

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально - науковий інститут екології  
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

### **ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ (на прикладі Дергачівського району Харківської області)**

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ - 42  
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор \_\_\_\_\_ / Федір КОВАЛЬ  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник \_\_\_\_\_ / Іветта КРИВИЦЬКА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(підпис) (ім'я та прізвище)

*«До захисту допущено»*

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ / Алла НЕКОС  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ / Тетяна ВАУЛНА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2021 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗИНА

Навчально-науковий інститут екології  
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти  
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр  
Спеціальність 101 Екологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_ / проф. Алла НЕКОС  
підпис ім'я та прізвище

“14” травня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)**

Федору КОВАЛЮ

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Оцінка антропогенного впливу на ґрунтовий покрив  
(на прикладі Дергачівського району Харківської області)

керівник роботи Іветта КРИВИЦЬКА, кандидат біологічних наук, доцент  
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “15” березня 2021 року №0210-05/467

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ 27 квітня 2021 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз літературних джерел щодо забруднення ґрунтового покриву важкими металами;
2. Відбір зразків ґрунту що знаходяться під впливом різних джерел антропогенного навантаження у селі Подвірки, Дергачівського району, Харківської області;

3. Провести лабораторні дослідження на вміст важких металів у ґрунтовому покриві;
4. Провести дослідження фітотоксичних властивостей ґрунту методом біотестування;
5. Надати оцінку антропогенного фактора на ґрунтовий покрив села Подвірки.
6. Зробити висновки.

#### 4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ОЦІНКИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ
2	РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ВІДБОРУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТУ НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛА ПОДВІРКИ
3	РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТУ СЕЛА ПОДВІРКИ

5. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 14 травня 2020 р. \_\_\_\_\_

**Студент**

\_\_\_\_\_   
 підпис

**Федір КОВАЛЬ**

\_\_\_\_\_   
 ім'я і прізвище

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_   
 підпис

**доц. Іветта КРИВИЦЬКА**

\_\_\_\_\_   
 посада, ім'я і прізвище

## АНОТАЦІЯ

### ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ

(на прикладі Дергачівського району Харківської області)

Федір КОВАЛЬ

Кваліфікаційна робота «Оцінка антропогенного впливу на ґрунтовий покрив (на прикладі Дергачівського району Харківської області)» містить 25 сторінок, 3 розділи, 4 таблиці, 6 рисунка, 29 використане джерело та 2 додатки.

*Мета роботи:* Оцінити екологічний стан ґрунтового покриву прилеглих територій села Подвірки, Дергачівського району, Харківської області.

*Актуальність теми.* Джерела антропогенного навантаження можуть забруднювати ґрунтовий покрив. Аби ми могли мати уявлення про наявну ситуацію слід проводити такі дослідження: встановлення концентрації важких металів, та визначення фітотоксичних властивостей.

*Завдання.* дослідження передбачали визначення концентрації важких металів та встановлення фітотоксичних властивостей ґрунту методом біотестування.

*Методи.* Визначення хімічного складу ґрунтів було виконано у лабораторії аналітичних екологічних досліджень з використанням методів атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Встановлення фітотоксичних властивостей проведено у лабораторії ЕКОТОКС методом біотестування.

*Результати.* Для досліджень було відібрано та проаналізовано 6 зразків ґрунту в місцях з різним антропогенним навантаженням. Проби не мають перевищень ГДК по вмісту важких металів та не виявляють фітотоксичних властивостей, таким чином вплив антропогенного навантаження виявився незначним.

ГДК, ВАЖКІ МЕТАЛИ, АТОМНО-АБСОРБЦІЙНА СПЕКТРОМЕТРІЯ

## ANNOTATION

### ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON SOIL COVER

(on the example of Dergachiv district of Kharkiv region)

Fedir KOVAL

The qualification work "Assessment of anthropogenic impact on the soil cover (on the example of Dergachiv district of Kharkiv region)" contains 25 pages, 3 sections, 4 tables, 6 figure, 29 used sources and 2 appendices.

*Purpose:* To assess the ecological condition of the soil cover of the adjacent territories of the village of Podvirky, Kharkiv region.

*Actuality of theme.* Sources of anthropogenic pressure can contaminate the soil. In order to have an idea of the current situation, the following studies should be conducted: determination of the concentration of heavy metals, and determination of phytotoxic properties.

*Task.* studies involved determining the concentration of heavy metals and establishing the phytotoxic properties of the soil by biotesting.

*Methods.* Determination of soil chemical composition was performed in the laboratory of analytical ecological research using atomic absorption spectrophotometry methods. Establishment of phytotoxic properties was performed in the ECOTOX laboratory by biotesting.

*Results.* 6 soil samples in places with different anthropogenic load were selected and analyzed for research. The samples do not exceed the maximum concentration limit for heavy metals and do not show phytotoxic properties, so the effect of anthropogenic load was negligible.

MPC, HEAVY METALS, ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY

## АННОТАЦИЯ

### ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

(на примере Дергачевского района Харьковской области)

Фёдор КОВАЛЬ

Квалификационная работа «Оценка антропогенного воздействия на почвенный покров (на примере Дергачевского района Харьковской области)» содержит 25 страниц, 3 главы, 4 таблицы, 6 рисунков, 29 использованных источника и 2 приложения.

*Цель работы:* Оценить экологическое состояние почвенного покрова прилегающих территорий села Подворки Харьковской области.

*Актуальность темы.* Источники антропогенной нагрузки могут загрязнять почвенный покров. Чтобы мы могли иметь представление о сложившейся ситуации следует проводить следующие исследования: установление концентрации тяжелых металлов, и определение фитотоксичных свойств.

*Задания.* исследования предусматривали определение концентрации тяжелых металлов и установление фитотоксичных свойств почвы методом биотестирования.

*Методы.* Определение химического состава почв были выполнены в лаборатории аналитических экологических исследований с использованием методов атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Установление фитотоксичных свойств проведено в лаборатории ЕКОТОКС методом биотестирования.

*Результаты.* Для исследований было отобрано и проанализировано 6 образцов почвы в местах с разным антропогенным нагрузкам. Пробы не имеют превышений ПДК по содержанию тяжелых металлов и не проявляют фитотоксичных свойств, таким образом влияние антропогенной нагрузки оказался незначительным.

ПДК, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, АТОМНО-АБСОРБЦИОННАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ОЦІНКИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ГРУНТОВИЙ ПОКРИВ.....	9
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ВІДБОРУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТУ НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛА ПОДВІРКИ.....	14
2.1. Джерела забруднення прилеглих територій с. Подвірки.....	14
2.2. Методика відбору зразків.....	15
2.3. Методика визначення концентрації важких металів у ґрунті.....	17
2.4. Методика визначення фітотоксичних властивостей ґрунту.....	17
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТУ СЕЛА ПОДВІРКИ.....	18
3.1 Результати вмісту важких металів.....	18
3.2 Результати фітотоксичності ґрунтів за довжиною коренів і паростків.....	23
ВИСНОВКИ.....	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26
ДОДАТКИ.....	30

## ВСТУП

Зростаючий антропогенний вплив призводить до забруднення ґрунтового покриву токсичними сполуками. Ґрунт забезпечує життєві процеси живих організмів, тому кумуляція важких металів в якому насамперед Zn, Cu, Pb, Cd, Cr може надходити до організмів та негативно впливати на фізіологію органів, а отже виникненню хвороб. У зв'язку з чим проблема нашого дослідження зумовлена об'єктивними вимогами визначення концентрації важких металів та встановлення фітотоксичних властивостей ґрунтового покриву.

**Мета дослідження** – оцінка екологічного стану ґрунтового покриву прилеглих територій села Подвірки, Харківської області

Для виконання мети необхідно виконати наступні **завдання**:

1. Провести аналіз літературних джерел щодо забруднення ґрунтового покриву важкими металами;
2. Відбір зразків ґрунту що знаходяться під впливом різних джерел антропогенного навантаження у селі Подвірки, Харківської області;
3. Провести лабораторні дослідження на вміст важких металів у ґрунтовому покриві;
4. Провести дослідження фітотоксичних властивостей ґрунту методом біотестування;
5. Надати оцінку антропогенного фактора на ґрунтовий покрив села Подвірки.
6. Зробити висновки.

**Об'єкт дослідження** – ґрунтовий покрив.

**Предмет дослідження** – екологічний стан ґрунтового покриву.

**Методи дослідження**: методи хімічного аналізу, методи біологічного аналізу, методи обробки даних.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ОЦІНКИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ГРУНТОВИЙ ПОКРИВ

Ґрунт є важливим компонентом навколишнього середовища, тому його стан впливає на інші компоненти екосистеми. В ґрунтовому покриві відбувається всі біогеохімічні процеси різних елементів екосистеми. Важкі метали виявляють токсичний вплив на життєдіяльність рослинних та тваринних організмів, підземні та поверхневі води. Накопичення важких металів чинить загрозу на здоров'я рослин, тварин і людей [16].

Важкі метали беруть участь в обмінних процесах організмів, та в залежності від їх концентрації можуть викликати різноманітні захворювання та патології. Дослідження по виявленню впливу саме 1. Zn, 2. Cu, 3. Pb, 4. Cd, 5. Cr. проведені багатьма дослідниками:

1. Дослідження проведені Анандой Прасад свідчать про залежність між вмістом цинку в організмі та залежністю певних симптомів та наслідків. Було встановлено: через надлишкову концентрацію цинку в організмі людини наслідками можуть бути – канцер, дерматити, захворювання крові; через нестачу концентрації цинку в організмі людини наслідками можуть бути – анемія, ендемічний зоб, посилення діабету, зниження діяльності статевих залоз [20].

2. Проведене дослідження Роком Е. в залежності від концентрації купруму надає розуміння про можливі наслідки: надлишок – виразка шлунку, функціональна недостатність нирок і печінки, висипання шкіри; дефіцит – депресія, остеопороз, порушується функція формування колагену, висипання та пігментація шкіри, анемія, осередкова алопеція, лейкопенія. [28].

3. В результаті дослідження проведеного Маньйя Н., Кусільяс А., Хеллер Т. Було встановлено такі наслідки в організмі людини в залежності від концентрації плюмбуму: через надлишкову концентрацію свинцю в організмі людини наслідками можуть бути – енцефалопатії, виродження нервів

периферії, стаз венозний, серцева гіпертонія, цироз печінки; через нестачу концентрації плюмбуму в організмі людини наслідками є – порушення кровотворення, порушення функцій щитоподібної залози та речовинного обміну [27].

4. Проведене дослідження Руфусом Л. Чейні та інші. Про покращення розуміння ризику для організму людей встановили: надлишкова концентрація кадмію – має мутагенні і канцерогенні наслідки дії, негативно впливає на спадковість, руйнує еритроцити крові, викликає захворювання нирок та сім'яних залоз, гастрит і анемію; нестача концентрації кадмію – викликає затримку росту. [22]

5. Дослідження проведені Дінг М. і Ши Х. свідчать про зв'язок між вмістом хрому в організмі та залежністю певних наслідків, встановлено: через нестачу концентрації хрому – відчуття постійної стомленості, біль у голові, безсоння, тремтіння кінцівок, порушення координації, різка зміна ваги, зміна рівня глюкози в крові, порушується репродуктивна функція; через надлишкову концентрацію хрому у живих організмах може розвиватися канцерогенний, алергічний та нейротоксичний ефект [23].

У разі виявлення токсичної концентрації накопичених у ґрунті важких металів можна виділити наступні заходи з детоксикації:

1. Вапнування ґрунту – це хімічний меліоративний метод кислих ґрунтів, суть дії якого полягає у внесенні вапняних добрив. Визначено, що при водневому показнику 6,5 спостерігається найменша розчинність важких металів. Досліди проведені Карповою та Потатуєвою, встановили що вапно значно знижує надходження кадмію в рослини [9].

2. Використання властивості багатьох органічних сполук до комплексоутворення із важкими металами, шляхом внесення торфу, гною, та органо-мінеральних компонентів. Металоорганічні комплекси що утворюються будуть малорухомими або неспроможними у подоланні клітинних мембран до системи «ґрунт-корінь» [14].

3. Фосфорні добрива мають значну здатність до детоксикації важких металів. Малодоступними для рослин є фосфати Pb, Zn та інші метали які являють собою важкорозчинні сполуки. За дослідженням Лагерверффа 3 тони на гектар однозаміщеного фосфату кальцію в ґрунтовий покрив з ефектом детоксикації Pb, де враховувався вміст плумбуму у рослинах, встановлена відповідність внесення від 1 до 4 т CaCO<sub>3</sub>/га [26].

4. Цеоліти природного або штучного походження можна використовувати для детоксикації надлишку важких металів в ґрунті. Але треба відмітити це відноситься лише до тих металів які знаходяться в ґрунтовому покриві у вигляді катіонів. Дослідження проведені Єліщевтою встановили, що міграція аніонної форми металів до рослин не знижується. За дослідженнями Оровяка встановлено, що при застосуванні в кислих ґрунтах різних видів цеоліту, забруднених Pb, вміст металу знизився на 30 % [11].

5. Протилежно направлені взаємодії – як відомо з агрохімії, поглинання рослинами з ґрунтового покриву хімічних елементів викликає взаємодії протилежно направленої природи, такими є: синергічні – при яких наявність одного елемента сприяє надходженню до коренів рослин іншого, та антагоністичні – протидіючими надходженню певного елемента. Наприклад, за дослідженням Агерверфа встановлено антагонізм між ртуттю та цинком, тому допущено можливість використання цинку, як менш токсичного, для зменшення надходження ртуті до харчових ланцюгів [18].

6. Застосування біологічних заходів. Сюди відноситься: застосування забруднених земельних ресурсів для розведення квітів та вирощування технічних і лісових культур, або вирощування толерантних сільськогосподарських культур [8].

7. Утворення нового орного горизонту шляхом створення насипної товщі ґрунту який привезено з незабруднених територій, або за рахунок плантажної оранки яка забезпечує захоронення шару ґрунту на глибину 40-50 см та вивернені на поверхню незабрудненого [10].

Дослідження екологічного контролю за ґрунтовим покривом проведені Т. В. Бардиною та В. І. Бардиною прийшли до такого висновку, що забруднення ґрунтового покриву набуває комплексного характеру через сумарний вплив забруднюючих речовин. Зазвичай для екологічного контролю ґрунтового покриву використовуються методи хімічного аналізу, який дозволяє встановити концентрацію певних забруднюючих елементів і порівняти їх з існуючими санітарно-гігієнічними нормативами. Однак водночас, обмежений список діючих нормативів який не враховує характер використання ґрунтового покриву, вміст забруднюючих речовин невідомого складу та можливий їх спільний вплив, результатом дія якого може слабшати або посилюватись, не дозволяють надати точну екологічну ситуацію тільки на підґрунті хімічних досліджень [2].

На основі проведених досліджень Альваренга П., Пальма П. та інші встановили що проведений хімічний моніторинг не завжди дозволяє виявити реальну загрозу, що пов'язується з присутністю важких металів у ґрунтовому покриві, які являються головними забруднювачами ґрунтового покриву [19].

Згідно переліку основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів укладачем якої є Балюк С. А., класифікація якості ґрунтів проводиться на підставі детального хіміко-аналітичного аналізу, виконання якого проводиться спільно з проведенням серії біотестів на живих організмах різних рівнів організації. Однак вирішальна роль у визначенні якості ґрунтового покриву належить токсикологічним показникам, отриманих за допомогою методів біотестування [1].

Доцільність методу тріади розглянуто у дослідженні Терехової та інших, тому можна стверджувати що біотестування відноситься до інтегральних методів оцінки стану компонентів навколишнього середовища, в тому числі ґрунтового покриву: сумарна токсична дія забруднювачів реєструється за допомогою тест-організмів по яким визначається індикаторний сигнал про токсичність. Також біотестування у багатьох випадках надає інформацію про появу негативних наслідків ще до появи видимих змін [29].

Результатами дослідження Лісовицької та Терехової про фітотестування стало те, що у підході лабораторного методу і сучасного рішення, обґрунтовано вибір такого тестового об'єкту як овес. Воно полягає у тому що овес (належить до однодольної систематичної групи) – має в собі високу чутливість до забруднення ґрунтового покриву, адже корнева система вівса має високу поглинальну здатність, яка зумовлює його індикаційні властивості. Отже, швидке проростання та стовідсоткова схожість у присутності забрудника неодмінно проявляють себе [25].

Дослідженням авторами якого є Рубін встановлено що ячмінь (належить до однодольної систематичної групи) виявляє найбільш високу чутливість до забрудника, а це в свою чергу зумовлює його високу індикаційну властивість [15].

ISO 11269-2 – міжнародний стандарт за яким один вид рослини має бути однодольним, а інший дводольним [24].

Тому при оцінці екологічного стану ґрунтового покриву Бардини приходять до висновку, що на визначення в ґрунтовому покриві забруднюючих речовин необхідний підхід, який заснований на методах міждисциплінарного рівня та враховує отримання даних не лише хімічних досліджень, а й токсикологічних, проведення яких здійснюється за допомогою біотестування [21].

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ВІДБОРУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТУ НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛА ПОДВІРКИ

#### 2.1. Джерела забруднення прилеглих територій с. Подвірки

Для дослідження обрано селище Подвірки, Харківської області (рис. 2.1.) Населення якого становить 7890 осіб. Місцеві жителі проводять господарську діяльність з експлуатацією робочої техніки, і внесенням фосфорних та органічних добрив.

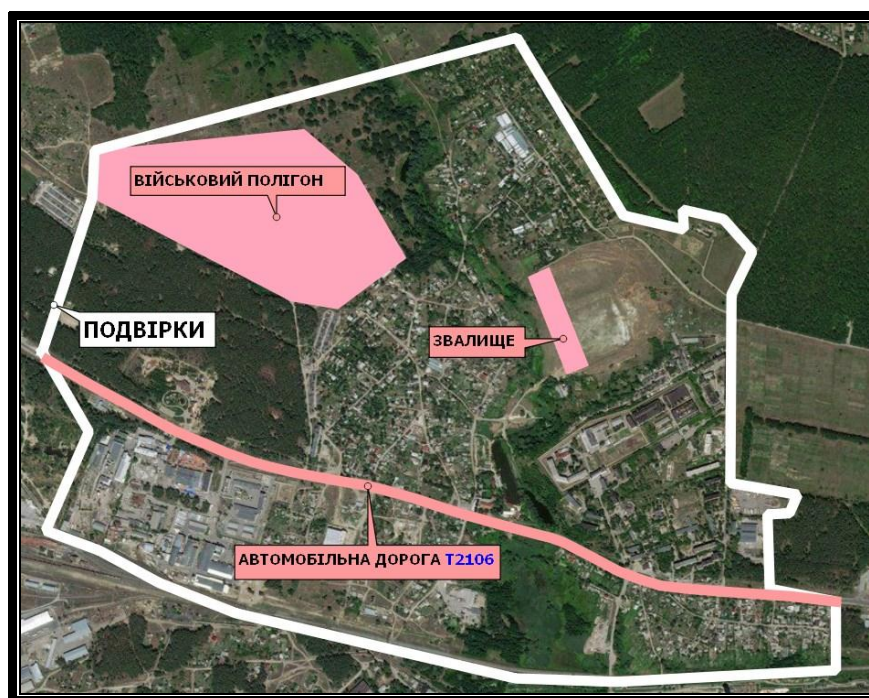


Рис. 2.1 – селище Подвірки, Харківської області

У селищі знаходиться несанкціоноване звалище яке є загрозою для навколишнього середовища. Отруйні речовини зі смітників можуть випаровуватися і проникати в ґрунтові води, а також природним водотоком забруднювати річки й інші водойми та повітря.

Поряд з селищем розташований військовий полігон на якому відбуваються воєнні навчальні дії, впливом від яких є деградація ґрунтового покриву від важкої техніки та пересування солдатів по ґрунтовому покриву,

також вихлопні гази техніки та продукти згоряння від пострілів зі зброї можуть зумовлювати тривалу негативну дію токсикантів на складові біотичних та абіотичних компонентів навколишнього середовища.

Через досліджуване селище проходить автомобільна дорога Т-2106 районного значення з потужністю руху 1027 автомобілів на годину. Дорога має тверде покриття на поверхні ґрунту, що перешкоджає міграції елементів наземного середовища.

## 2.2. Методика відбору зразків

Місця відбору проб та об'єкти антропогенного навантаження зображено на (рис 2.2).

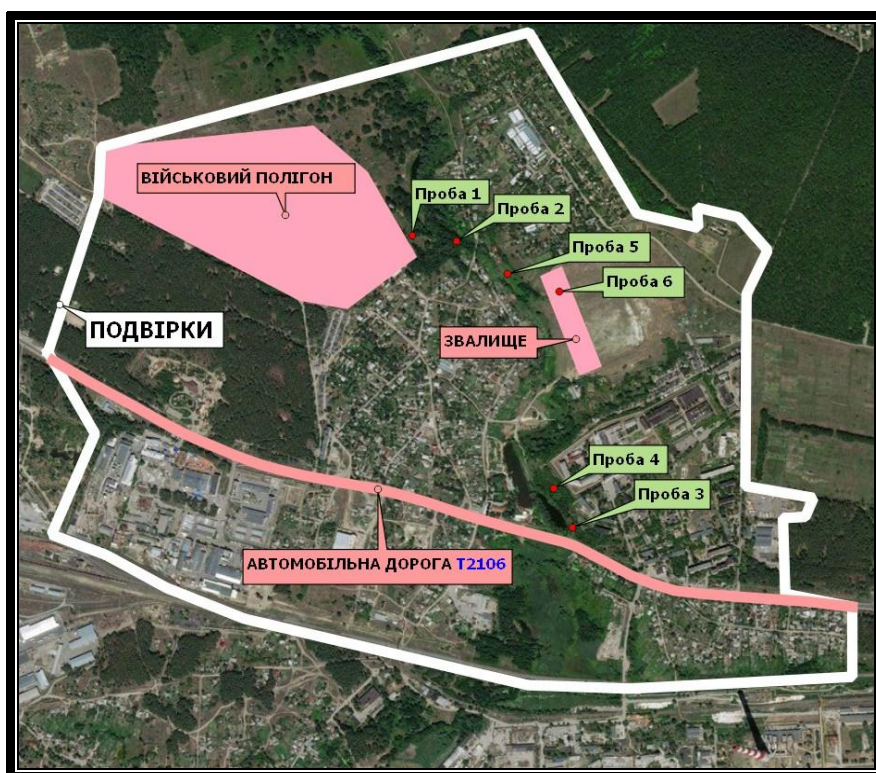


Рис. 2.2 – Місця відбору проб

Відбирання проб ґрунту виконано згідно з ГОСТ 17.4.3.01 і ГОСТ 17.4.4.02. Проби ґрунтів відібрано у поліетиленові пакети. Маса проби

була не менше 1 кг. Безпосередньо після відбору проби ґрунту висушено до повітряно-сухого стану у приміщенні, яке добре провітрювалось.

Відібрано 6 проб ґрунту згідно з джерелами антропогенного забруднення: дві проби поряд з військовим полігоном, дві проби поряд з автомобільною дорогою, та дві проби поряд з несанкціонованим звалищем.

**Проба 1** відібрана у північно-східному напрямку від полігону на відстані 50 метрів на вершині схилу.

**Проба 2** відібрана у північно-східному напрямку від полігону на відстані 100 метрів у пониззі схилу.

**Проба 3** відібрана у «Екопарку Подвірський» в північно-східному напрямку на відстані 50 метрів від автомобільної дороги, із сильним рухом транспорту.

**Проба 4** відібрана у «Екопарку Подвірський» в північно-східному напрямку на відстані 100 метрів від автомобільної дороги, із сильним рухом транспорту.

**Проба 5** відібраній на лузі у пониззі схилу, на верхівці якого розташоване несанкціоноване звалище.

**Проба 6** відібраній в центральній точці несанкціонованого звалища.

Далі проводилось встановлення концентрації таких важких металів: цинк, купрум, плумбум, кадмій, хром.

Дослідження встановлення концентрації важких металів проведено в навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень, котра є структурним підрозділом навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Дослідження фітотоксичних властивостей ґрунту проведено в науково-дослідній лабораторії еколого-токсикологічних досліджень Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

### 2.3. Методика визначення концентрації важких металів у ґрунті

Визначення вмісту рухомих сполук важких металів (Zn, Cu, Pb, Cd, Cr) у ґрунті проводилось в буферній амонійно-ацетатній витяжці методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії.

Метод визначення полягає у вилучанні рухомих сполук металів з ґрунту за допомогою ацетатно-амонійного буферного розчину, з водневим показником 4,8, та подальшому вимірюванні на спектrophотометрі одразу після атомізації проби у повітряно-ацетиленовому полум'ї. Цей метод базується на атомній властивості у стані основи поглинати світло специфічних та визначених довжин хвиль кожного типу атома. [3, 4, 5, 6, 7].

### 2.4. Методика визначення фітотоксичних властивостей ґрунту

Проби ґрунту які ми оцінили атомно-абсорбційним методом, також дослідили на фітотоксичні властивості методом біотестування. Який є інформативним показником групи шкідливих факторів: хімічних, фізичних, фізико-хімічних, за допомогою реєстрації змін одного або кількох організмів біологічного виду.

Використано два тест об'єкти овес (*Avena L.*) та ячмінь (*Hordeum L.*) тому що вони належать до різних систематичних груп і мають ранню схожість.

В якості тест реакції ми використовували довжину коренів та довжину паростків, згідно з атестованою методикою. Згідно якою було відібрано 30 зернин, та висаджено в витяжку з ґрунтової проби, в якості контролю було використано питну воду, розрахунки проведено за допомогою критерія Стьюдента який показує достовірну різницю між двома вибірками. Інтерпретацію результатів проведено згідно патенту 113560, і було визначено ступінь забрудненості ґрунтів [12, 13].

## РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТУ СЕЛА ПОДВІРКИ

## 3.1. Результати вмісту важких металів

Проведено встановлення концентрації таких важких металів: цинк, купрум, плумбум, кадмій, хром.

На основі отриманих результатів концентрації важких металів Додаток 1, порівняно з ГДК та фоновими значеннями [17] та представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

**Вміст хімічних елементів у зразках ґрунту в порівнянні з ГДК та фоновими значеннями, мг/кг.**

Ел	Гдж	Ф.з.	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6
Zn	23	1	0	1,70167	1,305795	0,617857	4,529456	0,273956
Cu	3	0,5	0,042223	0,260984	0,069158	0,107896	0,125161	0,061983
Pb	6	0,5	0,372672	0	0	0,032149	0,311066	0,248277
Cd	-	0,1	0,003268	0,005133	0,002822	0,003032	0,029328	0,004952
Cr	6	0,1	0,018452	0,042762	0,039875	0,02699	0,08836	0

За отриманими результатами вмісту важких металів аналізу табл. 3.1, Додаток 1 побудовано діаграми: (рис. 3.1) – вміст важких металів у 1 пробі ґрунту; (рис. 3.2) – вміст важких металів у 2 пробі ґрунту; (рис. 3.3) – вміст важких металів у 3 пробі ґрунту; (рис. 3.4) – вміст важких металів у 4 пробі ґрунту; (рис. 3.5) – вміст важких металів у 5 пробі ґрунту; (рис. 3.6) – вміст важких металів у 6 пробі ґрунту.

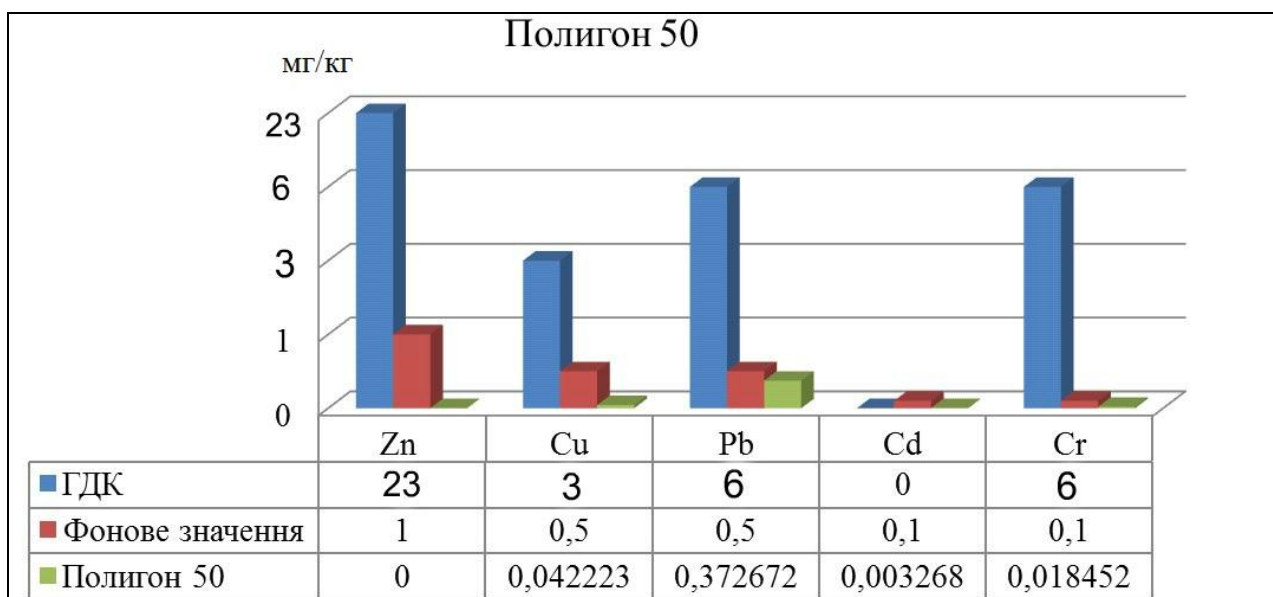


Рис. 3.1 – вміст важких металів у 1 пробі ґрунту

**У пробі 1**, вміст металів у ґрунті не перевищує ні ГДК ні Фоновий вміст усіх досліджуваних елементів.

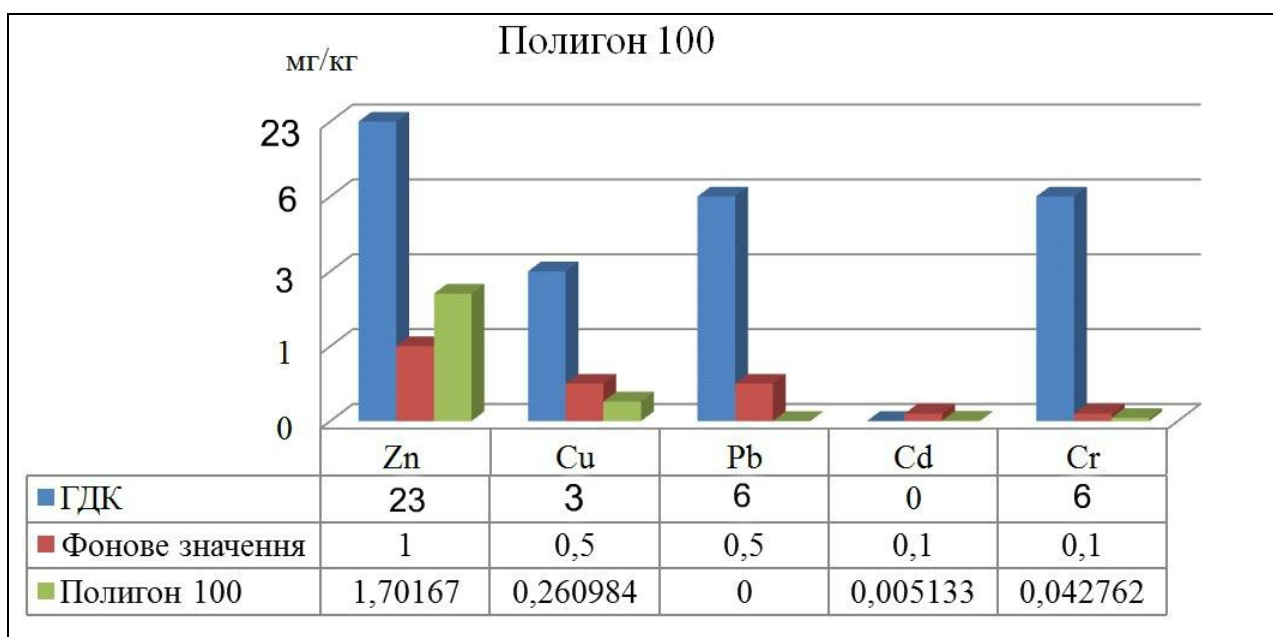


Рис. 3.2 – вміст важких металів у 2 пробі ґрунту

**У пробі 2**, спостерігається перевищення фонових значень за Цинком у 1,7 рази. Це пов'язано із застосуванням у військово-навчальній діяльності боєприпасів та техніки військового оснащення.

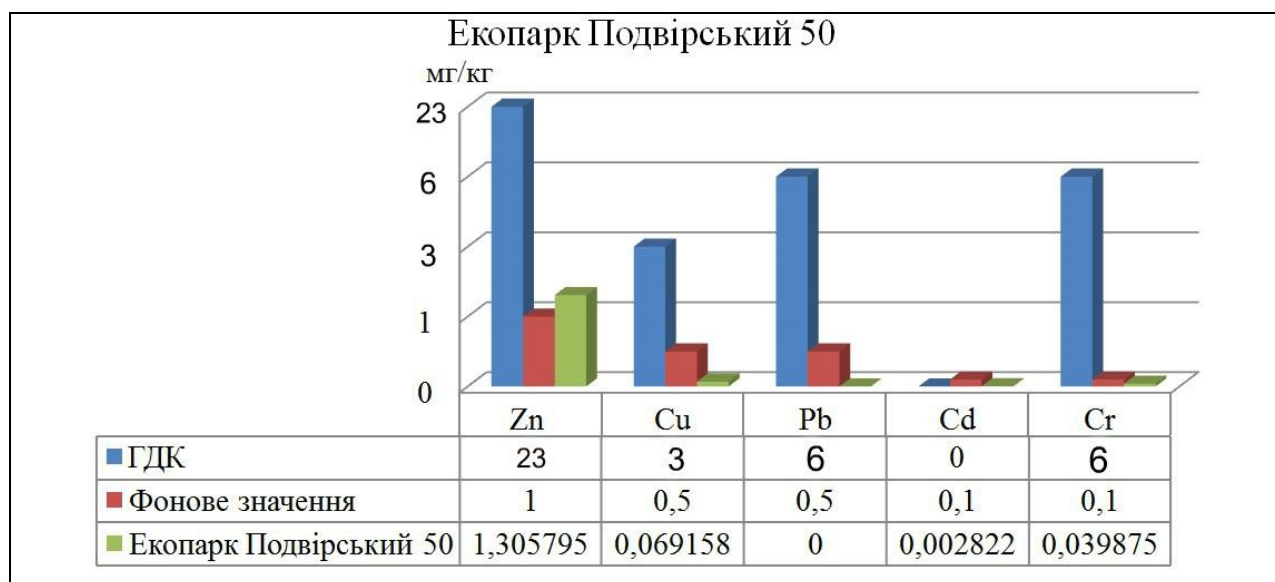


Рис. 3.3 – вміст важких металів у 3 пробі ґрунту

**У пробі 3**, вміст хімічних елементів у досліджуваному ґрунті не перевищує ГДК. Концентрація Zn перевищує фон у 1,3 рази, це пояснюється міграцією цього елементу зі схилу, на якому проводиться господарська діяльність із застосуванням добрив.

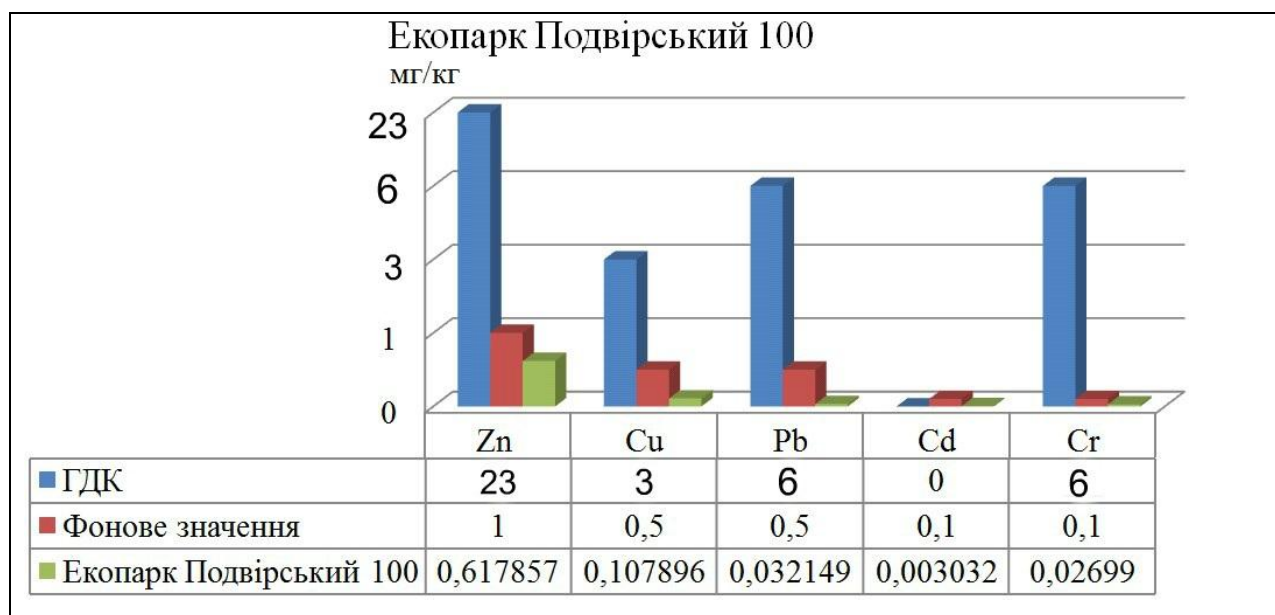


Рис. 3.4 – вміст важких металів у 4 пробі ґрунту

**У пробі 4**, вміст металів у ґрунті не перевищує ні ГДК ні Фоновий вміст усіх досліджуваних елементів.

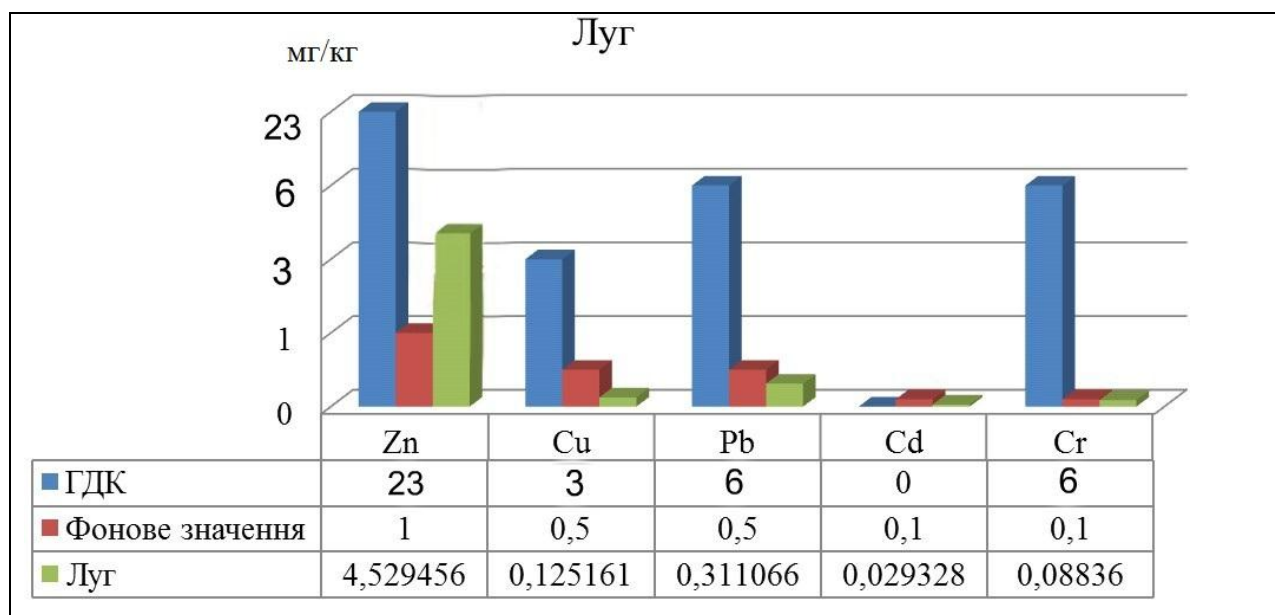


Рис. 3.5 – вміст важких металів у 5 пробі ґрунту

У пробі 5, видно що жоден з металів не перевищує ГДК. Однак спостерігається перевищення фонових значень за Цинком у 4,5 рази. Це пов'язано з тим що цинкові добрива можуть виноситись із стоком з ділянок що використовуються під господарську діяльність.

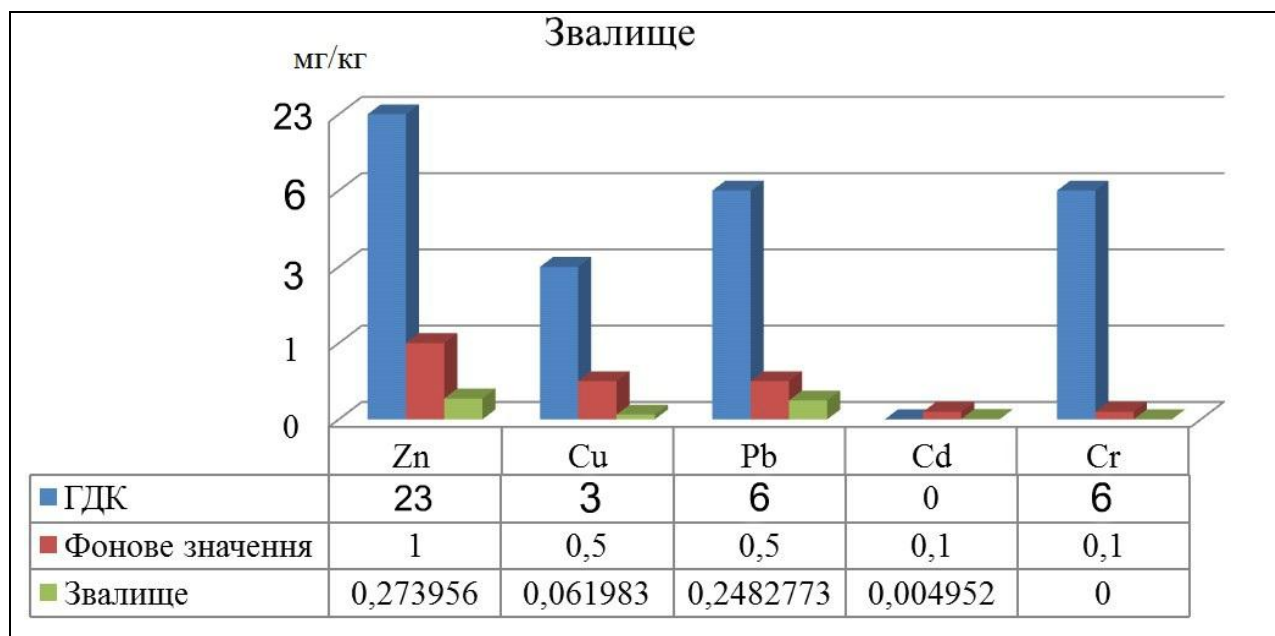


Рис. 3.6 – вміст важких металів у 6 пробі ґрунту

У пробі 6, вміст металів не перевищує ні ГДК ні Фоновий вміст усіх досліджуваних елементів.

В таблиці 3.2 приведено акумулятивні ряди важких металів.

Таблиця 3.2

### Акумулятивні ряди важких металів

Аналізована проба	Акумулятивний ряд (мг/кг)
1. Полігон 50	<b>Pb (0,372672) &gt; Cu (0,042223) &gt; Cr (0,018452) &gt; Cd (0,003268) &gt; Zn (0)</b>
2. Полігон 100	<b>Zn (1,70167) &gt; Cu (0,260984) &gt; Cr (0,042762) &gt; Cd (0,005133) &gt; Pb (0)</b>
3. Екопарк Подвірський. 50	<b>Zn (1,305795) &gt; Cu (0,069158) &gt; Cr (0,039875) &gt; Cd (0,002822) &gt; Pb (0)</b>
4. Екопарк Подвірський. 100	<b>Zn (0,617857) &gt; Cu (0,107896) &gt; Pb (0,032149) &gt; Cr (0,02699) &gt; Cd (0,003032)</b>
5. Луг	<b>Zn (4,529456) &gt; Pb (0,311066) &gt; Cu (0,125161) &gt; Cr (0,08836) &gt; Cd (0,029328)</b>
6. Звалище	<b>Zn (0,273956) &gt; Pb (0,2482773) &gt; Cu (0,061983) &gt; Cd (0,004952) &gt; Cr (0)</b>

З аналізу таблиці можна зробити висновок, що фоноформуючими елементами є ті, що займають перше та друге місце в акумулятивному ряді. В усіх аналізованих зразках на першому місці є цинк, окрім першої проби яка відібрана поблизу військового полігону. На другому місці у всіх пробах окрім проби 5 і 6 є купрум, у пробах 5 та 6 таким елементом є плюмбум. Останнє місце у пробі 1 займає цинк, у пробах 2 та 3 плюмбум, у пробах 4 і 5 кадмій, у пробі 6 хром.

Отже, за результатами аналізу перевищень ГДК в усіх досліджуваних пробах ґрунту не спостерігається, перевищення фонові концентрації за Цинком спостерігається у трьох пробах: другої дослідної ділянки що знаходиться в пониззі схилу полігону у 1,7 разів; третьої дослідної ділянки «Екопарку Подвірський» у 1,3 рази; п'ятої дослідної ділянки на лузі у 4,5 разів.

## 3.2. Результати фітотоксичності ґрунтів за довжиною коренів і паростків

Результати фітотоксичності ґрунтів за довжиною коренів і паростків представлено в (Таблиці 3.3), Додаток 2.

Таблиця 3.3

**Встановлення токсичності ґрунтів за довжиною коренів і паростків**

№	Місце відбору проби	Середнє арифметичне значення		Зменшення довжини відносно контролю, %		Середнє арифметичне значення		Зменшення довжини відносно контролю, %		Ступінь забрудненості ґрунтів
		Овес				Ячмінь				
		Довжина коренів, мм	Довжина паростків, мм	Довжина коренів, мм	Довжина паростків, мм	Довжина коренів, мм	Довжина паростків, мм	Довжина коренів, мм	Довжина паростків, мм	
1.	Екоп. 50 м.	20,1	15,8	-9,82	-30,4	5,65	8,34	-1550		1,1
2.	Екоп. 100 м.	17,02	11,45	7,02	5,42	5,11	7,34	-1391		1,1
3.	Полігон 50м	18,8	13,6	-3,12	-12,26	4,14	7,91	-1108		1,1
4.	Полігон 100 м	10,11	7,11	44,77	41,27	0,22	0	33,33		1,3
5.	Луг	14,82	12,42	19,03	-2,59	3	4,71	-775		1,1
6.	Звалище	19,25	16,74	-5,14	-38,2	3,17	4,02	-825		1,1

Критерієм токсичності є зниження на 20 і більше відсотків довжини проростків і коренів рослин у досліді порівняно з контролем біотестування.

Аналізуємо отримані результати за таблицею Таблиця 3.4 – Класифікації якості ґрунтів.

Таблиця 3.4

### Класифікація якості ґрунтів [13]

Клас якості ґрунту	Рівень забрудненості ґрунтів	Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект),%	Ступінь забрудненості ґрунтів, Кзг
I	Незабруднені	0-20	1,1
II	Слабко забруднені	20,1-40	1,2
III	Помірно забр.	40,1-60	1,3
IV	Брудні	60,1-80	1,4
V	Дуже брудні	80,1-100	1,5

Встановлено, що за рівнем забрудненості ґрунт у зразку №4 ( $A = 44,77\%$ ) є помірно забрудненим відноситься до III класу якості і виявляє ступінь забрудненості 1,3. Зразки ґрунту №1, №2, №3, №5, №6 не виявили токсичності ( $A < 20$ ), за рівнем забрудненості вони є незабрудненими і відносяться до I класу якості ґрунту.

Отже, у ґрунтовому покриві досліджуваних ділянок на вміст важких металів, встановлено, що перевищення фонові концентрації за цинком спостерігається у трьох пробах: 2 проби яка знаходиться в пониззі схилу полігону у 1,7 разів; 3 проби у «Екопарку Подвірський» у 1,3 рази; 5 проби на луку у 4,5 разів.

За довжиною паростків і коренів овса та довжиною коренів ячменю ґрунт у пониженні біля воєнного полігону виявився помірно забрудненим і згідно класифікації якості ґрунтів, належить до третього класу. Результати інших проб ґрунту не виявляють токсичних властивостей і знаходяться у задовільному стані.

## ВИСНОВКИ:

В результаті проведених досліджень було встановлено:

1. Ґрунт є важливим компонентом навколишнього середовища, його стан впливає на інші компоненти екосистеми. У зв'язку з чим проблема нашого дослідження зумовлена об'єктивними вимогами визначення концентрації важких металів та встановлення фітотоксичних властивостей ґрунтового покриву. Для проведення досліджень, взимку 2020 року, відібрано п'ять проб ґрунту поряд з основними джерелами антропогенного навантаження, у селищі Подвірки, Харківської області.

2. Встановлено концентрації важких металів, перевищення фонові концентрації за цинком спостерігається у трьох пробах: у другій пробі 1,7 разів; у третій пробі 1,3 рази; та 5 пробі у 4,5 рази.

3. За результатами таблиці акумулятивних рядів важких металів роблю висновок, що фоноформуючими елементами є ті, що займають перше та друге місце в акумулятивному ряді. В усіх аналізованих зразках на першому місці є цинк, окрім першої проби яка відібрана поблизу військового полігону. На другому місці у всіх пробах окрім проби 5 і 6 є купрум, у пробах 5 та 6 таким елементом є плюмбум. Останнє місце у пробі 1 займає цинк, у пробах 2 та 3 плюмбум, у пробах 4 і 5 кадмій, у пробі 6 хром.

4. Встановлено, що за довжиною паростків і коренів вівса та довжиною коренів ячменю ґрунт у пониженні біля воєнного полігону виявився помірно забрудненим і згідно класифікації якості ґрунтів, належить до третього класу. Результати інших проб ґрунту не виявляють токсичних властивостей і знаходяться у задовільному стані.

5. Внаслідок проведених досліджень встановлено що вплив від джерел антропогенного навантаження (військовий полігон, автомобільна дорога Т-2106 із потужністю руху 1027 автомобілів на годину, господарська діяльність) виявився незначним.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Балюк С. А. Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів. Технічний комітет стандартизації ТК 142 „Якість ґрунту” : Національна академія аграрних наук України Національний науковий центр „Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н.Соколовського” : Харків, 2019.

2. Бардина Т. В., Бардина В. И. Экологический контроль почвогрунтов карьеров на территории водосбора р. Невы методами фитотестирования. Геоэкология : Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН.

3. ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 28-04-2007] : Технічний комітет стандартизації «Ґрунтознавство» (ТК 142).

4. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 28-04-2007] : Технічний комітет стандартизації «Ґрунтознавство» (ТК 142).

5. ДСТУ 4770.6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомноабсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 28-04-2007] : Міністерство аграрної політики та продовольства України.

6. ДСТУ 4770.8:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук хрому в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 28-04-2007] : Технічний комітет стандартизації «Ґрунтознавство» (ТК 142).

7. ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 28-04-2007] : Інститут

почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского Украинской Академии аграрных наук.

8. Жук И. Разъяснения. Государственная служба статистики украины : от 21.08.2020 г. N 19.1.2-12/26-20. 21 августа 2020 года.

9. Карпова Е. А., Потатуева Ю. А. : Кадмий в почвах, растениях и удобрениях. Химизация сельського хозяйства : 1990. № 2. С. 44–47.

10. Кирильчук А. А. Рецентне ґрунтотворення і ґрунти в природноантропогенних ландшафтах Західного Поділля.: Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка : Тернопіль, 2012. № 3 С. 27-32. Серія : географія; вип. 33.

11. Коновалова О. О., Андрейко Г. П. Екологія: методичний посібник для проведення лабораторних робіт : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. 56 с.

12. Крайнюкова А. М. Методика визначення токсичності ґрунтів на вищих рослинах : Київ 1997. УкрНДІЕП. 8 с.

13. Крайнюков О. М., Кривицька І. А. Спосіб визначення ступеня забрудненості ґрунтів : Патент. 113560 Україна, МПК:G01N 33/24. власник: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, №u201605283 ; заявл. 16.05.2016 ; опублік. 10.02.2017, Бюл. № 3, 5 с.

14. Попель П. П., Крикля Л. С.: «Хімія» - Київ : вц «Академія», 2018. 256с : іл.

15. Рубин В. М. Оценка фитотоксичности нефтепродуктов в лабораторных условиях / Рубин В. М., Ильюкова И. И.. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2014. т 1. С. 73-76.

16. Снітинський В. В., Якобенчук В. Ф. Ґрунтознавство з основами агрохімії та геоботаніки : навч. посібн. Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. Львів: Аверс, 2006. 312 с.

17. Фатєєв А.І., Я.В.Пашенко. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України : УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК : Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського"

18. Agerwerff, J. V., Nakayama F.S., and M.H. Frere. Hydraulic conductivity related to porosity and swelling of soil : Soil Sci. Soc.Amer. 1969. Proc. 33:3-11.

16. Ananda S. Prasad. Zinc in Human Health. Reviewed: March 5th 2020Published: October 14th 2020

19. Alvarenga P., Palma P., de Varennes A., Cunha-Queda A.C. A contribution towards the risk assessment of soils from the São Domingos Mine (Portugal) : Chemical, microbial and ecotoxicological indicators. *Environ. Pollut.* 2012, 161. P. 50 —56.

20. Ananda S. Prasad. Zinc in Human Health. Reviewed : March 5th 2020Published: October 14th 2020

21. Bardina T. V., Chugunova M. V., Kulibaba V. V., Polyak Y. M., Bardina V. I., Kapelkina L. P. Applying bioassay methods for ecological assessment of the soils from the brownfield sites. *Water Air Soil Pollut* : 2017. P. 228:351. DOI: 10.1007/s11270-017-3521-3.

22. Chaney, R. L., Reeves, P. G., Ryan, J. A. et al. An improved understanding of soil Cd risk to humans and low cost methods to phytoextract Cd from contaminated soils to prevent soil Cd risks. *Biometals* 17 : 549–553 (2004).

23. Ding M., Shi X. (2002) Molecular mechanisms of Cr(VI)-induced carcinogenesis. In: Vallyathan V., Shi X., Castranova V. (eds) *Oxygen/Nitrogen Radicals: Cell Injury and Disease : Developments in Molecular and Cellular Biochemistry*, vol 37. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1087-1\\_33](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1087-1_33).

24. ISO 11269-2:2012. Soil quality — Determination of the effects of pollutants on soil flora — Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants : THIS STANDARD WAS LAST REVIEWED AND CONFIRMED IN 2017.

25. Lisovitskaya O. V., Terekhova V. A. Fitotestirovanie: osnovnye podkhody, problemy laboratornogo metoda i sovremennye resheniya : *Doklady poekologicheskomu pochvovedeniyu*. 2010. Vol. 13, No. 1. P. 1–18.

26. Lagerwerff. Lead and zinc in the terrestrial environment around derelict metalliferous mines in Wales (U.K.) : *Science of The Total Environment*. Volume 10, Issue 1, July 1978, Pages 61-78.

27. Mañay N., Cousillas A., Heller T. (2011) Рівень свинцю в крові (BLL, B-Pb) в популяціях людей і тварин: B-P Mañay N., Cousillas A., Heller T. Blood lead levels (BLL, B-Pb) in human and animal populations: B-Pb as a biological marker of environmental exposure to lead. In: Banfalvi G. (eds) Cellular effects of heavy metals. Springer, Dordrecht. б як біологічний маркер впливу свинцю в навколишньому середовищі. В: Banfalvi G. (eds) Клітинні ефекти важких металів. Спрінгер, Дордрехт. 2011

28. Rock E. et al. (2002) Effect of Copper in the Food Chain on Human Health (Foodcue: Fair CT95-0813). In: Roussel A. M., Anderson R. A., Favier A. E. (eds) Trace Elements in Man and Animals 10. Springer, New York, NY.

29. Terekhova V.A., Pukalchik M. A., Yakovlev A. S. The triad approach to ecological assessment of urban soils : Eurasian Soil Science. 2014, 47 (9). P. 952—958.

# ДОДАТКИ

Индекс фондо-держателя	Номер контракта	Тип	Всего	В т.ч. по кварталам				Дата подписан приказа	Номер приказа	Классификация
				I	II	III	IV			
Fe =		✓	№ 95 (вода)							
Zn =					Ильин Д.В.					
Cu =					пос. Плещин					
Mn =					ул. Курортная			13		
Cd =					прим. 27.10.20					
Cr =					тел. 0980428123					
11.11.20	Ильин									
	№1472		№1473			№1474				
	Zn 0,372672		Zn 0,701670			Zn 0,305795				
	Cu 0,042223		Cu 0,260924			Cu 0,069158				
	Pb 0,372672		Pb 0			Pb 0				
	Cd 0,003262		Cd 0,005133			Cd 0,002822				
	Cr 0,018452		Cr 0,042762			Cr 0,039875				
	№1495		№1476			№1477				
	Zn 0,619357		Zn 4,529956			Zn 0,295956				
	Cu 0,107896		Cu 0,425461			Cu 0,061983				
	Pb 0,032149		Pb 0,311066			Pb 0,248273				
	Cd 0,002632		Cd 0,020528			Cd 0,004952				
	Cr 0,026990		Cr 0,088360			Cr				
	Всего №95		№96			№97				
	Fe 0,028700		Fe 0,006940			Fe 0,007900 0,007900				
	Zn 0,026000		Zn 0,029400			Zn 0,040700				
	Cu 0,000200		Cu 0,000800			Cu 0,000600				
	Mn 0,009000		Mn 0,000400			Mn 0				
	Cd 0,000100		Cd 0			Cd 0,000100				
	Cr 0,000400		Cr 0			Cr 0,000200				

ПРОТОКОЛ № 635					
визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту					
на вищих рослинах <i>Avena sativa</i>					
Місце відбору проби: с.Подвірки, Екопарк, 50 м.					
Дата і час відбору проби: 28.01.2020					
Дата і час початку біотестування: 05.02.2020 16-00					
Тривалість біотестування: 120 год.					
Номер рослини	Контроль		Дослід		
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм	
1	70	60	90	55	
2	50	50	69	52	
3	40	38	72	52	
4	46	30	60	32	
5	33	34	8	40	
6	58	30	70	65	
7	76	60	50	45	
8	83	33	65	58	
9	46	0	65	53	
10	21	0	64	46	
11	43	40	75	50	
12	28	21	10	0	
13	31	22	6	5	
14	16	6	0	0	
15	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	
31	0	0	0	0	
32	0	0	0	0	
33	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	
35	0	0	0	0	
Середнє арифметичне	18,31428571	12,11428571	20,11428571	15,8	
Стандартне відхилення	25,95	19,26	31,27	23,88	
Похибка стандартного відхилення	5,80	4,31	6,99	5,34	
Дисперсія	673,57	370,99	978,10	570,11	
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-0,20	-0,54	
Критерій <i>F</i> -Фішера			1,45	0,65	
Зменшення довжини відносно контролю, %			-9,828393136	-30,4245283	
Табличне значення критерію Ст'юдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 68 складає 1,995					
Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків					
Оператор			Коваль Ф.Ф.		
	підпис		прізвище, ім'я, по батькові		

**ПРОТОКОЛ № А.635**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Hordeum vulgare***

Місце відбору проби: с.Подвірки, Екопарк, 50 м.

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 05.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	12	0	60	81
2	0	0	41	70
3	0	0	40	58
4	0	0	22	46
5	0	0	17	14
6	0	0	0	15
7	0	0	18	8
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	0,342857143	0	5,657142857	8,342857143
Стандартне відхилення	2,03	0,00	14,20	21,00
Похибка стандартного відхилення	0,45	0,00	3,18	4,70
Дисперсія	4,11	0,00	201,70	440,88
Критерій <i>t</i> -Стюдента			-1,66	-1,78
Критерій <i>F</i> -Фішера			49,02	0,00
Зменшення довжини відносно контролю, %			-1550	#ДЕЛ/0!

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності  $p=0,05$

і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність

за довжиною коренів та паростків

Оператор

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № 636**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Avena sativa***

Місце відбору проби: с.Подвірки, Екопарк, 100 м.

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 05.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	70	60	45	35
2	50	50	33	4
3	40	38	90	55
4	46	30	80	52
5	33	34	85	55
6	58	30	66	53
7	76	60	62	50
8	83	33	40	26
9	46	0	80	60
10	21	0	5	5
11	43	40	10	1
12	28	21	0	5
13	31	22	0	0
14	16	6	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	18,31428571	12,11428571	17,02857143	11,45714286
Стандартне відхилення	25,95	19,26	30,20	21,03
Похибка стандартного відхилення	5,80	4,31	6,75	4,70
Дисперсія	673,57	370,99	912,21	442,26
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			0,14	0,10
Критерій <i>F</i> -Фішера			1,35	0,84
Зменшення довжини відносно контролю, %			7,020280811	5,424528302

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності  $p=0,05$

і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність

за довжиною коренів та паростків

Оператор

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № А.636**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Hordeum vulgare***

Місце відбору проби: с.Подвірки, Екопарк, 100 м.

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 05.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	12	0	30	55
2	0	0	50	92
3	0	0	50	53
4	0	0	10	11
5	0	0	13	13
6	0	0	26	33
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	0,342857143	0	5,114285714	7,342857143
Стандартне відхилення	2,03	0,00	13,21	20,14
Похибка стандартного відхилення	0,45	0,00	2,95	4,50
Дисперсія	4,11	0,00	174,40	405,58
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-1,60	-1,63
Критерій <i>F</i> -Фішера			42,39	0,00
Зменшення довжини відносно контролю, %			-1391,666667	#ДЕЛ/0!

Табличне значення критерію Ст'юдента для рівня вірогідності  $p=0,05$

і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність

за довжиною коренів та паростків

Оператор \_\_\_\_\_

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № 637**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Avena sativa***

Місце відбору проби: с.Подвірки, Військовий полігон

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 05.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	70	60	35	21
2	50	50	59	37
3	40	38	60	53
4	46	30	60	52
5	33	34	66	53
6	58	30	80	65
7	76	60	77	57
8	83	33	40	24
9	46	0	67	40
10	21	0	40	30
11	43	40	55	20
12	28	21	22	5
13	31	22	0	8
14	16	6	0	5
15	0	0	0	6
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	18,31428571	12,11428571	18,88571429	13,6
Стандартне відхилення	25,95	19,26	28,34	20,83
Похибка стандартного відхилення	5,80	4,31	6,34	4,66
Дисперсія	673,57	370,99	803,10	434,07
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-0,07	-0,23
Критерій <i>F</i> -Фішера			1,19	0,85
Зменшення довжини відносно контролю, %			-3,120124805	-12,26415094

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності  $p=0,05$

і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність

за довжиною коренів та паростків

Оператор

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № А.637**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Hordeum vulgare***

Місце відбору проби: с.Подвірки, Військовий полігон

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 05.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	12	0	40	71
2	0	0	46	70
3	0	0	30	51
4	0	0	29	75
5	0	0	0	10
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	0,342857143	0	4,142857143	7,914285714
Стандартне відхилення	2,03	0,00	11,95	21,74
Похибка стандартного відхилення	0,45	0,00	2,67	4,86
Дисперсія	4,11	0,00	142,83	472,79
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-1,40	-1,63
Критерій <i>F</i> -Фішера			34,72	0,00
Зменшення довжини відносно контролю, %			-1108,333333	#ДЕЛ/0!

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності  $p=0,05$  і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків

Оператор \_\_\_\_\_  
підпис

Коваль Ф.Ф.  
прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № 638**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Avena sativa***

Місце відбору проби: с.Подвірки, Війської полігон , 50 м

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 05.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	70	60	65	45
2	50	50	58	52
3	40	38	65	50
4	46	30	60	45
5	33	34	80	46
6	58	30	26	11
7	76	60	0	0
8	83	33	0	0
9	46	0	0	0
10	21	0	0	0
11	43	40	0	0
12	28	21	0	0
13	31	22	0	0
14	16	6	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	18,31428571	12,11428571	10,11428571	7,114285714
Стандартне відхилення	25,95	19,26	23,58	16,91
Похибка стандартного відхилення	5,80	4,31	5,27	3,78
Дисперсія	673,57	370,99	556,16	285,87
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			1,05	0,87
Критерій <i>F</i> -Фішера			0,83	1,30
Зменшення довжини відносно контролю, %			44,77379095	41,27358491

Табличне значення критерію Ст'юдента для рівня вірогідності  $p=0,05$  і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків

Оператор \_\_\_\_\_

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № А.638**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Hordeum vulgare***

Місце відбору проби: с.Подвірки, Військової полігон , 50 м

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 05.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	12	0	8	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	0,342857143	0	0,228571429	0
Стандартне відхилення	2,03	0,00	1,35	0,00
Похибка стандартного відхилення	0,45	0,00	0,30	0,00
Дисперсія	4,11	0,00	1,83	0,00
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			0,21	#ДЕЛ/0!
Критерій <i>F</i> -Фішера			0,44	#ДЕЛ/0!
Зменшення довжини відносно контролю, %			33,33333333	#ДЕЛ/0!

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності  $p=0,05$

і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба виявляє фітотоксичність

за довжиною коренів

Оператор

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № 639**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Avena sativa***

Місце відбору проби: с.Подвірки, сільський луг

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 12.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	70	60	86	68
2	50	50	80	70
3	40	38	64	50
4	46	30	57	50
5	33	34	62	47
6	58	30	59	50
7	76	60	67	48
8	83	33	30	23
9	46	0	14	29
10	21	0	0	0
11	43	40	0	0
12	28	21	0	0
13	31	22	0	0
14	16	6	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	18,31428571	12,11428571	14,82857143	12,42857143
Стандартне відхилення	25,95	19,26	27,84	22,69
Похибка стандартного відхилення	5,80	4,31	6,23	5,07
Дисперсія	673,57	370,99	775,15	514,72
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			0,41	-0,05
Критерій <i>F</i> -Фішера			1,15	0,72
Зменшення довжини відносно контролю, %			19,03276131	-2,594339623

Табличне значення критерію Ст'юдента для рівня вірогідності  $p=0,05$

і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність

за довжиною коренів та паростків

Оператор

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № А.639**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Hordeum vulgare***

Місце відбору проби: с.Подвірки, сільський луг

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 12.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	12	0	37	55
2	0	0	35	70
3	0	0	33	40
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	0,342857143	0	3	4,714285714
Стандартне відхилення	2,03	0,00	9,95	16,04
Похибка стандартного відхилення	0,45	0,00	2,23	3,59
Дисперсія	4,11	0,00	99,06	257,27
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-1,17	-1,31
Критерій <i>F</i> -Фішера			24,08	0,00
Зменшення довжини відносно контролю, %			-775	#ДЕЛ/0!

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності  $p=0,05$

і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність

за довжиною коренів та паростків

Оператор

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № 640**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Avena sativa***

Місце відбору проби: с.Подвірки, звалище (свалка) ТПВ

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 12.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	70	60	92	76
2	50	50	73	58
3	40	38	64	51
4	46	30	61	57
5	33	34	97	75
6	58	30	56	50
7	76	60	81	60
8	83	33	85	66
9	46	0	29	41
10	21	0	21	25
11	43	40	5	10
12	28	21	10	17
13	31	22	0	0
14	16	6	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	18,31428571	12,11428571	19,25714286	16,74285714
Стандартне відхилення	25,95	19,26	32,71	26,54
Похибка стандартного відхилення	5,80	4,31	7,31	5,94
Дисперсія	673,57	370,99	1069,67	704,55
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-0,10	-0,63
Критерій <i>F</i> -Фішера			1,59	0,53
Зменшення довжини відносно контролю, %			-5,148205928	-38,20754717

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності  $p=0,05$  і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків

Оператор

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові

**ПРОТОКОЛ № А.640**

**визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту  
на вищих рослинах *Hordeum vulgare***

Місце відбору проби: с.Подвірки, звалище (свалка) ТПВ

Дата і час відбору проби: 28.01.2020

Дата і час початку біотестування: 12.02.2020 16-00

Тривалість біотестування: 120 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	12	0	35	71
2	0	0	37	38
3	0	0	19	25
4	0	0	20	7
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
Середнє арифметичне	0,342857143	0	3,171428571	4,028571429
Стандартне відхилення	2,03	0,00	9,40	13,92
Похибка стандартного відхилення	0,45	0,00	2,10	3,11
Дисперсія	4,11	0,00	88,32	193,85
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-1,32	-1,29
Критерій <i>F</i> -Фішера			21,47	0,00
Зменшення довжини відносно контролю, %			-825	#ДЕЛ/0!

Табличне значення критерію Ст'юдента для рівня вірогідності  $p=0,05$

і числа ступенів свободи 68 складає 1,995

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність

за довжиною коренів та паростків

Оператор

підпис

Коваль Ф.Ф.

прізвище, ім'я, по батькові