень токсичності ґрунту як слабкий, а з ділянки № 2 – середній. За показниками загального мікробного числа піщаний ґрунт дитячих майданчиків відповідає категорії помірно забруднений (ЗМЧ перевищувало в 4,1-13,9 рази нормативні показники); кількість *coli*-форм і ентеробактерій на 2-3 порядки перевищувала встановлені норми, що свідчить про значне фекальне забруднення піщаного ґрунту.

УРБОЗЕМИ, АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ФІТОТОКСИЧНИЙ ЕФЕКТ, ТЕСТ-ОБ’ЄКТ, МІКРОФЛОРА, ЗАГАЛЬНЕ МІКРОБНЕ ЧИСЛО, САНІТАРНО-ПОКАЗОВІ ОРГАНІЗМИ

# abstract

In the work 74 pages 7 tables, 10 pictures were used 89 literary sources, including 11 in a foreign language.

The object of the study is the sanitary and hygienic condition and indicators of the general toxicity condition of urbozems s.m.t. Stepnogorsk, Zaporozhye region with varying degrees of anthropogenic load.

The subject of the study is the general phytotoxicity and the number of sanitary-indicative organisms in the soil of the residential area s.m.t. Stepnogorsk.

Research methods: microbiological, indicator, analytical, statistical.

The purpose of the qualification work is to study the sanitary and hygienic condition of urban soils s.m.t. Stepnogorsk on microbiological indicators and the level of phytotoxicity.

Theoretically and experimentally determined: according to the phytotoxic effect calculated by three parameters (plant height, root length, dry weight of plants), the level of inhibition of growth processes of phytoindicator Triticum aestivum on urban soil from area № 1 and № 3, determines the level of soil toxicity as weak. Аrea № 2 has a medium level of toxicity. According to the indicators of the total microbial number, the sandy soil of playgrounds corresponds to the category of moderately toxic (the total microbial number exceeded the normative indicators by 4.1-13.9 times); the number of coli forms and enterobacteria was 2-3 orders of magnitude higher than the established norms, which indicates significant fecal contamination of sandy soil.

URBOZEMS, ANTHROPOGENIC LOAD, PHYTOTOXIC EFFECT, TEST- OBJECT, MICROFLORA, TOTAL MICROBIAL NUMBER, INDICATOR-MICROORGANISM

ЗМІСТ

[ВСТУП 8](#_Toc89872213)

[1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 11](#_Toc89872214)

[1.1 Загальна характеристика антропогенно-трансформованих ґрунтів 11](#_Toc89872215)

[1.2 Мікробні комплекси антропогенно-змінених ґрунтів 18](#_Toc89872216)

[1.3 Визначення загальної токсичності ґрунтів методами фітоіндикації 24](#_Toc89872217)

[1.4 Завдання та принципи санітарно-гігієнічних досліджень 30](#_Toc89872218)

[2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 34](#_Toc89872219)

[2.1. Об’єкт дослідження 34](#_Toc89872220)

[2.2. Методи дослідження 34](#_Toc89872221)

[2.2.1. Відбір і підготовка зразків ґрунту 34](#_Toc89872222)

[2.2.2 Методика оцінки фітотоксичності ґрунту за допомогою «Ростового тесту» 35](#_Toc89872223)

[2.2.3 Методика визначення кількісного складу мікрофлори 37](#_Toc89872224)

[2.2.4 Статистична обробка даних 42](#_Toc89872225)

[3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 44](#_Toc89872226)

[3.1 Оцінка фітотоксичності урбозему с.м.т. Степногірськ за показниками ростового тесту 44](#_Toc89872227)

[3.2 Оцінка санітарного стану дитячих майданчиків за мікробіологічними показниками 49](#_Toc89872228)

[4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 55](#_Toc89872229)

[ВИСНОВКИ 59](#_Toc89872230)

[ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 60](#_Toc89872231)

[ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 61](#_Toc89872232)

[ДОДАТКИ 71](#_Toc89872233)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЗМЧ *–* загальне мікробне число

КУО *–* колонієутворюючі одиниці

МПА *–* м'ясо-пептонний агар

БГКП *–* бактерії групи кишкової палички

ЛКП *–* лактозопозитивних кишкових паличок

ФЕ *–*  фітотоксичний ефект

ВСТУП

Міські екосистеми займають в теперішній час близько 5% усієї життєво придатної території суші. Це системи, які відрізняються певними властивостями від природних. Міські ґрунти характеризуються великою мозаїчністю та нерівномірністю профілю, значним ущільненням, лужним середовищем, забрудненням різними токсичними речовинами [1].

Виступаючи едафічним середовищем існування організмів, ґрунт забезпечує їх взаємодію, формує різні типи зв’язків. Тому, біота едафотопу може бути використана як біоіндикатор, що дозволяє отримати об'єктивну інформацію щодо динаміки екологічного стану як міського, так і природного середовища.

Більшість функцій ґрунтових екосистем важко оцінити безпосередньо, адже ґрунт *–* багатофункціональна система, яка має свої властивості, такі як показники якості ґрунту, які можуть охоплювати широкий спектр фізичних, хімічних та біологічних характеристик ґрунту.

Зростання антропогенного навантаження на навколишнє середовище призводить до забруднення ґрунтів важкими металами, пестицидами нафтопродуктами, органічними та неорганічними відходами. Порушення рівноваги в екосистемі під впливом антропогенних факторів створюють сприятливі умови для життєдіяльності збудників паразитарних та інфекційних хвороб, де проміжним або остаточним хазяїном може виступати людина. Все більшої актуальності набувають питання екологічної оцінки його компонентів. Використання земельних ресурсів країни в зонах техногенезу потребує оцінки стану ґрунтового покриву, проведення заходів із попередження, усунення явищ його деградації, пов’язаних з забрудненням, відновлення продуктивності ґрунтів [2].

Вивчення антропогенного впливу на навколишнє природне середовище та пошук біоіндикаторів для встановлення показників забруднення, розроблення науково обґрунтованих методів збереження цілісності довкілля та його поліпшення є пріоритетним завдання сучасної екології. У вирішенні зазначених питань значна роль належить створенню надійної системи екологічного моніторингу довкілля на основі розробки нових комплексних методологічних підходів [3].

*Актуальність* цієї проблеми обумовлена доцільністю проведення моніторингу санітарно-гігієнічного стану антропогенно змінених і техногенних ґрунтів, зокрема урбоземів, за мікробіологічними показниками, які дозволяють визначити ступінь потенційної екологічної небезпеки.

*Метою* кваліфікаційної магістерської робити є дослідження санітарно-гігієнічного стану урбоземів смт. Степногірськ за мікробіологічними показниками рівнем та фітотоксичності.

Для досягнення поставленої мети було сформовано та виконано такі *завдання*:

1) визначити рівень фітотоксичності урбоземів с.м.т. Степногірськ з використанням тест-культури Triticum aestivum

2) охарактеризувати санітарно-гігієнічний стан піщаного ґрунту дитячих майданчиків селітебної зони з різним ступенем антропогенного навантаження за мікробіологічними показниками (ЗМЧ);

3) охарактеризувати рівень біологічного забруднення досліджуваних ділянок за індикаторними видами.

*Об’єктом* дослідження є: санітарно-гігієнічний стан і показники загальної токсичності урбоземів с.м.т. Степногірськ з різним ступенем антропогенного навантаження.

*Предметом* дослідження є: загальна фітотоксичність і чисельність санітарно-показових організмів у ґрунті селітебної зони с.м.т. Степногірськ.

Методи дослідження: мікробіологічні, біоіндикаційні, аналітичні, статистичні.

*Наукова новизна* роботи полягає у тому, що подібні роботи з вивчення впливу антропогенного навантаження на екологічний стан міських ґрунтів у межах с.м.т. Степногірськ не проводились.

*Значення результатів* наукового дослідження полягає в: результати роботи можуть слугувати підґрунтям для комплексного моніторингу урбоземів Василівського району Запорізької області.

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи магістра можуть бути використані у змісті навчальних дисциплін:

* «Моніторинг довкілля»;
* «Біоіндикація»
* «Урбоекологія»
* Регіональні екологічні проблеми
* «Екологічна експертиза»

Основні положення та результати дослідження доповідалися й обговорювалися на конференції «Молода наука».

За матеріалами дослідження опубліковано: 1 теза і 1 стаття за матеріалами конференції **«**Молода наука -2021» [4].

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальна характеристика антропогенно-трансформованих ґрунтів

Деградація земель та втрата біорізноманіття − дві найактуальніші глобальні проблеми, які прогресують в екосистемах [5].

Приблизно 23% земної поверхні наразі зазнає деградації, причому 5-10 мільйонів додаткових гектар щорічно уражаються, а близько 1,5 мільярда людей негативно впливають на деградовані землі у всьому світі [6].

Тому зменшення інтенсивності процесів деградації та відновлення деградованих нині земель є вкрай необхідними діями для підтримання функціонування та продуктивності екосистем, пом’якшення зміни клімату, збереження біорізноманіття та забезпечення виробництва продуктів харчування та забезпечення ресурсами [7].

Більшість функцій ґрунтових екосистем важко оцінити безпосередньо, тому вони часто випливають із вимірюваних властивостей ґрунту, таких як показники якості ґрунту, які можуть охоплювати широкий спектр фізичних, хімічних та біологічних характеристик ґрунту [8].

У більшості регіонів країни ґрунти підлягають під вплив значного техногенного навантаження (4,5 млн. га), що призводить до їх забруднення, у тому числі нітратами, пестицидами, важкими металами. При цьому інтенсивність забруднення визначає ступінь негативних змін біологічних властивостей ґрунту [9].

Під зворотністю впливів розуміють здатність ґрунтового тіла повернутися до стану, близького до вихідного. Чим швидше і повніше цей стан досягається, тим менш стійкими є результати впливів. Ефемерні впливи, наприклад, нерегулярне випасання худоби, одноразове використання протиожеледицевих солей на автомагістралях не залишають слідів у морфологічних і хімічних властивостях ґрунтів. У теоретичних працях зі стійкості ландшафтів і їхніх компонентів цій здатності надається дуже велике значення, і її визначають як «пружність», «еластичність», «резистентність [10].

Слід зазначити, що зворотність змін властивостей ґрунтів визначає можливість і тривалість процесу відновлення ландшафту. Зворотність змін, або здатність ґрунтів до самовідновлення, залежать від буферних властивостей самого ґрунту і від характеру впливу (його інтенсивності, тривалості, спрямованості на певні властивості ґрунтів), ґрунтотворного Переважна частина антропогенних впливів на ґрунти має зворотний характер, що впевнено доведено дослідженнями з окультурення ґрунтів.

Техногенні впливи, зазвичай, мають незворотний характер, адже для повернення ґрунту до початкового стану необхідно багато часу і зусиль. Незворотний характер більшості техногенних втручань пояснюють тим, що вони або порушують саме існування ґрунту (екранування ґрунту асфальтом, заповнення нафтовими інтрузивами ґрунтової товщі) майже до знищення, або наповнюють ґрунт сторонніми речовинами, які змінюють його функціонування. Ксенобіотики, зокрема пестициди, інсектициди пригнічують діяльність ґрунтової біоти або окремих її груп, що спричиняє зміни трансформаційних і міграційних процесів.

Зворотними бувають ті впливи, які відбуваються шляхом зміни чинників ґрунтоутворення, на відміну від більшості техногенних впливів, які діють безпосередньо на самі ґрунтові тіла. Стійкість природних систем, зокрема, ґрунтів, розуміють як їхню здатність протистояти впливам, тобто мало змінюватися (або зовсім не змінюватися) чи порівняно швидко повертатися до вихідного стану [11].

Антропогенні ґрунти − частина поверхневого шару літосфери, сформована в результаті господарської (рільничої, меліораційної, транспортної, промислової) діяльності людини та/або урбанізації. Отже це тип ґрунтів, сформований унаслідок антропогенних змін довкілля. Такі ґрунти формуються і змінюються під впливом антропогенного навантаження разом з іншими компонентами біосфери: екосистемами, природно-територіальними комплексами, рельєфом, ґрунтовими водами, флорою, фауною тощо.

Урбоземи або урбаноземи, являють собою біокосну багатофазову систему з безперервною участю живої фази, яка функціонує під впливом факторів ґрунтоутворення та антропогенного чинника. Урбоземи підлягають механічному, біологічному та хімічному забрудненню і здебільшого характеризуються відсутністю генетичних горизонтів, адже в профілі поєднуються різні за забарвленням і потужністю шари штучного походження, які представлені відкладами з пилувато-гумусного субстрату та з влюченням домішок будівельного сміття. Сформувалися на антропогенно-порушених, та частково, на антропогенно перетворених насипних ґрунтах різної потужності [12].

Базовими безпосередніми чинниками формування антропогенних ґрунтів є сільськогосподарське та промислове виробництво, а також окремі види антропогенної діяльності. У сільськогосподарському виробництві це обробіток ґрунту, сінокосіння, збирання врожаю, зрошення, осушення, заміна верхніх горизонтів ґрунтового профілю органічними добривами, торфом, сумішами органічного походження й інше. У промисловості − зміна верхніх шарів літосфери під час видобутку корисних копалин, створення систем очисних споруд, шламосховищ, териконів, хімічне забруднення, а також динамічні впливи, тощо. У будівництві та міському господарстві − вилучення та переміщення родючих шарів ґрунту, трамбування та витоптування, забруднення будівельним сміттям, створення звалищ побутових відходів, а також рекультивація, створення соціально-побутових та господарських об’єктів (спортивних майданчиків, парків розваг, штучних водойм тощо) й інше. Усе це призводить до ущільнення структури ґрунту, зміни видового складу і умов існування організмів, хімічного складу та кислотно-лужного балансу, рівня ґрунтових вод; втрати гумусу, посилення або зниження водопроникнення та випаровування; виникнення й посилення ерозії, дефляції, заболочення, засолення, окислення, вимивання, забруднення і засмічення ґрунтів.

Виділено наступні типи антропогенно-трансформованих ґрунтів: ґрунти зі зміненими верхніми горизонтами; ґрунти з новими верхніми горизонтами; ґрунти з трансформованою системою горизонтів внаслідок перетворення процесів у профілі; ґрунти із новоствореними профілями [13].

Антропогенно-поверхнево-перетворені природні ґрунти (урбоземи) поєднують горизонт «урбік» потужністю не менше 50 см і непорушену середню і нижню частини.

Урбаноземи поділяються на механічно-перетворені та хімічно-перетворені ґрунти:

1. Механічно перетворені ґрунти, в яких відбулася фізико-механічна перебудова профілю: ґрунтовий профіль складається з декількох горизонтів U1, U2, які утворені зі своєрідного пилувато-гумусового субстрату різної потужності й якості з домішкою сміття. Формується на ґрунтах різного генезису і на культурному шарі. Профіль урбанозему характеризується відсутністю природних генетичних горизонтів до глибини 50 см і більше.

Культуроземи (агроурбаноземи) – міські ґрунти фруктових і ботанічних садів, нефункціонуючих дачних ділянок, характеризується значною потужністю гумусового горизонту більше 50 см. Некроземи – ґрунти, які входять до комплексу ґрунтів міських кладовищ. Глибина перемішаності профілю понад 200 см.

Особливості – наявність характерних включень у нижній частині профілю, локальне механічне перемішування профілю поряд із непорушеними ділянками, наявність замощених (заасфальтованих) доріжок, планування території – розбивка на квартали, облаштування інженерних мереж освітлення та зливової каналізації. Будівництво та облаштування пам’ятних знаків (обелісків), склепів (гробівців) та меморіальних комплексів.

Рослинність таких територій представлена місцевими видами та значною кількістю інтродукованих видів, передусім вічнозелених та декоративних видів. Рекультиваційні роботи супроводжуються насипанням торфово-компостних сумішей та створенням клумб із багаторічними та однорічними декоративними рослинами. Некроземи кладовищ малих міст, селищ та сіл характеризуються спрощеною структурою та відсутністю комунікацій.

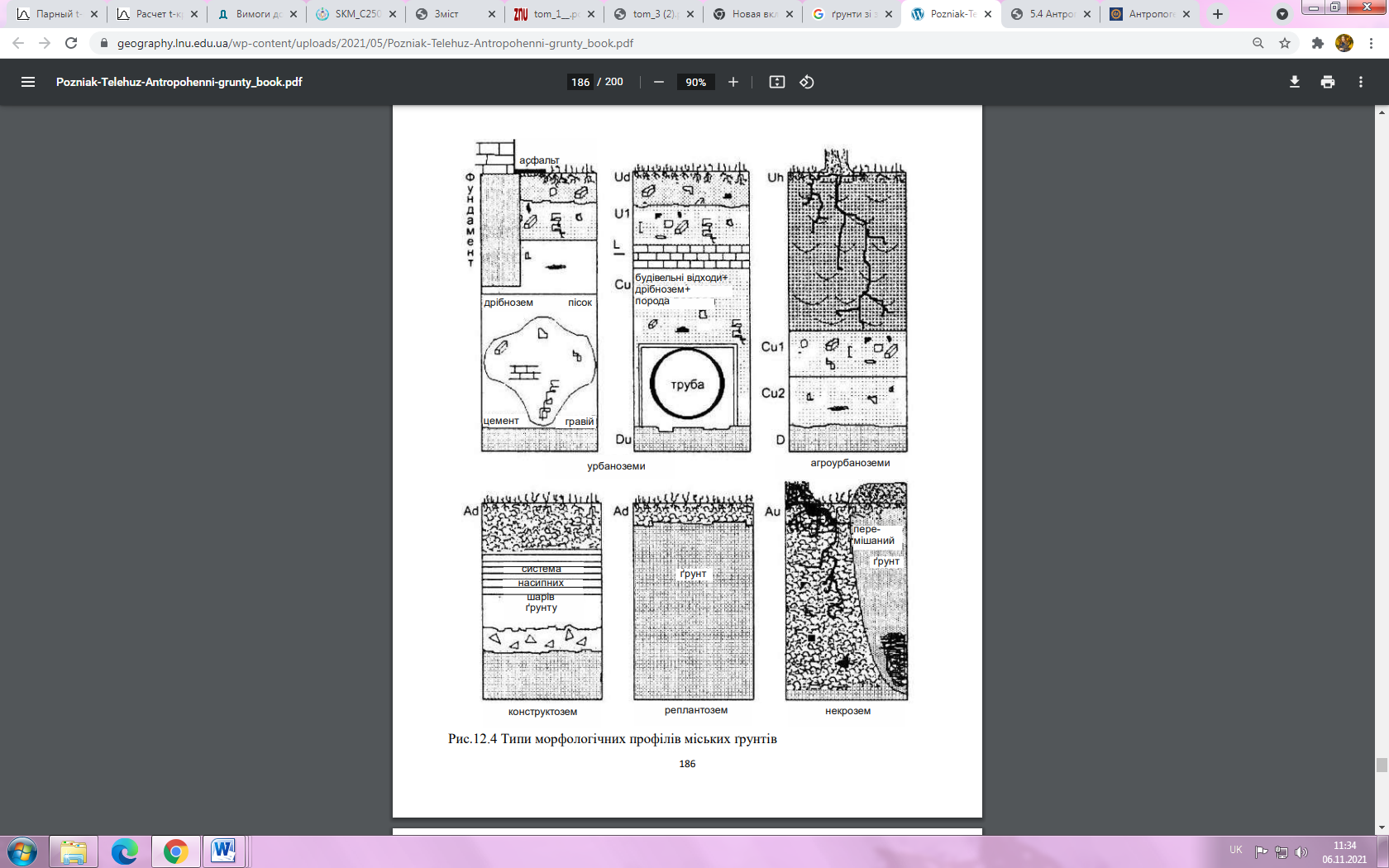


Рисунок 1.1 − Типи морфологічних профілів міських ґрунтів

2. Хімічно-перетворені ґрунти – ґрунти, в яких відбулися значні хемогенні зміни властивостей і будови профілю, за рахунок інтенсивного хімічного забруднення, як повітряним так і рідинним шляхом.

Індустріземи – ґрунти промислово-комунальних зон, сильно техногенно забруднені важкими металами та іншими токсичними речовинами. Формуються у місцях, де внаслідок аварій транспортних систем в ґрунт постійно надходять нафтопродукти. Ці ґрунти перекриті з поверхні або просочені в профілі органічними паливномастильними рідинами. Їх інколи називають нафтоземами.

3. Ґрунтоподібні тіла – «техноземи». Різняться за якісним складом, потужністю і властивостями насипного органогенного шару, складом і властивостями насипних одношарових і багатошарових ґрунтів. Їх поділяють на:

* реплантоземи – ґрунти, які складаються з малопотужного гумусового шару, шару торфово-компостної суміші або шару органо-мінеральних речовин, внесених на поверхню рекультивованої породи. Формуються в районах міських промислових і селітебних новобудов, на нових газонах.
* конструктоземи – штучно створені шляхом конструювання профілю за зразком природного ґрунту. Складається із серії шарів ґрунту різного гранскладу, генезису і родючого насипного гумусованого шару. Крім цих ґрунтоподібних поверхневих утворень у містах поширені ділянки з безгумусними природними і техногенно відкритими ґрунтами, а також території муніципальних сміттєзвалищ [13].

Міські ґрунти представляють собою специфічні природно-антропогенні утворення, які сформувались під впливом урбанізації. Для міст характерні як природні дерново-підзолисті ґрунти різного ступеня руйнування, так і штучно створені ґрунти, які мають поверхневий шар більше 50 см потужності, який утворений перемішуванням або забрудненням природного ґрунту не ґрунтовими матеріалами [14].

Особливістю міських ґрунтів є участь будівельно-побутових матеріалів у формуванні ґрунтового профілю, і, як наслідок, його гетерогенність. Скелетний матеріал складається з великої кількості будівельного та побутового сміття і промислових відходів, торф’яно-компостної суміші [15].

Міські екосистеми займають в теперішній час близько 5% усієї життєво придатної території суші. Це системи, які відрізняються певними властивостями від природних. Міські ґрунти характеризуються великою мозаїчністю та нерівномірністю профілю, значним ущільненням, лужним середовищем, забрудненням різними токсичними речовинами [16].

1.2 Мікробні комплекси антропогенно-змінених ґрунтів

Ґрунти характеризуються багатьма властивостями, які підтримують його функціонування та взаємозв’язок з навколишнім середовищем. У процесі сучасного землекористування вони набули нових ознак і властивостей. Будь-який вплив на ґрунт віддзеркалюється, насамперед, на стані та активності його мікробного угруповання, найбільш чутливому і мобільному компоненті ґрунтової екосистеми [17].

Великий вплив на склад мікробного ценозу ґрунту має рослинний покрив. Рослини своїми кореневим розгалудженням не тільки формують ризосферне мікробне угруповання, а часто змінюють й природні властивості деяких видів мікроорганізмів [18].

Жива мікробна складова ґрунту становить лише 0,1–0,3% від загального об'єму ґрунту. Цей показник присутній в більшості типів ґрунтів, та є важливим для загальної якості ґрунтів.

Характеристика мікробної спільноти ґрунтів все частіше використовується для визначення реакції ґрунтів на зміни навколишнього середовища, таких як стрес та порушення, та як показник відновлення екосистем.

Багато досліджень виявили, що показники якості ґрунтів є цінним активом для моніторингу та оцінки екосистем у програмах відновлення.

Одним з головних якісних показників ґрунту є його мікробіологічна активність. Мікробіоценоз характеризує потенційну родючість, сумарний результат біохімічних процесів, обумовлених життєдіяльністю мікроорганізмів. Якісний і кількісний склад комплексів ґрунтових мікроорганізмів показова діагностика показників стану ґрунту, що пов'язано з високою чутливістю окремих представників мікробних спільнот до зміни екологічних умов [19].

Урбанізація впливає на біологічні властивості ґрунтів міста, окремо на ґрунтові мікробні спільноти, в наслідок чого в урбоземах формуються спільноти спорових бактерій, не властиві загальним типам ґрунтів. Під впливом урбанізації та забруднення токсичними речовинами змінюється видовий склад та структура мікробоценозів [20].

У більшості регіонів країни ґрунти підлягають під вплив значного техногенного навантаження (4,5 млн. га), що призводить до їх забруднення, у тому числі нітратами, пестицидами, важкими металами. При цьому інтенсивність забруднення визначає ступінь негативних змін біологічних властивостей ґрунту.

Відомості про вплив забруднення важкими металами на мікробіологічну, ферментативну активність і дихання ґрунту, видовий склад і чисельність педомікробіоти неоднозначні і потребують уточнення. За даними ряду досліджень, чисельність ґрунтових мікроорганізмів при забрудненні важкими металами може знижуватися, не змінюватися або навіть збільшуватися, оскільки вплив забруднювачів на мікробоценоз залежить від природи полютантів, його вмісту в ґрунті і терміну деструкції [21].

До факторів антропогенного впливу, що мають важливе значення для формування і функціонування мікробних спільнот ґрунту можна віднести різні форми і дози добрив. Незбалансоване застосування мінеральних добрив призводить до порушення екологічної рівноваги в системі ґрунт-рослина-людина [22].

Сильний антропогенний пресинг (забруднення важкими металами, нафтопродуктами, пестицидами, внесення високих доз мінеральних добрив) активно діє на мікробні комплекси ґрунту. Різна стійкість компонентів мікробоценозу ґрунту до антропогенної дії призводить до випадання найбільш чутливих ланок, які можуть слугувати в ролі індикаторів забруднення міських ґрунтів. У свою чергу це змінює інтенсивність окремих стадій процесів кругообігу біогенних елементів, що веде до деградації ґрунтів, мінералізації гумусу, порушення екологічних функцій ґрунтів, знижується стійкість екосистеми в цілому і її окремих компонентів [23].

Дослідженнями мікробних комплексів урбоземів встановлена зміна чисельності і якісного складу мікробних угрупування і накопичення в них токсигенних, алергенних і патогенних мікроорганізмів, зокрема, ґрунтових мікроміцетів, що повинне привернути увагу санітарних і медичних мікробіологів [24].

Згідно вченням академіка В.І. Вернадського, інтенсифікація техногенезу обумовлює активізацію біогеохімічної діяльності мікроорганізмів.

Мікробіологічні властивості міських ґрунтів тривалий час вивчались з точки зору наявності в них санітарно-показових мікроорганізмів, а структура та особливості формування мікробних комплексів ґрунтів залишалися довгий час поза увагою вчених [25].

Показано, що в умовах міста серед сапротрофного бактеріального комплексу розповсюджені бактерії родини родококків. Це пояснюється їх толерантністю до важких металів та можливості до росту при підвищених концентраціях фенолів, нафтопродуктів та поверхнево-активних речовин.

Представники родів *Arthrobacter, Bacillus, Streptomyces* часто розглядаються як типові педобіонти з високою стійкістю до характерних для ґрунту стресів та можливістю отримувати ресурси з розведених розчинів або при гідролізі полімерів. Зростання рясності популяцій азотобактера у міському середовищі може бути пов’язано з залуженням ґрунтів.

Найбільш вимогливі до наявності в середовищі легкогідролізуємої органічної речовини виявилися представники бактерій порядків *Cytophagales* і *Myxococcales* та популяції родини *Enterobacteriaceae*. Цитофаги, які іноді розглядались як індикатори «свіжого» органічного забруднення середовища, виявилися більш пристосованими до міських систем, ніж міксобактерії [26].

Погіршення якості ґрунту, зниження його біологічної цінності, можливості до самоочищення викликають ланцюгову реакцію, яка у випадку тривалого несприятливого впливу може призвести до погіршення здоров'я населення. В сучасних умовах у результаті зростання антропогенних навантажень інтенсивність природних процесів самоочищення ґрунту знижується, що в свою чергу може створити умови для активізації патогенних, небезпечних мікроорганізмів.

Техногенне забруднення ґрунтів можна характеризувати як суму процесів, зумовлених перерозподілом хімічних елементів на поверхні ґрунту і в його товщі під впливом людської діяльності [27].

Функціонування заводів чорної та кольорової металургії призводить до накопичення у ґрунтах і стічних водах підприємств великої кількості іонів важких металів, які є токсичними для живих організмів, у тому числі й мікроміцетів [28].

Ґрунти територій, що знаходяться під впливом викидів виробництв чорної і кольорової металургії, машинобудування, вугледобувної, хімічної та металообробної промисловості містять важкі метали в кількостях, які в десятки і сотні разів перевищують природний геохімічний фон. Найбільш забруднені важкими металами ґрунти промислових та селітебних зон поруч з підприємствами чорної і кольорової металургії. Менш забруднені ґрунти, що знаходяться під впливом викидів підприємств хімічної, машинобудівної та металообробної промисловості [29].

У техногенно-порушених ґрунтах знижується чисельність і біомаса мікроскопічних грибів, а також формуються стійкі до забруднення мікоценози [30].

Проте, за даними інших авторів [31] з підвищенням рівня забруднення, у тому числі на території металургійних підприємств, може відбуватися незначне збільшення видової різноманітності грибів за рахунок появи мало типових для даного місцезнаходження видів, збільшення кількості резистентних видів грибів, зокрема меланінвмісних.

У техноземах, що знаходяться під впливом іонів важких металів, серед представників мікобіоти домінують еврітопні види *Aspergillus ochraceus A.  alliaceus, A. melleus* та *Fusarium oxysporum,* а в урбоземах– *Penicillium crustosum, F. oxysporum var. orthoceras, Paecilomyces lilacinus* і зростає кількість *Mycelia sterilia* (white) [33, 34].

Зав даними науково-технічного центру «ТАТА» основною групою мікроорганізмів, що формується при нафтовому забруднення ґрунту є сапротрофні гриби. При нафтовому забруднені в прикореневій зоні рослини відбувається різке збільшення чисельності мікроміцетів, що перевищує показники в едафосфері на 1-2 порядки. Домінуючі та найчастіше розповсюджені мікроміцети в ґрунті, забрудненого нафтою, представлені родами *Penicillium, Cephalosporium, Verticillium, Fusarium* [35].

Дослідженнями Іванової А.Є. та ін. [36] було показано, що в міських ґрунтах порівняно з непорушеними ґрунтами відбувається зменшення чисельності грибних зачатків, загального видового різноманіття мікроміцетів та зміна видового складу. Встановлено, що мікобіота міських ґрунтів представлена великою кількістю евритопних видівпорівняно із зональноими ґрунтами. Крім того, авторами встановлено було збільшення потенційно патогенних видів грибів в урбоземах, яке досягало максимальних показників поблизу житлових кварталів. На думку авторів, накопичення таких компонентів – кератину, білків, крохмалю, продуктів їх розпаду – створює умови для активного розвитку функціональних груп грибів та акумуляції в значних кількостях потенційно патогенних грибів.

Відомо, що якісний та кількісний склад ґрунтової мікробіоти адекватно віддзеркалює ступінь антропогенного навантаження, тому використовується як діагностичний показник під час оцінки екологічного стану ґрунтів.

За даними Микайло І. І. та ін. [37] у результаті моніторингових спостережень динаміки мікробних спільнот примагістральної екосистем були встановлені суттєві зміни мікробних ґрунтових комплексів. Так, чисельність амоніфікаторів (мікроорганізми, які здійснюють мінералізацію органічних азотовмісних сполук) закономірно збільшувалася зі збільшенням відстані від залізничної колії: у точці відбору проб ґрунту 100 м кількість амоніфікаторів збільшувалася в 62 рази в порівнянні з ґрунтом території, максимально наближеною до залізничної магістралі. Авторами встановлено, що під дією важких металів (сульфату міді) відбувається перебудова мікробного ценозу ґрунту. Так, при внесенні в ґрунт 1 г солі міді спостерігається істотне зниження всіх еколого-трофічних груп мікроорганізмів в порівнянні з контролем: амоніфікаторів – на 55,1 %, мікроміцетів – на 82,6 %, актиноміцетів і мікроорганізмів, які асимілюють органічні форми азоту – на 88%, азотфіксаторів – на 7%. Виняток становлять олігонітрофіли, кількість яких при внесенні 1 г міді навпаки зросла на 32 %.

Дослідженнями [38] встановлено зміни чисельності і видового різноманіття мікробних угруповань за ґрунтовим профілем рекреазему та культурозему. До групи домінантів і субдомінантів на досліджуваних ґрунтах зазвичай входили представники родів *Myxococcus* та *Bacillus*. Виявлено високий вміст представників рр. *Arthrobacter* і *Rhodococcus*, відомих своєю стійкістю до різних типів забруднення, а також актиноміцетів, що мають тенденцію до нейтральних та лужних значень рН [39].

Урбоземи характеризуються високим видовим різноманіттям представників роду *Bacillus* (*B. subtilis, B. cereus та B. megaterium*), рідше − *B. pumilis, B. sphaericus, B. macerans* та *B. polymyxa* [40].

Антропогенний вплив на ґрунти може бути досить різнобічним. Фітотоксична активність ґрунту зазвичай обумовлена накопиченням продуктів метаболізму ґрунтових мікроорганізмів, що інгібують ріст та розвиток рослин, та акумуляцією в ґрунті ксенобіотиків, які мають фітотоксичні властивості. Здебільшого це залишки пестицидів, мінеральних добрив, важкі метали тощо.

Фітотоксична активність зазвичай обумовлена погіршенням фітосанітарних властивостей ґрунту, нагромадженням патогенних та фітотоксичних мікроорганізмів. Серед бактерій фітотоксичні властивості проявляють представники роду *Bacillus* та *Bacterium*. Фітотоксини також здатні продукувати більшість ґрунтових мікроміцетів.

З огляду на це, оцінка екологічного стану ґрунту в різних екосистемах за показником фітотоксичної активності дасть змогу оцінити спрямованість та ступінь антропогенного навантаження [41].

1.3 Визначення загальної токсичності ґрунтів методами фітоіндикації

Пошук швидких методів оцінки придатності субстратів техногенно порушених ландшафтів для росту рослин є досить актуальним. Перспективним є використання методів біотестування, які є достатньо універсальними, відносно швидкими і недорогими [42].

Вони дозволяють отримати інтегральну токсикологічну характеристику природних середовищ незалежно від складу забруднюючих речовин.

Під біотестуванням розуміють такі методи дослідження, при яких якість середовища, фактори, які діють самостійно або разом з іншими, оцінюють за рівнем виживаємості, поведінкою та станом тест-організмів, яких помістили у досліджуване середовище. Показником ступеня токсичності при біотестуванні служить зміна обраної тест-функції біоіндикаторного організму при його взаємодії з пробою середовища. Успішне застосування біотестування для діагностики стану екосистеми багато в чому залежить від правильного підбору тест-організму [43].

Як біоіндикатори можуть бути використані тварини, рослини, мікроорганізми. Рівень організації тестованої біологічної системи може варіювати від доклітинного (макромолекули) до надорганізмового (угруповання). Більшість дослідників вважає, що застосування єдиного біологічного параметра для цілей біотестування ненадійне із-за різноманітних механізмів відгуку тест-організму на різні антропогенні забруднення. Найповніший аналіз інтегральної токсичності досягається при застосуванні набору біотестів з використанням різних тест-організмів при контролі їх біологічних параметрів [44].

Найбільш очевидними критеріями вибору тест-організму є простота роботи і точність отриманих у результаті тестування даних. Під простотою розуміється легкість виділення тест-організму з природних джерел, його зберігання, розмноження, постановки досліду на токсичність, обробка і інтерпритація отриманих результатів. Точність в даному випадку – це наявність однозначних, яскраво виражених змін тестованій функції індикаторного організму в результаті дії досліджуваного забруднювача.

Метод біоіндикації заснований на дослідженні впливу екологічних факторів, що змінюються, на різні характеристики біологічних об'єктів і систем. Як біоіндикатори використовують найбільш чутливі до досліджуваних факторів біологічні системи або організми, як тест-об’єкти [45-46].

Ідеальний біологічний індикатор повинен задовольняти ряду потреб [45, 47]:

1. бути типовим для даних умов;
2. мати високу чисельність в досліджуваному екотопі;
3. мешкати в даному місці;
4. знаходитись в умовах, які зручні для відбору проб;
5. характеризуватися позитивною кореляцією;
6. має короткий період онтогенезу.

Критерії вибору біоіндикатора:

1. швидка відповідь;
2. надійність (помилка < 20 %)
3. простота.

Біотестування можна проводити за допомогою таких тест-організму як пилок і насіння рослин, мікроорганізми, гуртові безхребетні, ґрунтові ферменти тощо [48].

Як середовище, що депонує, ґрунти можуть розглядатися як інтегральний індикатор забруднення природно-територіального комплексу (ПТК), що дає представлення про якість зв’язаних із ґрунтами життєзабезпечуючих середовищ – атмосферного повітря, природних вод і літогенної основи.

Однак, забруднені ґрунти є джерелами вторинного забруднення приземного шару повітря, поверхневих і ґрунтових вод; із ґрунтів рослини поглинають мінеральні речовини, залучаючи їх у біологічний круговорот. Отже, ґрунтовий покрив визначає міграцію хімічних елементів ланцюгами харчування, тому вивчення його стану являє собою істотну частину робіт з оцінки впливу антропогенних факторів на природне середовище [49].

Метод біотестування стану екосистем та агробіоценозів дозволяє визначити сумарну токсичність ґрунту, яка пов’язана з прямим та опосередкованим впливом важких металів на функціональні показники біогенності ґрунту (мікроорганізми, ферменти тощо). Оцінка змін біологічного потенціалу забруднених важкими металами ґрунтів включає урахування показників, що комплексно характеризують основні ланки біологічного кругообігу речовин, відображають як певні біологічні процеси, так і їх сукупність з урахуванням того, що кругообіг речовин у ґрунті є безперервним процесом циркуляції хімічних елементів, який відбувається за рахунок енергії сонячного випромінювання й здійснюється завдяки живим організмам через трофічні ланцюги [50, 51, 52].

Біоіндикаційне діагностування стану навколишнього середовища має ряд переваг перед хімічними та фізико-хімічними методами дослідження, а саме: вирізняється високою чутливістю до незначних антропогенних змін; дозволяє своєчасно виявляти наслідки впливу техногенних чинників на якісні показники довкілля; забезпечує вчасне виявлення наслідків та надання характеристики антропогенних впливів на екосистему, які мали місце в минулому, та прогнозування їх післядії [47].

Фітоіндикація – це метод оцінювання різних чинників, умов, явищ, режимів середовища на основі певних видів рослин чи рослинних угруповань. Базується на основі зв’язку видів з умовами їх існування. Цей метод дає можливість швидко та надійно візуально фіксувати на великих територіях не лише статистичні властивості, ознаки, а й динамічні зміни довкілля, у зв’язку з цим його використовують для екологічних експертиз, прогнозування, картування [53].

На фіксації морфологічних відхилень рослин від норми під дією забруднювачів заснована біоіндикація на тканинному рівні. Історично, саме морфологічні реакції організмів на техногенні фактори увійшли в практику оцінки якості навколишнього середовища. Ще у середині XIX століття бельгійські та англійські вчені описували фактори пошкодження рослин поблизу фабрик. До морфологічних відхилень вищих рослин відносять зміну забарвлення листя, хлороз, пожовтіння, некроз, листопад. Розроблені спеціальна шкала некрозів, яка дає можливість інтегрально оцінити забруднення даної місцевості. Морфологічні індикатори на основі лишайників знайшли своє використання у системах екологічного моніторингу багатьох країн.

Біоіндикацію багаторічних впливів антропогенних факторів на рослинність можна провести вимірюючи ширину річних кілець у контрольних дерев. Біологічним індикатором слугує також сезонний приріст у довжину горизонтальних гілок дорослих дерев та ритми розвитку дерев [54].

Для визначення фітотоксичності ґрунтів попередньо проводять вибір рослин-індикаторів, широке коло яких рекомендується міжнародним стандартом ІSО 11269-2 [55].

Добрими прикладами морфологічних індикаторів є крес-салат та тютюн сорту BEL W3, який вивели спеціально для моніторингу вмісту озону в промислових регіонах. У свою чергу, крес-салат служить гарним тестом на забруднення ґрунту та води. Біологічними параметрами виступають довжина проростку та кореня, загальна маса рослин у порівнянні з контролем.

На думку М. М. Мірошниченко і І. А. Кривицької [56], які досліджували ступінь фітотоксичності ґрунтів міста Маріуполь за різних рівнів їх забруднення важкими металами та мінеральними солями, тест-культурами, що об’єктивно відображують рівень техногенного забруднення ґрунтів виявились кукурудза та редьки посівна. Авторами показано, що визначення фітотоксичності, пов’язану із накопиченням окремих важких металів (Mn, Zn, Ni, Pb, Cr), мінеральних сполук підвищеним рН, з використанням цих культур істотно доповнюють результати хіміко-аналітичного контролю, що підвищує рівень надійності моніторингу ґрунтів в урболандшафтах.

Дослідниками з Лівії вивчалась фітотоксичність ґрунту, забрудненого залишками підірваних мін, за показниками проростання насіння та зростання сходів однорічної трав'яної рослини – біб кінський (*Vicia faba* L*.).* Результати показали тенденцію поступового зменшення вмісту важких металів (Pb, Cd і Hg) у ґрунті з відстанню від місця вибуху, при цьому більша концентрація зареєстрована поблизу епіцентру вибуху, а менша концентрація на відстані понад 6 м. За даними авторів, біоіндикатор *V. faba* L. виявився досить чутливим до несприятливих умов, пов’язаних із забрудненим вибухом ґрунтом [57].

Рядом авторів було апробовано перспективні рослинні тест-системи (*Allium cepa* L., *Raphanus sativus* var. *radicula* Pers. та *Lepidium sativum* L.) для оцінки токсичності субстратів породного відвалу вугільних шахт і нафтозабруднених ґрунтів. Встановлено, що найбільш чутливою тест-системою є *A.сepa* , що дає змогу використовувати схожість його насіння як первинний тест-параметр для оцінки загальної токсичності ґрунту. За результатами досліджень інших авторів [58], які вивчали стан ґрунтів у Червоноградському гірничопромисловому регіоні методами біоіндикації, найбільш чутливими до забруднення індикатором виявилась гірчиця біла (*Sinapis* L.)

За результатами досліджень Ю.А. Білявського та ін. [21] для визначення фтотоксичності Cu, Pb, Cd і Zn рекомендовано як фітоіндикатори використовувати представників родини *Brassicaceae.* Проте, більшість дослідників вважає, що при проведенні біологічного моніторингу токсичності ґрунтів урбоекосистеми та агроландшафтів більш інформативними будуть результати, якщо проводити комплексні дослідження. Так, Т.Ф. Яковішиною [49] розроблена і запропонована система біотестування токсичності ґрунту, забрудненого важкими металами, тест-реакціями якої є довжина кореня, висота проростку та суха біомаса вівса посівного; обростання грудочок ґрунту *Azotobacter*, активність каталази, дегідрогенази та уреази.

Використання різноманітних агрохімікатів як у сільському господарстві, так і міських системах, призводить до порушення природних циклів і збалансованих умов навколишнього природного середовища. Загалом спостерігається зниження екологічної стійкості агроценозів і ґрунту, його деградація, що в кінцевому результаті призводить до погіршення екологічної безпечності вирощеної продукції рослинництва й становить пряму загрозу здоров’ю людей.

Дослідження екологічних проблем, зокрема щодо шляхів міграції екотоксикантів в агроекосистемах, є надзвичайно важливими для розуміння небезпеки як для біоти довкілля, так і людини. У часовому вимірі просторова міграція пестицидів – процес динамічний та хаотичний, що, безумовно, впливає на біотичні компоненти екосистем [59].

Численні дослідження показують пряму залежність накопичення токсичних речовин від вмісту гумусу в ґрунті через високу сорбційну здатність гумінових речовин [60]. Тому у родючих структурованих ґрунтах максимальна акумуляція спостерігатиметься у верхньому орному шарі, в той час як у ґрунтах з низьким вмістом гумусу концентрація забруднювача мало відрізнятиметься по всьому профілю, до того ж слід очікувати підвищений ризик забруднення ґрунтових вод.

Для того, щоб прогнозувати поведінку органічних забруднюючих речовин, необхідно враховувати, що після потрапляння у ґрунт, подальшу їх долю визначатимуть наступні процеси: адсорбція, хімічна і біологічна трансформація, дифузійне та конвективне перенесення [61].

1.4 Завдання та принципи санітарно-гігієнічних досліджень

Бактерії виконують функції мінералізації, гуміфікації, підтримують гомеостаз біоценозів у відношенні характерного для даного типу ґрунту рівня гумусу, певного вмісту азоту (*Nitrospina,*[*Nitrosococcus*](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Nitrosococcus&action=edit&redlink=1)*, Nitrobacter)*, кисню (*Cyanobacteria*), сірки *(Desulfomonas, Desulfobacterium, Desulfobacter*), калію і характерного для даного ґрунту рівню рН (р. *Hydrogenobacter*), є ендосімбіонтами ([*Symbiodinium*](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Symbiodinium&action=edit&redlink=1)*, Convoluta*) [62-63].

Проте існують бактерії, які займають зовсім інше положення в трофічному ланцюгу, наприклад, паразити або хвороботворні, до яких відносять рр. *Ricettsia, Escherichia, Enterobacter, Klebsiella, Alcaligenes, Rhodococcus, Micrococcus*.

До першої групи патогенних мікроорганізмів, що постійно живуть в ґрунті, відноситься невелика кількість мікроорганізмів. Серед них на особливу увагу заслуговують клостридії ботулізму (*Clostridium botulinum*), які потрапляють в ґрунт з випорожненнями людини і тварин. Про це слід завжди пам'ятати при консервуванні (особливо домашньому) всіх овочів, грибів та інших продуктів, які можуть містити залишки землі.

Друга група включає спороутворюючі патогенні мікроорганізми, які потрапляють до ґрунту з фекаліями людини і тварин, іншими виділеннями, а також з трупами загиблих тварин. Грунт для них є вторинним резервуаром, оскільки при сприятливих умовах клостридії можуть розмножуватися і зберігатися у вигляді спор тривалий час.

До третьої групи включені патогенні мікроорганізми, що потрапляють в ґрунт з виділеннями людини і тварин і зберігаються протягом декількох тижнів або місяців. Всі ці мікроорганізми: сальмонелли, шигели, вібріони, бруцели, мікобактерії, лептоспіри, збудники сапу і ін. Не утворюють спор і тому швидко гинуть в результаті впливу різних фізичних і біологічних факторів [64].

Державні санітарні правила, гігієнічні нормативи − обов'язкові для виконання нормативні документи, що визначають критерії безпеки та забезпечення оптимальних чи допустимих умов життєдіяльності людини [65].

Завдання санітарної мікробіології:

* розробка, вдосконалення методів дослідження об'єктів навколишнього середовища − води, повітря, ґрунту, харчових продуктів, предметів побуту тощо;
* розробка нормативних документів, що визначають відповідність об'єктів навколишнього середовища гігієнічним вимогам, в тому числі характеристику за мікробіологічними показниками;
* розробка рекомендацій і заходів по оздоровленню об'єктів навколишнього середовища, контроль за їх виконанням;
* розробка науково-обґрунтованих рекомендацій по збереженню здоров'я людини.

Принципи санітарно-мікробіологічних досліджень:

1. Правильний відбір проб для санітарно-мікробіологічних досліджень з дотриманням всіх необхідних умов, регламентованих для кожного досліджуваного об'єкта, і правил стерильності. Помилки, допущені при відборі проб, призводять до отримання неправильних результатів. Кожна проба супроводжується документом, у якому вказують назву досліджуваного матеріалу, номер проби, час, місце взяття, характеристику об'єкта, підпис особи, яка взяла пробу.
2. Серійні аналізи. Цей принцип виходить з особливостей досліджуваних об'єктів. Тому беруть серію проб з різних ділянок, по можливості більшу кількість проб, що дозволить отримати достовірну характеристику об'єкта.
3. Повторне взяття проб. Дана операція необхідна для порівняння результатів. Це пов'язано перш за все з тим, що досліджувані об'єкти дуже динамічні. Тому повторне взяття проб дозволяє більш точно визначити динаміку об'єктів навколишнього середовища.
4. Застосування стандартних методів дослідження, затверджених відповідними ГОСТами та інструкціями, що дає можливість в різних лабораторіях отримувати порівнянні результати.
5. Проведення оцінки досліджуваних об'єктів за сукупністю отриманих результатів при використанні санітарно-мікробіологічних тестів з урахуванням інших гігієнічних показників, зазначених у відповідних ГОСТах і нормативах (органолептичних, хімічних, фізичних і т. д.) [62].

Санітарно-бактеріологічна оцінка піщаного ґрунту (лікувальних пляжів, дитячих майданчиків тощо) проводиться за наступними показниками: визначення лактозопозитивних кишкових паличок і *Clostridium perfringems*. Кількість лактозопозитивних кишкових паличок не більше 1 в 10 г ґрунті свідчить про відсутність патогенних бактерій. У разі перевищення допустимого числа ЛКП і за епідпоказаннями проводиться визначення додаткових мікробіологічних показників: *Е.* *сoli*, ентерококів, грибів роду *Candida*, а також патогенних бактерій]. Сигнальне значення має кількість стафілококів – 100, *Е*. *сoli* і ентерококів 2000 в 1 дм3, грибів роду *Candida* 50 в 1 дм3.

Санітарно-показовими мікроорганізмами в усіх лабораторіях світу прийняті бактерії групи кишкової палички (БГКП). БГКП відносяться до родини *Enterobacteriaceae*, яка налічує біля 40 родів, серед яких медичне значення мають рр*. Citrobacter, Enterobacter, Erwinia, Escherihia, Klebsiella, Proteus, Salmonella, Serratia, Shigella, Yersinia* [66].

Ряд авторів вважає, що визначення наявності в ґрунті або природних водах БГКП і *Е. соli* є дуже важливим питанням. За наявністю бактерій групи кишкової палички із вхідними в неї підгрупами *Bacterium paracoli* і *Васterium aerogenes* встановлюється фекальне забруднення та наявність патогенних мікроорганізмів кишкової групи. БГКП виділяються в зовнішнє середовище з випорожненнями людей і теплокровних тварин, що може стати причиною ряду шлунково-кишкових хвороб, такі як черевний тиф, паратифи, дизентерію тощо.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об’єкт дослідження

Робота виконувалась на базі кафедри загальної та прикладної екології і зоології ЗНУ у 2020 - 2021 рр. Досліджувався ґрунт, що відбирався з шару 0-20 см на ділянках, що знаходяться на території селітебної зони по вул. Сухоіванівська (ділянка 1), вул. Українська (ділянка 2), вул. Лесі Українки (ділянка 3). Контроль – природний біотоп за межами с.м.т. Степногірськ (додаток А).

С.м.т. Степногірськ – центр Степногірської селищної ради площа якого – 408,2 га, розташоване на відстані 3 км від автотраси Харків – Симферополь. Відстань до м. Запоріжжя – 35 км, до м. Василівка – 18 км. Кількість населення по Степногірській селищній раді на 01.01.2019 року – 5170 мешканців [67].

2.2. Методи дослідження

2.2.1. Відбір і підготовка зразків ґрунту

Змішані проби ґрунту відбирали згідно з вимогами ДСТУ 7243:2011 [68, 69].

Відбір ґрунту проводили з шару 0–10 см. Стерильним шпателем знімали і відкидали верхній шар ґрунту (2–3 см) та відбирали по 100-200 г по кутках і в центрі ділянки. Ретельно перемішали усі відібрані проби з однієї ділянки, вкладали проби в пакети і зазначали на етикетці дату і місце відбору.

У лабораторних умовах проби висипали на піддон рівним шаром, видаляли сторонні домішки (листя, кору, грудки, коріння, сміття), просіювали крізь сито 2 мм, ретельно перемішували. Пробу повітряно-сухого ґрунту висипали на аркуш паперу і розрівнювали шаром в 1-2 см, надали форми прямокутника та поділили його на чотири прямокутники або чотири трикутники (рис. 2.1), два з яких відкинули, а два з'єднали, перемішали і знову зменшили пробу методом квартування до 100-150 г. яку далі використали для заповнення чашок Петрі [70-71].

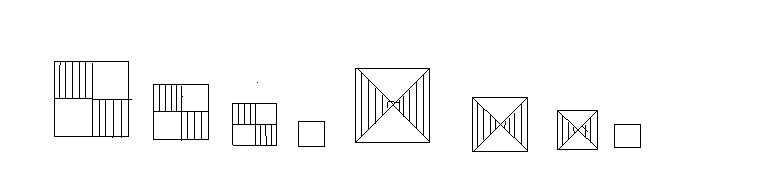


Рисунок 2.1 **−** Відбір проби ґрунту методом квартування

2.2.2 Методика оцінки фітотоксичності ґрунту за допомогою «Ростового тесту»

При оцінці токсичності проб ґрунтув чашку Петрі поміщали аркуш фільтрувального паперу, на який насипали 100 г повітряно сухого та подрібненого ґрунту і рівномірно розподілили по ємності. Потім додавали 5−7 мл води (використовували кип’ячену питну воду, попередньо відстояну кілька днів) і на ґрунт висаджували по 10 насінин індикаторної рослини в кожну чашку в 4-х повторностях. Для обробки посівного матеріалу готували концентрований розчин марганцівки (0,5 г кристалів на 100 мл води) і занурювали у нього насіння на 10-15 хвилин, після чого 1 хвилину промивали під струменем води і потім висушували [72].

На перші кілька діб чашки Петрі з досліджуваними зразками накривали склом. Два-три рази на добу скло знімали на 10-15 хвилин для провітрювання. На четверту добу ємності з висадженим у них насінням помістили на полицю, де по можливості протягом 14-ти годин підтримується постійне освітлення. Далі чашки з проростками виставили на полицю з природним денним освітленням і витримали ще 10 днів [73].

Після закінчення експерименту рослини обережно виймали з чашок Петрі, змили з них ґрунт, при цьому звертали увагу на морфологічні особливості рослин (раннє пожовтіння, особливості розвитку кореневої системи та ін.) та виміряли довжину кореневої і стеблової системи паростків, а також висушену масу десяти найбільш типових проростків.

Фітотоксичний ефект (ФЕ, %) визначали у відсотках за формулою [74-75]:

×100 (2.1)

де *Мо* – значення біопараметру (маса рослин, висота паростків, довжина корінців та ін.) у ємності з контрольним субстратом;

*Мх* – значення аналогічного біопараметру в ємності з досліджуваним субстратом.

Оцінку токсичності субстратів проводили за п’ятибальною шкалою [76] (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 − Шкала рівнів токсичності ґрунтів

|  |  |
| --- | --- |
| Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект), % | Рівень токсичності |
| 0–20 | Відсутність або слабкий рівень. |
| 20,1–40 | Середній рівень. |
| 40,1–60 | Вище середнього рівня. |
| 60,1–80 | Високий рівень. |
| 80,1–100 | Максимальний рівень |

2.2.3 Методика визначення кількісного складу мікрофлори

У лабораторних умовах досліджували кількісні показники – ЗМЧ і кількість індикаторних мікроорганізмів. Визначення кількісного складу ґрунтових бактерій проводили за загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методиками [77].

Окремі зразки об’єднували, видаляли сторонні домішки (листя, кору, сміття, коріння), просіювали крізь сито 2 мм, ретельно перемішували.

Проводили стерилізацію посуду сухим жаром. Колби, чашки Петрі, пробірки, піпетки, загорнуті в папір, стерилізували у спеціальній сушильній шафі за температури 160-1700С впродовж 2 годин.

Стан мікробних ценозів різних екотопів оцінювали за кількісним складом еколого-трофічних груп мікроорганізмів та індикаторних видів. Для обліку кількісного складу сапротрофних аеробних бактерій використовували м'ясо-пептонний агар (МПА); для виявлення та ідентифікації індикаторних видів – фуксин-сульфатний агар (середовище Ендо) та середовище Сіммонса.

*Склад м’ясо-пептонного агару* (МПА): ферментативний пептон, екстракт м'яса (1:2), NaCl, глюкоза, агар. МПА використовують для виділення, культивування та первинної ідентифікації сапротрофних аеробних бактерій.

*Склад середовища Ендо:* панкреатичний гідролізат рибного борошна – 12,0 г; екстракт пекарських дріжджів – 1,0 г; NaCl – 3,4 г; Na2SO3 – 0,8 г; NaHPO4 – 0,54 г; a-D-лактоза – 10,0 г; фуксин основний – 0,2 г; агар-агар – 10,0±2,0 г. pH готового середовища – 7,4±0,2.

Середовище призначене для виділення ентеробактерій з питної води, стоків, ґрунту, харчових продуктів. Селективність середовища визначається наявністю сульфіту натрію й фуксину основного, які пригнічують ріст грампозитивних мікроорганізмів.

*Склад середовища Сiммонса:* гідролізат казеїну неглибокого ступеня розщеплення ферментативний; екстракт кормових дріжджів для мікробіологічних живильних сухих середовищ (ЕКД); NaCl; лактоза, глюкоза, FeC6H5O7, Na2S2O3, Na2S2O5, Na2CO3, феноловий червоний, агар мікробіологічний. Середовище призначене для первинної ідентифікації ентеробактерій за їхньою здатністю ферментувати лактозу й глюкозу, утворювати газ і сірководень.

Наважку піщаного субстрату 10 г, зважену на технічних вагах, вносили в конічну колбу, яка містить 90 мл стерильної водогінної води, піддавали диспергуванню впродовж 20 хвилин, потім з надосадової рідини готували децимальні розведення суспензії (рис. 2.1).

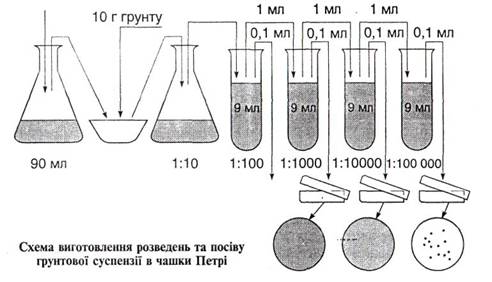


Рисунок 2.1 – Схема приготування децимальних розведень грунтової суспензії

Посів водно-ґрунтової суспензії на щільне середовище МПА проводили з розведень 1:100; на середовища Ендо і Сіммонса з розведення 1:10. Ґрунтову суспензію (1 мл) вносили в три паралельні чашки Петрі і заливали розплавленим і охолодженим до температури 450С поживним середовищем. Засіяні чашки перевертали догори дном і поміщали до термостату за температури 28°С. Тривалість культивування в термостаті 7-10 діб. Повторність досліду 3-разова.

Облік колоній бактерій, що ростуть на МПА і середовищі Ендо проводили на 3-4 добу; ентеробактерій на середовищі Сіммонса – на 3-7 добу. Вираховували середню кількість колоній, що утворилися на трьох паралельних чашках [78].

Визначали середню кількість колоній, що утворилися на кожній чашці, потім здійснювали перерахунок на 1 г абсолютно сухого субстрату за формулою (2.2) і виражали у колонієутворювальних одиницях у 1 г повітряно сухого ґрунту (КУО/г):

, (2.2)

де а – кількість клітин в 1 г ґрунту;

б – середня кількість колоній на чашці;

в – розведення, з якого зроблений посів;

г – кількість крапель в 1 мл суспензії;

д – маса повітряно-сухої або абсолютно сухого ґрунту, взятої для аналізу.

При кількісному обліку колоній, що виросли, приймали, що кожна колонія виникає в результаті поділу однієї клітини. Виділені колонії бактерій описували за морфолого-культуральними ознаками.

Підготовлені тимчасові мікропрепарати забарвлювали за методом Грама [79].

Мікроскопічні дослідження проводили за допомогою бінокулярного мікроскопу МИКМЕД-5.

Оцінку ступеня забруднення ґрунту проводили за шкалою [80-82] (табл. 2.2)

Таблиця 2.2 – Санітарно-мікробіологічна оцінка ґрунту

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика ґрунту | ЗМЧ  (в 1 г ) | Титр БГКП  (в 1 г) | Індекс  Ентерококів  (в 1 г) |
| Чистий | 1 • 103 | 1,0 і більше | 1-100 |
| Помірно забруднений | 1 • 103-5 | 0,9-0,01 | 100-1000 |
| Сильно забруднений | 1 • 106 | 0,009 і менше | 1000 і більше |

Оцінку епідемічної небезпеки дитячих майданчиків оцінювали за шкалою [82] (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Оцінка епідемічної небезпеки ґрунтів населених пунктів

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Об’єкти | Показники, КОЕ/ г грунту | | | | |
| Категорії забруднення  ґрунту | Кишкові палички | Ентеро-коки | Патогенні ентеро-кокки | Ентеро-віруси |
| Зони підвищеного ризику: території дитячих дошкільних закладів, шкіл; зони рекреації, городів, вигульних майданчиків | Чистий | 1-9 | 1-9 | - | - |
| забруднений | 10 і > | 10 і > | наявність | наявність |
| Зони санітарної охорони водойм | чистий | 1-9 | 1-9 | 1-9 | - |
| забруднений | 10 і > | 10 і > | 10 і > | наявність |
| Санітарно-захисні зони | чистий | 1-99 | 1-99 | - | - |
| забруднений | 100 і > | 100 і > | 100 і > | - |

2.2.4 Статистична обробка даних

Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням комп'ютерних програм *Microsoft Excel 2010.*  Для визначення достовірності даних використовували критерій Стьюдента-Фішера.

Для кожного з досліджуваних варіантів обчислювали середню довжину надземної і кореневої частин *x ±m*, де *m* - помилка середнього арифметичного, яку визначили за формулою:

, (2.3)

де *N* – кількість результатів;

*σ2* – дисперсія, яку визначають за формулою:

. (2.4)

Достовірність різниці середніх арифметичних *t* розраховали за критерієм Стьюдента-Фішера (11.3):

, (2.5)

*x* 1 – середнє арифметичне значення показника в контролі;

*x*2 – середнє арифметичне значення показника у досліджуваному варіанті;

*m1* – помилка середнього арифметичного в контролі;

*m2* – помилка середнього арифметичного у досліджуваному варіанті.

Якщо фактично встановлена величина *t* більше або дорівнює критичному (стандартному) значенню *tst* роблять висновок про існування статистично достовірної різниці між середніми арифметичними у досліджуваному та контрольному варіанті. Якщо ж фактична величина *t* менша за *tst*, різницю між середніми вважають статистично недостовірною.

Відсутність статистично достовірної різниці між середніми значеннями біопараметру в контрольному та досліджуваному варіанті свідчить про відсутність значних змін ростових процесів у біоіндикаторів, у порівнянні з контрольним варіантом. Тобто ґрунт у досліджуваному варіанті майже такої ж якості, як і в контрольному досліді та немає токсичних властивостей. І навпаки, статистично достовірна різниця між варіантом та контрольним дослідом вказує на те, що досліджуваний зразок мають фітотоксичні властивості [73, 75].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінка фітотоксичності урбозему с.м.т. Степногірськ за показниками ростового тесту

Оцінка ступеня антропогенного впливу на досліджувані ґрунти була проведена за допомогою тест-культури пшениці озимої (Triticum aestivum).  Цей біоіндикатор відрізняється швидким проростанням насіння і майже стовідсотковою схожістю, яка помітно зменшується в присутності забруднювачів (додаток В, Г). Крім того, коріння та проростки цієї рослини піддаються певним морфологічним змінам (затримка росту та викривлення проростку, зменшення довжини та маси корінців, а також кількості та маси насіння).

Сутність 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 стимулювальний ефект.

Рисунок 3.1 – Схожість насіння пшениці озимої (Triticum aestivum) за вирощування на урбоземі с.м.т. Степногірськ

Аналіз результатів ростового тесту показав відмінності тест-реакції обраної тест-культури за вирощування на зразках ґрунту за варіантами. Так, схожість насіння у контрольному варіанті становили 85,4 %, а показники індикаторних рослин за цим параметром варіювали в межах від 75,0% до 83,3%, або 87.8 – 97,5 % до контролю. Найменші показники схожості насіння було зареєстровано при вирощуванні на зразках урбозему з ділянки № 2, де проросло ліше75,0 % насіння, що становило 87,8 % до контролю (рис. 3.1).

Це можна пояснити законом мінімуму Лібіха, який стверджує, що від мінімально представленого в даний момент екологічного чинника залежить виживання організму. Обмежуючим чинником для рослин може бути наявність токсичних речовин, недостатність поживних речовин. Вузька просторова організація, тобто штучно створений мінімальний простір, а також внутрішньовидова конкуренція за життєво важливі ресурси.

Аналіз морфометричних параметрів (висота рослин та довжина коренів) на 14 день пророщування показав, що висота рослин коливалась в межах від 6,8 см до 8,4 см, а довжина коренів – від 6,2 см до 7,9 см. (рис. 3.2, табл. 3.1)

Рисунок 3.2 – Середня висота рослин та довжина коренів Triticum aestivum

Таким чином, показники контрольних рослин перевищували показники дослідних за двома параметрами відповідно на 20,0–35,3% та 7,1–27,1 %. Найбільша затримка ростового процесу спостерігалась на ділянці № 2 (вул. Українська): за параметром висоти рослин у 1,5, а за довжиною коренів у 1,3 рази порівняно з контролем.

Таблиця 3.1 − Середні морфометричні показники (висота рослин та довжини коренів) тест-культури Triticum aestivum, їх помилки та дисперсія

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант досліду | Показник | Дисперсія σ2 | Середнє  *x* ± *m* | *t-*  критерій |
| Контроль | Висота рослин, см | 2,27 | 10,5±0,23 | - |
| Довжина коренів, см | 1,58 | 8,5±0,19 | - |
| 1 | Висота рослин, см | 1,24 | 7,8±0,18 | 9,31 |
| Довжина коренів, см | 1,18 | 7,3±0,19 | 3,46 |
| 2 | Висота рослин, см | 1,14 | 6,8±0,18 | 12,75 |
| Довжина коренів, см | 1,68 | 6,2±0,23 | 7,66 |
| 3 | Висота рослин, см | 1,92 | 8,4±0,22 | 6,56 |
| Довжина коренів, см | 1,22 | 7,9±0,18 | 2,31 |

Отримані результати можна пояснити тим, що ґрунт є джерелом антропогенного та вторинного забруднення в результаті біогенних та абіогенних трансформацій, міграції хімічних елементів, а також особливими характеристиками ґрунтового покриву, такими як кислотність, механічний склад, вологість, вміст поживних речовин. Можливі фактори впливу на ґрунти − викиди автотранспорту.

Під впливом несприятливих умов механізми підтримки гомеостазу порушуються, що призводить до стану стресу. Стреси призводять до зменшення швидкості росту до рівня нижчого, ніж рівень, зумовлений генетичним потенціалом рослини.

Так, порівняльний аналіз результатів вимірювання за параметром сухої маси проростків пшениці озимої на 14 день вирощування показав, що найменшими вони були в індикаторних рослин за вирощування на зразках з ділянки № 2 (рис. 3.3).

Рисунок 3.3 – Середні показники сухої маси (мг) проростків Triticum aestivum.

Як свідчать дані, представлені на рисунку 3.3, найменшими показники сухої маси проростків пшениці озимої були у варіанті № 2, де середні показники дослідних рослин на 22,89 % менші за контрольні рослини. Суха маса проростків за вирощування на зразках ґрунту з ділянок № 1 і № 3 відповідно на 13,25 % і 4,8 %.

На основі проведених вимірювань був обчислений фітотоксичний ефект (табл. 3.2). Розрахований за трьома параметрами (висота рослин, довжина кренів та суха маса) фітотоксичний ефект, свідчить про те, що найбільш фітотоксичним щодо індикаторних рослин виявився урбозем з ділянки № 2 (вул. Українська). Так, ФЕ за параметром висоти рослин становив 35,24, за параметром довжини коренів – 20,1 та за сухою масою – 22,81. Середні показники ФЕ ґрунту з цієї ділянки були в 1,5 рази більше ніж ділянки № 1 та в 2,6 рази ділянки № 3 (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 − Фітотоксичний ефект урбоземів с.м.т. Степногірськ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Значення, % | | |
| Ділянка № 1 | Ділянка № 2 | Ділянка № 3 |
| ФЕ1 (за висотою рослин) | 25,71 | 35,24 | 20,09 |
| ФЕ2 (за довжиною коренів) | 14,12 | 27,06 | 7,06 |
| ФЕ3 (за сухою масою) | 13,25 | 22,89 | 4,82 |
| ФЕcp | **17,69** | **28,39** | **10,63** |

ФЕ, обрахований за величиною морфометричних показників проростків становив 20,0-35,24 %, що характеризує середній рівень токсичності урбоземів. Пригнічення ростових процесів коренів становила 7,1-27,1%, що визначає рівень токсичності зразків ґрунту з ділянок № 1 і № 3 як слабкий, а з ділянки № 2 як середній.

Подібна тенденція зберігається при розрахунку ФЕ, обрахованого за сухою масою росли: пригнічення ростових процесів тест-культури на ділянках № 1 і № 3 визначає рівень токсичності ґрунту як слабкий або відсутній, а з ділянки № 2 як середній.

У цілому, за середніми показниками ФЕсер, обрахованого за трьома параметрами (висота рослин, довжина коренів, суха маса рослин) рівень пригнічення ростових процесів на ділянках № 1 і № 3 (відповідно 17,69% і 10,63%) визначає рівень токсичності ґрунту як слабкий, а ділянки № 2 – середній (ФЕсер=28,39%).

Збільшення фітотоксичного ефекту можна пояснити більшим антропогенним навантаженням на території ділянки № 2, що пов’язано з більш інтенсивним рухом автотранспорту і викидами полютантів, що утворюються при згорянні автомобільного палива.

3.2 Оцінка санітарного стану дитячих майданчиків за мікробіологічними показниками

Проведена оцінка санітарного стану піщаного субстрату, яким заповнюються пісочниці на дитячих майданчиках дозволила встановити, що показники ЗМЧ піщаного ґрунту з ділянки № 1 (139,3х102 КУО/г ґрунту) перевищували 1,5 рази показники в контролі, ділянки № 2 – у 1,6 рази, ділянки № 3 – у 3,4 рази. (табл. 3.3). Встановлено, що за показниками загального мікробного числа піщаний ґрунт дитячих майданчиків смт Степногірськ відповідає категорії помірно забруднений: ЗМЧ перевищувало в 4,1-13,9 рази нормативні показники (табл. 2.3).

Таблиця 3.3 – Показники загального мікробного числа (ЗМЧ) піщаних субстратів досліджуваних ділянок

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ділянки | Чисельність, тис. КУО/г субстрату | | | | |
| ∑ колоній | Х | σ | *m* | ,% |
| Контроль | 269 | 8,98 | 5,05 | 2,92 | 36,0 |
| Ділянка № 1 | 418 | 13,93 | 3,41 | 1,67 | 24,0 |
| Ділянка № 2 | 264 | 8,80 | 1,44 | 0,83 | 16,0 |
| Ділянка № 3 | 124 | 4,13 | 2,23 | 1,29 | 54,0 |

Важливим показником для оцінки санітарного стану є наявність та кількість санітарно-показових видів бактерій. Аналіз колоній *сoli*-формних бактерій на середовищі Ендо і ентеробактерій на середовищі Сіммонса показав відмінності чисельності санітарно-показових видів у зразках за варіантами (табл. 3.4, додаток Б).

Чисельність індикаторних мікроорганізмів на середовищі Ендо була найменшою на ділянці № 3 (0,77 тис. КУО/г ґрунту), що в 2,2 рази менше за контроль та інші варіанти (1,60 – 1,73 тис. КУО/ г ґрунту).

Таблиця 3.4 – Чисельність санітарно-показових мікроорганізмів у піщаному субстраті дитячих майданчиків смт. Степногірськ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ділянки | Чисельність, тис. КУО/г субстрату | | | | |
| **∑** колоній | Х | σ | *m* | ,% |
| Середовище Ендо | | | | | |
| Контроль | 51 | 1,70 | 0,27 | 0,15 | 16,0 |
| Ділянка № 1 | 48 | 1,60 | 0,44 | 0,25 | 27,0 |
| Ділянка № 2 | 52 | 1,73 | 0,12 | 0,70 | 17,0 |
| Ділянка № 3 | 23 | 0,77 | 0,45 | 0,26 | 58,0 |
| Середовище Сіммонса | | | | | |
| Контроль | 255 | 8,50 | 0,95 | 0,55 | 11,0 |
| Ділянка № 1 | 44 | 1,47 | 0,76 | 0,44 | 52,0 |
| Ділянка № 2 | 146 | 4,87 | 1,30 | 0,75 | 27,0 |
| Ділянка № 3 | 940 | 31,33 | 9,71 | 5,91 | 31,0 |

У результаті проведеного морфологічного аналізу ізолятів на середовищі Ендо для виявлення *сoli*-формних бактерій нами було встановлено два морфотипи колоній: 1) темно-червоні з металевим блиском, що утворюються лактозопозитивними бактеріями в наслідок розщеплення лактози і притаманні *E. сoli*; 2) світлі колонії, що утворюються лактозонегативними бактеріями, які належать до сальмонел і шигел.

Кількість лактозо-позитивних бактерій становила в контролі 62,7 %, у зразках з ділянки № 1 – 56,3%, у зразках з ділянок № 2 і № 3 – 100% (рис. 3.4-3.7).

Як свідчать дані таблиці 3.4, чисельність ентеробактерій, що виросли на середовищі Сіммонса, становила від 1,18 тис. КУО/ г ґрунту (ділянка 1) до 4,87 тис. КУО/ г ґрунту (ділянка 2), що майже в 5,8 і 1,8 рази менше ніж у контролі.

Найбільш критичною за санітарними показниками ситуація склалася на дитячому майданчику, що знаходиться по вул. Лесі Українки (ділянка 3), де чисельність ентеробактерій становила 31,33 тис. КУО /г піщаного субстрату і перевищувала в 26,9 і 6,5 рази чисельність інших ділянок і в 3,7 рази контрольні показники.

Рисунок 3.4 – Співвідношення (%) лактозопозитивних і лактозонегативних бактерій на середовищі Ендо (контроль)

Рисунок 3.5 – Співвідношення (%) лактозопозитивних і лактозонегативних бактерій на середовищі Ендо в пробах ділянки № 1

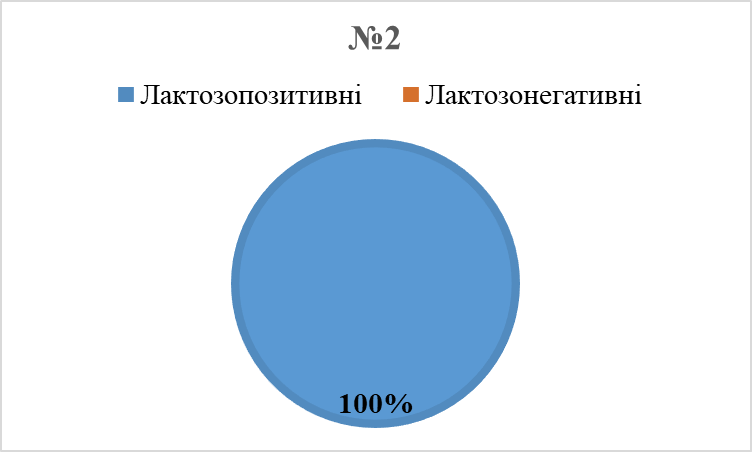


Рисунок 3.6 – Співвідношення (%) лактозопозитивних і лактозонегативних бактерій на середовищі Ендо у пробах ділянки № 2.

Рисунок 3.7 – Співвідношення (%) лактозопозитивних і лактозоегативних бактерій на середовищі Ендо у пробах ділянки № 3.

Отже, за санітарними показниками, найбільш забрудненим виявився піщаний ґрунт з ділянки № 3, де чисельність ентеробактерій становила 3133,3 КУО /г ґрунту і перевищувала в 26,9 і 6,5 рази чисельність інших ділянок і в 3,7 рази контрольні показники відповідно.

Встановлено, що за показниками загального мікробного числа піщаний ґрунт дитячих майданчиків смт Степногірськ відповідає категорії помірно забруднений: ЗМЧ перевищувало в 4,1-13,9 рази нормативні показники (табл. 2.3).

Проведена оцінка епідеміологічної небезпеки піщаного ґрунту дитячих майданчиків показала, що за всіма параметрами піщаний субстрат не відповідає вимогам щодо дитячих майданчиків: кількість *coli*-форм і ентеробактерій на 2-3 порядки перевищували встановлені норми, що свідчить про значне фекальне забруднення піщаного ґрунту [64, 80-81].

Встановлено, що найбільш забрудненими виявилися зразки ґрунту з вул. Лесі Українки (ділянка № 3), де кількість ентеробактерій перевищувала на 3 порядки нормативні показники і на порядок чисельність на інших ділянках.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Перед початком роботи зі мною було проведено інструктаж з охорони праці науковим керівником за інструкцією № 46 від 14.01.2008 р. з Охорони праці та інструкцією № 62 від 27.10.2009 р. з Пожежної безпеки.

Знання, отримані з курсів „Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” я застосовувала при виконанні експериментальної частини моєї дипломної роботи, яка проводилась у лабораторії № 206 на кафедрі загальної та прикладної екології та зоології. Матеріал для виконання експериментальної частини моєї дипломної роботи було зібрано в польових умовах на території с.м.т Степногірськ.

Під час виконання моєї дипломної роботи освітлення в лабораторії було достатнім (300-400 люкс), що відповідає вимогам СНіП 11-4-79 „Природне та штучне освітлення. Норми проектування” [85].

Температура у приміщенні коливалася залежно від температури навколишнього середовища в осінній та весняний період, але була відносно постійною під час опалювального сезону й завжди залишалася у комфортних межах (20-250 С) [86].

Вологість повітря коливалася у межах 40 – 75 % і залежала від вологості повітря зовнішнього середовища.

Під час роботи в лабораторії я керувалась інструкцією з охорони праці при роботі студентів у лабораторіях кафедри загальної та прикладної екології та зоології та ДНАОП 9.2.301.06–98 „Правила безпеки при проведенні учбово-виховного процесу в кабінетах (лабораторіях) загальноосвітніх учбових закладів, затверджені наказом Держнагляд охорони праці України від 16.11.98 № 222. Згідно цієї інструкції, я ніколи не працювала сама у лабораторії, завжди одягала спеціальний захисний одяг: халат, рукавички та окуляри (у разі потреби), виконувала усі дослідження згідно методик та інструкцій, завжди ретельно перевіряла прилади перед початком роботи та використовувала лише чистий посуд [87].

При проведені польових досліджень імовірними є такі небезпечні випадки: пошкодження зв’язок, вивихи, тепловий удар, сонячні опіки, порізи шкіри, укуси комах. Специфіка моєї роботи вимагала обережного поводження під час збирання матеріалу у водоймах.

Для запобігання їх небезпечної дії слід дотримуватися наступних правил у виборі робочого одягу, часу проведення робіт:

* одяг повинен бути щільним і зручним, але з гарною вентиляцією влітку, для запобігання теплового удару, бажано нейтрального відтінку; обов’язкова наявність головного убору (світлого кольору, з полями); рекомендовано штани заправляти у взуття для зменшення вірогідності укусу комах, мати високе взуття на низьких підборах, належного розміру, спортивного типу (для запобігання вивихів, появи мозолів); одяг повинен повністю прикривати ноги, тулуб, бути належного розміру і час від часу має перевірятися;
* уникати роботи в період масового цвітіння рослин, які можуть викликати алергію;
* мати при собі аптечку: бинт, вата, розчин йоду, перманганат калію, стрептоцид, валідол, аспірин, знеболюючий засіб (темпалгін, но-шпа), вазелін, пінцет, рослинна олія та інші препарати (за необхідністю), також питну воду та хустинки [88].

Проведення експерименту супроводжувалось одержанням великої кількості інформації, обробити яку швидко можливо тільки з використанням комп’ютерної техніки. Тому, я дотримувалась під час здійснення роботи на персональному комп’ютері таких правил:

Враховуючи, що тривала робота з комп’ютером призводить до іонізації приміщення «+» та «−» іонами (аеронами), з котрих негативно на стан здоров’я впливають «+» аерони, я через кожні півтори години робила перерву. В цей час вмикалась примусова вентиляція, яка виносила аеронізоване повітря з приміщення, а замість нього нагніталось свіже. Норма: min аеронів 160, не більше 5 000 в 1 см3. Враховуючи, що робота з комп’ютером є роботою з тривалим перебуванням у фіксованій позі, я виконував під час перерви фізичні вправи та вправи для очей [89].

Перед початком роботи зі мною було проведено протипожежний інструктаж і зафіксований в журналі періодичного інструктажу. Під час роботи з легкозаймистими та горючими речовинами, газами треба дотримуватися вимог норм роботи з ними. Усі роботи, пов’язані з виділенням токсичних або пожежо - вибухонебезпечних газів і парів, слід виконувати у витяжних шафах із справною вентиляцією. Всі електроустановки повинні мати захист від струму короткого замикання та інших відхилень від нормальних режимів роботи, що можуть привести до виникнення пожежі. Усі хто знаходиться в лабораторії, повинні знати пожежну небезпеку застосованих хімічних реактивів і речовин, засоби їх гасіння та дотримуватися заходів безпеки під час роботи з ними.

У приміщеннях лабораторій забороняється:

* застосовувати для миття підлоги та обладнання легкозаймисті та горючі речовини (бензин, ацетон тощо);
* користуватися електонагрівачами;
* залишати без нагляду робоче місце, запалені пальники та інші нагрівальні прилади;
* сушити предмети, що можуть горіти, на опалювальних приладах;
* зберігати будь – які речовини, пожежонебезпечні властивості яких не досліджені;
* тримати легкозаймисті та горючі речовини біля відкритого вогню, нагрівальних приладів, паяльників тощо;
* виливати відпрацьовані легкозаймисті та горючі рідини в каналізацію [90].

Перша допомога при хімічних опіках шкіри: уражене місце потрібно обмити великою кількістю води, потім обробити нейтралізуючим розчином (при опіках кислотою − 10 % розчином бікарбонату натрію, лугом − 3-4 % розчином оцтової кислоти).

Перша допомога: при тепловому опіку − уражене місце слід покрити стерильним матеріалом, зверху покласти шар вати та перебинтувати; при ураженні електричним струмом − постраждалого необхідно звільнити від дії струму, покласти на спину, розстібнути воріт, розжати рота та робити штучне дихання до тих пір, поки не приїде лікар [91].

Таким чином знання дисциплін «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» допомогли мені уникнути небезпечних випадків та травмувань

.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що за середніми показниками фітотоксичного ефекту (ФЕсер), обрахованого за трьома параметрами (висота рослин, довжина коренів, суха маса рослин), рівень пригнічення ростових процесів фітоіндикатора Triticum aestivum за вирощування на урбоземі з ділянок № 1 і № 3 визначає рівень токсичності ґрунту як слабкий (ФЕсер відповідно 17,69% і 10,63%), а з ділянки № 2 – середній (ФЕсер=28,39%).
2. Встановлено, що за показниками загального мікробного числа піщаний ґрунт дитячих майданчиків смт Степногірськ відповідає категорії помірно забруднений: ЗМЧ перевищувало в 4,1-13,9 рази нормативні показники.
3. Проведена оцінка епідеміологічної небезпеки піщаного ґрунту досліджуваних дитячих майданчиків за показниками чисельності індикаторних мікроорганізмів і наявності ЛКП показала, що за всіма параметрами піщаний субстрат не відповідає вимогам щодо дитячих майданчиків: кількість *coli*-форм і ентеробактерій на 2-3 порядки перевищували встановлені норми, що свідчить про значне фекальне забруднення піщаного ґрунту.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. При проведенні моніторингових досліджень санітарного стану урбоземів, прямі вимірювання фітотоксичності мають бути обов’язковою складовою ґрунтово-екологічних обстежень міських територій, оскільки це суттєво уточнює оцінку реальної небезпеки та допоможе уникнути помилок при упорядкуванні селітебних територій.
2. Для підтримання належного санітарного стану ґрунтів селітебної зони смт. Степногірськ рекомендуємо підсилити адміністративний та громадський контроль за проведенням заходів щодо упорядкування прибудинкових територій, зокрема дитячих майданчиків, що сприятиме покращенню їх санітарного стану і небезпеки для дітей.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

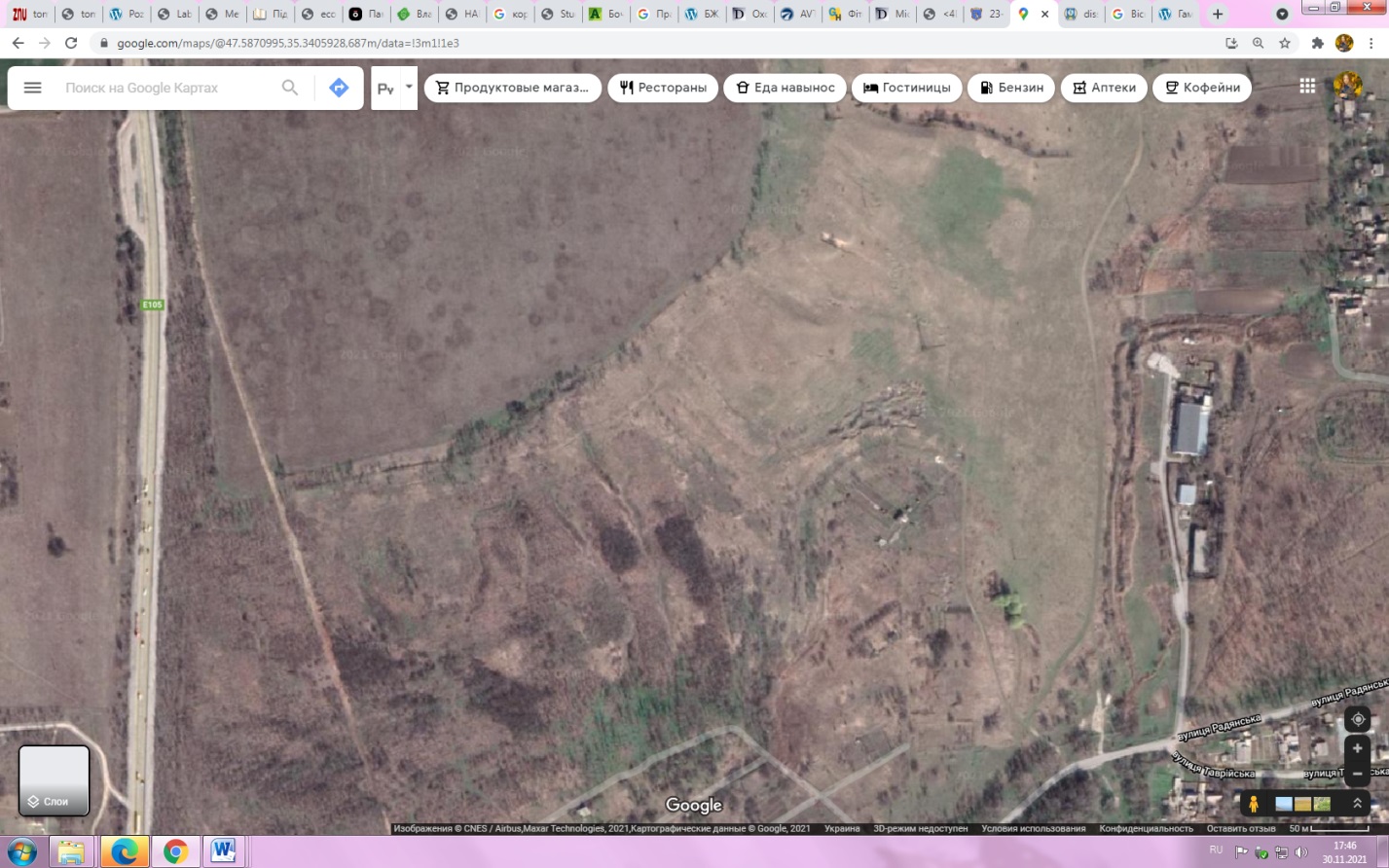
1. Боголюбова В. М. Моніторинг довкілля. Вид. № 1 Винниця : ВНТУ, 2010. 232 с.
2. Іванків М., Качмар Н., Павкович С., Вовк С., Бальковський В., Городиська І. Просторова міграція хлорорганічних пестицидів. *Вісник Львівського національно аграрного університету*. Агрономія. Львів, 2020. №24. С. 23-27.
3. Стець Г., Волошина Н. Біоіндикаційне картографування техногенно трансформованих територій м. Києва. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Біологічні науки*. 2016. № 7. С. 98-102. URL:  <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvvnu_2016_7_22>
4. Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених *«Молода наука-2021»*. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. Т.1. 375 с.
5. Akhtar-Schuster, M. et al. Unpacking the Concept of Land Degradation Neutrality and Addressing Its Operation through the Rio Conventions. *Journal of Environmental Management*, 2017. Р. 4-15.
6. Ilan Stavi, Golan Bel, Eli Zaady. Soil functions and ecosystem services in conventional, conservation, and integrated agricultural systems. A review. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag. *EDP Sciences*. INRA, 2016. Р.32.
7. Keesstra, S. D., Bouma, J., Wallinga, J. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals, 2016. Р. 111-128. URL: <https://doi.org/10.5194/soil-2-111-2016>
8. Zornoza R., Acosta A. Identification of sensitive indicators to assess the interrelationship between soil quality, management practices and human health. *Soil.* 2015. Р. 71-73.
9. Uricchio V. Toxicological database of soil and derived products (BDT). *Ann Ist Super Sanita*. Vol. 44, 2008. P. 81-87.
10. Крайнюкова А. М. Біотестування – метод оцінки токсичних властивостей компонентів природного середовища та джерел їх забруднення. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. Харьків: Райдер, 2006. Вип.XXVIII. С. 15-33.
11. Позняк С.П., Телегуз О. Г. Антропогенні ґрунти : навч. посіб. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 200 с.
12. Денисик Г.І. Антропогенне ландшафтознавство: навчальний посібник. Частина І. Глобальне антропогенне ландшафтознавство. Вінниця: ПП «ТД Видавництво Едельвейс і К», 2012. 246 с.
13. Антропогенні ґрунти. Велика українська енциклопедія. URL: https://vue.gov.ua/Антропогенні ґрунти (дата звернення: 06.11.2021).
14. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.
15. Строганова М.Н. Городские почвы: опыт изучения и систематики. *Почвоведение*. 1992. № 7. С. 16–24.
16. Приймак О.П. Дія інгредієнтів автомобільних викидів на активність ферментів вуглеводного обміну в коренях декоративних рослин. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2006. С. 114-126.
17. Алексашкин И.В. Почва как универсальный нейтрализатор загрязняющих веществ. *Мониторинг природной и техногенной сред:* *Всеукраинская научная конференция*. Симферополь: ДИАЙПИ, 2008. С. 114-116.
18. Berendsen R. L. Therhizo-sphere microbio meand plant health. *Trends. Plant.* Sci.17, 2012. Р. 478-486 .
19. Свирскене А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы: *Почвоведение.* 2003. № 2. С. 202-210.
20. Екологічні біотехнології: теорія і практика. навча посіб. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 254 с.
21. Білявський Ю.А., Мислива Т.М.Фітотоксичність Cu, Pb, Cd і Zn для овочевих культур – представників родини *Brassicaceae.**Вісник Сумського національного аграрного університету.**Серія «Агрономія і біологія,* 2014. Вип. 3 (27), 2014. С. 73-77.
22. Волкогон В. Мікробіологія в сучасному аграрному виробництві. *Сільськогосподарська мікробіологія*: Міжвід. темат. наук. зб. Чернігів. № 1-2. С. 6-29.
23. Киреева Н.А. Изменение видового разнообразия микромицетов нефтезагрязненных почв при биоремедиации: *Микология и фітопатологія*. 2006. Т. 40, № 1. С. 47-51.
24. Свистова И.Д. Накопление токсичних видов микроскопичных грибов в городских почвах. *Почвоведение.* 1996. № 8. С. 156-167.
25. Лысак Л.В. Микробные комплексы городских почв. *Почвоведение.* 2000. №1. С. 80–85.
26. Сушко А. Р., Дуган О. М., Журахівська Л. Р., Марінцова Н. Г. Мікроорганізми як деструктори та індикатори токсичності гетероциклічних сполук. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. Львів, 2016. С. 249-257.
27. Ізюмова О. Г. Гумусоутворення в грунті за техногенного впливу цементного виробництва. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 2. С. 65-69.
28. Олішевська С.В. Швидкість росту як кількісний критерій дослідження резистентності мікроскопічних грибів до іонів міді. *Укр. ботан. журн.* 2006. Т. 63, № 2. С. 210-219.
29. Дударева Г.Ф., Костюченко Н.И. Влияние антропогенной нагрузки на состояние микробных комплексов почв Запорожской области. *Мониторинг природных и техногенных сред*. *Всеукраинская научная конференция.* Сімферополь: ДИАЙПИ, 2008. С.125-127.
30. Коріновська О.М. Чисельність та біомаса мікроміцетів у техногенно-порушених і природних ґрунтах. *Біологічний вісник МДПУ*. 2014. № 2. С. 69.
31. Зачиняева А. В. Микологическая индикация почв Череповецкого промышленного района. *Микология и фитопатология*. 2006. № 1. С. 39-45.
32. Олішевська С. В. Вплив іонів важких металів на мікробіоту ґрунту криворізького регіону. *Мікробіологічний журнал*. 2009. № 4. С. 50-57.
33. Костюченко Н. І. Супрун О. С. Мікроміцетні комплекси як показник екологічного стану урбоземів заводського району м. Запоріжжя. *Актуальні питання біології, екології та хімії*. 2016. Т. 11, № 1. С. 95-108.
34. Костюченко Н. І., Платонова К**.** І. Мікроміцетні комплекси кореневої зони газонних трав рекреаційних зон міста запоріжжя. *Актуальні питання біології, екології та хімії.* 2015. Том 10, № 2. С. 23-32. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/apd_2015_10_2_5>
35. Назаров А.В., Иларионов С.А. Изучение причин фитотоксичности нефтезагрязненных почв. *Альтернативная энергетика и экология*. 2009. № 1.С. 60-65.
36. Иванова А.Е., Суханова И.С., Марфенина О.Е. Функциональное разнообразие микроскопических грибов в городских почвах разного возраста формирования. *Микология и фитопатология*. 2008. Т. 42, № 5. С. 450-460.
37. Микайло И. И., Бобрик Н. Ю., Кривцова М. В., Николайчук В. И. Влияние антропогенных поллютантов на почвенный микробиоценоз в условиях Закарпатья. Ужгород, 2013. № 11. С. 130-136.
38. Lysak, E.V. Lapygina The Diversity of Bacterial Communities in Urban Soils *Eurasian Soil Science*, 2018. Vol. 51, No. 9. Р. 1050-1056.
39. Rozanova M. S., Prokof’eva T. V., Lysak L. V. Soil organic matter in the Moscow State University botanical garden on the Vorob’evy Hills. *Eurasian Soil Sci*. Moscow, 2016. № 49. Р. 1013-1025.
40. Keesstra, S., Bouma, J., Wallinga, J. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals, SOIL. 2016. № 2. Р. 111-128. URL: <https://doi.org/10.5194/soil-2-111-2016>
41. Бузинний М.В. Реакція генотипів озимої пшениці м’якої на стресові умови вегетації при підживленні рослин в різні фази розвитку. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2014. № 3. С. 70-72.
42. Джура Н.М.Можливості використання рослинних тест-систем для біомоніторингу нафтозабруднених ґрунтів. *Біологічні студії / Studia Biologica*. 2011. Т. 5, № 3. С. 183-196.
43. Крайнюков О.М., Кривицька І.А. Удосконалення способу визначення ступеня забрудненості грунтів методом біотестування. *Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки*. 2018. № 1. С. 83-89.
44. Лисиця А.В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій. Методичні рекомендації до практичних робіт. Рівне: Дока-центр, 2018. 77 с.
45. Боголюбов В. М. Моніторинг довкілля. Вид. № 2. Винниця : ВНТУ, 2010. 232 с.
46. Петрук Р. В., Кравець Н. М., Трач І. А., Кватернюк С. М., Варакса В. В. Аналіз фітотоксичного ефекту небезпечних пестицидних препаратів за допомогою біоіндикації. *Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека»*. 2019. № 2. С. 42-48.
47. Никифоров В.В., Дігтяр С.В., Мазницька О.В., Козловська Т.Ф. Біоіндикація та біотестування: навч. посіб. Кременчук: Видавництво ПП Щенбатих О.В., 2016. 76 с.
48. Шевчик Л. З. Екологічна оцінка та фіторемедіація нафтозабруднених ґрунтів: дис. канд. біол. наук: 03.00.16. Львів, 2017. С. 22.
49. Яковишина Т. Ф.Cистема біотестування токсичності ґрунту, забрудненого важкими металами. *Вісник Сумського національного аграрного університету***.** Серія «Агрономія і біологія», 2014. Вип. 3 (27). С. 70-72.
50. Самохвалова В. Л., Фатєєв А. І., Найдьонова О. Є. Аналіз стану забруднених важкими металами ґрунтів за окремими біохімічними показниками. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2008, № 22. С. 143-151.
51. Крайнюкова А. М. Біотестування – метод оцінки токсичних властивостей компонентів природного середовища та джерел їх забруднення. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. Харьков: Райдер, 2006. Вип.XXVIII. С. 15-33.
52. Мелехова О. П., Егорова Т. И., Евсеева Е. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений. Москва : Изд. центр «Академия», 2007. 288 с.
53. Фітоіндикація. Словник агронома. URL: <https://superagronom.com/slovnik-agronoma/fitoindikaciya-id20443> (дата звернення: 17.08.2016).
54. Капелюш Н.В. Вплив викидів автомобільного транспорту на ритми сезонного розвитку видів роду *Platanus* за умов південного сходу України. *Питання біоіндикації та екології.* Запоріжжя: ЗНУ, 2006. С. 93–107.
55. ISO 11269-1995 Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora – Part 2. Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants.
56. Мірошниченко І. А., Кривицька М.М. Фітотоксичність міських ґрунтів міста Маріуполь. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015, № 85. С. 6-11. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimigrn_2016_85_3>
57. Manal Al-Traboulsi, Mohamed A. Alaib. Phytotoxic effects of soil contaminated with explosive residues of landmines on germination and growth of Viciafaba L. *Geology, Ecology, and Landscapes.* 2021. URL: 10.1080/24749508.2021.1952765
58. Горова А., Кулина С. Оцінка токсичності ґрунтів Червоноградського гірничопромислового району за допомогою ростового тесту. *Вісник львівського університету.* 2008. № 48. С. 189-194.
59. Іванків М., Качмар Н., Павкович С., Вовк С., Бальковський В., Городиська І. Просторова міграція хлорорганічних пестицидів. *Вісник Львівського національно аграрного університету*. Агрономія. Львів, 2020. № 24. С. 23-27.
60. Брощак І.С., Венглінський М.О., Гаврилюк В.Б., Глущенко М.К. та ін. Про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 2015. 18 серп. 2015 року). Київ, 2015. С 69-70.
61. Наземцева Я. О., Лазненко Д. О. Моделювання міграції пестицидів у ґрунтах від джерел постійного забруднення. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* 2013. № 4(10). С. 12-15.
62. Гудзь С.П., Гнатуш С.О., Звір Г.І. Санітарна мікробіологія. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 348 с. URL: <https://uk.baker-group.net/articles/publikatsii/methodological-guidelines-for-the-course-sanitary-microbiology.html>
63. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология: підручник. Москва: МГУ, 1988. 220 с.
64. Санітарно-мікробіологічний контроль ґрунту. 2011. веб-сайт. URL: <https://uk.baker-group.net/articles/publikatsii/2015-09-29-20-08-53-456.html> (дата звернення: 02.09.2011)
65. Постанова: Про порядок розробки, побудови, викладення, оформлення, затвердження державних санітарних правил і норм, гігієнічних нормативів та методичних документів від 27.05.1998 №11.
66. Атлас по медицинской микробиологии, вирусологии, иммунологии: учебное пособие для студ. мед. вузов. Москва: Мед. информ. агентство, 2003. Ч.1, гл. 3. С. 44-46.
67. Василівська районна державна адміністрація: Степногірська селищна рада. 2011. URL: <http://vasrda.gov.ua/mistsevi_radi/443-stepnogirska_selishchna_rada.html> (дата звернення: 20.06.2011)
68. ДСТУ 7243:2011 Качество почвы. Земли техногенно загрязненные. Обследование и использование. [Чинний від 2011-01-01] Вид. офіц. Київ, 2012.
69. Методи біоіндикації навколишнього середовища : метод. посіб. Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. 30 с.
70. Дубова О. В., Пересипкіна Т. М., Полякова І. О., Приступа І. В. Ґрунтознавство : навч. посіб. Запоріжжя: ЗНУ. 2008. 65 с.
71. Притула Н.М. Біоіндикація : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 141 с.
72. Власова О. Способи обробки посівного матеріалу. *Агрономія сьогодні.*2018. № 4. С. 88-92.
73. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навч. посіб. Запоріжжя : КПУ, 2011. 268 с.
74. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К.Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. Москва : Высш. шк., 1998. 287 с.
75. Горова А.І., Павличенко А.В., Борисовська О.О., Ґрунтова В.Ю., Деменко О.В.: метод. рекоменд. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2014. 76 с.
76. Джура Н. М., Романюк О. І., Гонсьор Ян, Цвіли-нюк О.М., Терек О.І.Використання рослин для рекультивації ґрунтів, забруднених нафтою і на-фтопродуктами. *Екологія та ноосферологія*. 2006. Т. 17, вип. 1-2. С. 55-60.
77. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Асеева И. В. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Москва : МГУ, 1980. 224 с.
78. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие. / под ред. Д. Г. Звягинцева. Москва : Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
79. Рильський О.Ф., Костюченко Н.І.  Мікробіологія: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»напряму підготовки «Біологія» денної форми навчання. Запоріжжя: ЗНУ, 2013. 48 с.
80. Дроздова Т. М. Санитария и гигиена питания: учеб. пособ. ч. 1. Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. 108 с.
81. Климнюк С. І., Ситник І. О., Творко М. С., Широбоков В. П. Практична мікробіологія : посібник. Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. 440 с.
82. Юхневич, Г.Г., Колесник И.М. Микроорганизмы в биоиндикации и биотестировании: лабораторний практикум. Гродно : ГрГУ, 2012. 51 с.
83. Трахтенберг І.М. Гігієна праці та виробнича санітарія. Київ: Наук. думка, 1997. 462 с.
84. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. навч. посіб. Київ: Основа, 2016. 267 с.
85. Васильчук М.В. Основи охорони праці. Київ: Вища школа, 1997. 207 с.
86. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: учебное пособие. Москва : Высш. шк., 1985. 319 с.
87. Сачков Л.С. Охорона праці. Київ : Наукова думка, 1995. 389 с.
88. Державні санітарні правила та норми, гігієнічні нормативи Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю ДСП 9.9.5.-080-02: Постанова Головного державного санітарного лікаря України 28.01.2002 №1. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0001588-02#Text
89. Винокурова Л.Е. Правила пожежної безпеки в України. Київ: Укрархбудінформ, 1995. 195 с.

ДОДАТКИ

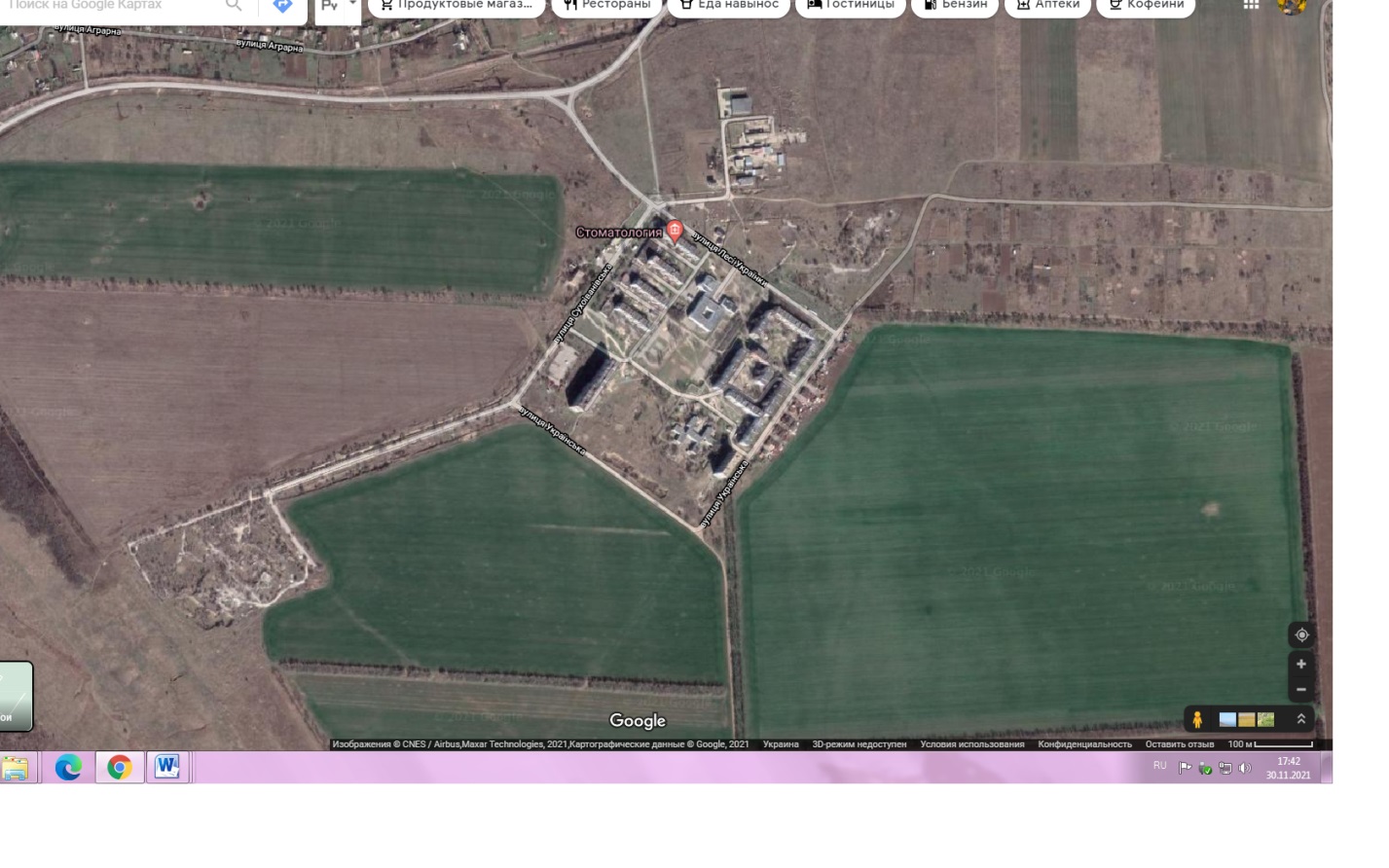
ДОДАТОК А

Місця відбору проб:

Контроль – природний біотоп, приміська зона.



С.м.т. Степногірськ: території селітебної зони по вул. Сухоіванівська (ділянка 1), вул. Українська (ділянка 2), вул. Лесі Українки (ділянка 3).



ДОДАТОК Б

Показники загального мікробного числа (ЗМЧ) піщаних субстратів досліджуваних ділянок

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ділянки | Чисельність, тис. КУО/г субстрату | | | | |
| ∑ колоній | Х | σ | *m* | ,% |
| Контроль | 269 | 8,98 | 5,05 | 2,92 | 36,0 |
| Ділянка № 1 | 418 | 13,93 | 3,41 | 1,67 | 24,0 |
| Ділянка № 2 | 264 | 8,80 | 1,44 | 0,83 | 16,0 |
| Ділянка № 3 | 124 | 4,13 | 2,23 | 1,29 | 54,0 |
| Ділянки | Чисельність, тис. КУО/г субстрату | | | | |
| **∑** колоній | Х | σ | *m* | ,% |
| Середовище Ендо | | | | | |
| Контроль | 51 | 1,70 | 0,27 | 0,15 | 16,0 |
| Ділянка № 1 | 48 | 1,60 | 0,44 | 0,25 | 27,0 |
| Ділянка № 2 | 52 | 1,73 | 0,12 | 0,70 | 17,0 |
| Ділянка № 3 | 23 | 0,77 | 0,45 | 0,26 | 58,0 |
| Середовище Сіммонса | | | | | |
| Контроль | 255 | 8,50 | 0,95 | 0,55 | 11,0 |
| Ділянка № 1 | 44 | 1,47 | 0,76 | 0,44 | 52,0 |
| Ділянка № 2 | 146 | 4,87 | 1,30 | 0,75 | 27,0 |
| Ділянка № 3 | 940 | 31,33 | 9,71 | 5,91 | 31,0 |

ДОДАТОК В

Результати визначення фітотоксичності урбоземів за параметром схожості насіння фітоіндикатора пшениці озимої (*Triticum aestivum*)



ДОДАТОК Г

Результати оцінки токсичності ґрунту «Ростовим тестом»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіанти досліду | | | | | | | | | | |
| **Контроль** | | **Ділянка № 1** | | **Ділянка № 2** | | | **Ділянка № 3** | | |
| Висота рослин,  см | Довжина коренів,  см | Висота рослин,  см | Довжина коренів,  см | Висота рослин,  см | Довжина коренів,  см | Висота рослин,  см | | Довжина коренів,  см |
| 13 | 10 | 8,1 | 7,6 | 7,0 | 6,9 | 9,6 | | 9,1 |
| 13,2 | 10,3 | 7,3 | 7,2 | 6,1 | 6,6 | 7,5 | | 7,9 |
| 8,8 | 7,9 | 7,3 | 6,5 | 6,3 | 6,0 | 7,8 | | 8,6 |
| 9 | 7,9 | 6,0 | 6,3 | 5,9 | 4,9 | 6,1 | | 6,4 |
| 10,2 | 8,6 | 7,7 | 5,2 | 7,6 | 5,7 | 8,0 | | 6,2 |
| 10,7 | 8,7 | 7,7 | 7,3 | 8,1 | 6,6 | 5,5 | | 7,9 |
| 11 | 8,9 | 9,5 | 8,7 | 7,8 | 5,2 | 10,7 | | 9,8 |
| 8,8 | 7,7 | 8,4 | 7,6 | 8,0 | 7,5 | 9,0 | | 9,4 |
| 12,1 | 9,6 | 7,6 | 8,6 | 7,4 | 8,1 | 10,4 | | 9,7 |
| 12,5 | 9,7 | 8,5 | 7,3 | 7,7 | 7,4 | 8,2 | | 7,5 |
| 12,7 | 9,9 | 6,9 | 6,5 | 5,2 | 4,1 | 8,6 | | 8,8 |
| 10,4 | 9 | 8,6 | 8,0 | 6,7 | 6,3 | 10,0 | | 8,5 |
| 10,9 | 9,7 | 7,4 | 7,0 | 6,0 | 5,2 | 8,6 | | 6,3 |
| 10,8 | 9 | 5,8 | 5,5 | 8,0 | 7,4 | 8,2 | | 7,2 |
| 9,8 | 8,8 | 7,5 | 6,8 | 7,0 | 6,8 | 6,0 | | 7,2 |
| 8 | 6 | 6,7 | 7,2 | 7,4 | 7,2 | 5,9 | | 8,1 |
| 9,4 | 7,2 | 9,1 | 8,2 | 8,5 | 8,4 | 9,2 | | 10,1 |
| 10,1 | 8,4 | 9,8 | 9,1 | 5,3 | 4,8 | 7,8 | | 7,1 |
| 12,9 | 9,9 | 7,2 | 6,9 | 6,7 | 6,4 | 7,7 | | 8,4 |
| 11 | 9 | 6,9 | 7,4 | 7,8 | 6,6 | 8,3 | | 7,6 |
| 9,4 | 8,1 | 8,8 | 8,1 | 7,6 | 7,0 | 6,4 | | 5,9 |
| 9 | 5,6 | 7,9 | 6,6 | 7,0 | 7,9 | 11,5 | | 8,1 |
| 9,4 | 6,3 | 8,6 | 7,1 | 4,4 | 3,4 | 7,0 | | 7,9 |
| 11,1 | 7,4 | 6,6 | 6,3 | 6,4 | 5,7 | 7,7 | | 6,5 |
| 10,7 | 7 | 5,8 | 5,1 | 6 | 5 | 7,7 | | 6,9 |
| 12,1 | 8,1 | 7 | 6,1 | 5,9 | 4,8 | 7,2 | | 6,5 |
| 11,9 | 9,6 | 8,4 | 7,5 | 8,1 | 8 | 11,0 | | 7,1 |
| 11,9 | 7,5 | 8,4 | 7,5 | 7,7 | 6,9 | 9,8 | | 9,0 |
| 11 | 9,6 | 9,4 | 8,8 | 7,4 | 6,9 | 8,9 | | 8,1 |
| 13 | 10,1 | 8,7 | 8,2 | 7 | 6,7 | 8,5 | | 7,8 |
| 11,1 | 9,4 | 6,5 | 5,7 | 6,6 | 6 | 8,5 | | 7,9 |

Продовження таблиці

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8,9 | 9,5 | | 9,7 | 9 | 6,1 | 5,1 | 10 | | 9,3 |
| 8,2 | 7,9 | | 9,4 | 9,1 | 8,2 | 8 | 9,4 | | 9,8 |
| 9,5 | 8,5 | | 8,7 | 8,4 | 6,4 | 5,8 | 9,4 | | 9,0 |
| 10,2 | 9,8 | | 8,5 | 7,7 | 4,6 | 4 | 9,2 | | 9,0 |
| 9,5 | 8,2 | | 8 | 7,3 | 5,2 | 4,2 | 8,3 | | 7,9 |
| 9,3 | 8 | | 7,4 | 7,2 |  |  | 8,3 | | 7,6 |
| 8,3 | 7 | | 6 | 5,5 |  |  | 8,0 | | 7,0 |
| 8 | 5,6 | |  |  |  |  | 8,0 | | 7,2 |
| 11,9 | 9,6 | |  |  |  |  | 8,6 | | 7,2 |
| 10,9 | 9 | |  |  |  |  |  | |  |
| **Суха маса 10 проростків, мг** | | | | | | | | | | | |
| 830 | | 720 | | | 640 | | | 790 | | |