

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

### **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ҐРУНТІВ ТА ҐРУНТОВИХ ОВОЧІВ (НА ПРИКЛАДІ ВАЛКІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-41  
спеціальності : 101 «Екологія»  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Пі автора \_\_\_\_\_ / Дмитро КОЛЯДА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

Рецензент \_\_\_\_\_ / ст.досл. Марина ЗАХАРОВА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

*«До захисту допущено»*

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

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ / Вікторія КОШЕЛЬКОВСЬКА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

Харків – 2025 рік

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

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

20 травня 2024 року

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

Дмитру КОЛЯДІ

(прізвище, ім'я)

1. Тема роботи Екологічна безпека ґрунтів та ґрунтових овочів (на прикладі Валківського району Харківської області)

керівник роботи Алла НЕКОС, д-р геогр. наук, професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету 16.04.2025 р. № 4301-5/967

2. Строк подання студентом роботи 01 травня 2025 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести огляд літератури щодо досліджуваного питання.
2. Вивчення та аналіз еколого-економічних умов Валківського району Харківської області.
3. Вивчення методів оцінки екологічного стану ґрунтів та ґрунтових овочів..

4. Визначення екологічного стану ґрунтів та ґрунтових овочів за ступенем забруднення важкими металами на різних ділянках Валківського району

#### 4. План роботи

| № з/п | Назви етапів роботи                                                                  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Огляд літературних джерел                                                            |
| 2     | Пошук та обґрунтування методів оцінки екологічного стану ґрунтів та ґрунтових овочів |
| 3     | Обробка та аналіз результатів досліджень                                             |
| 4     | Формування загальних висновків кваліфікаційної роботи.                               |
| 5     | Оформлення списку літературних джерел                                                |

5. Дата видачі завдання 20 травня 2024 р.

**Студент**

\_\_\_\_\_

**Дмитро КОЛЯДА**

підпис

ім'я, прізвище

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

**зав.каф., проф. Алла НЕКОС**

підпис

посада, ім'я, прізвище

## АНОТАЦІЯ

### ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ҐРУНТІВ ТА ҐРУНТОВИХ ОВОЧІВ (НА ПРИКЛАДІ ВАЛКІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Дмитро КОЛЯДА

Кваліфікаційна робота «Екологічна безпека ґрунтів та ґрунтових овочів (на прикладі Валківського району Харківської області)» містить 45 сторінок, 3 розділи, 2 таблиці, 12 рисунків, \_\_-\_\_ формул, 33 використаних джерела.

*Мета роботи.* Оцінювання екологічної безпеки ґрунтів та ґрунтових овочів у Валківському районі Харківської області за показниками вмісту важких металів.

*Об'єкт дослідження.* Екологічний стан ґрунтів Валківського району Харківської області.

*Предмет дослідження.* Вміст важких металів у ґрунтах і ґрунтових овочах, вирощених на цих ґрунтах.

*Актуальність дослідження.* Забруднення ґрунтів важкими металами – серйозна екологічна проблема, що загрожує здоров'ю населення через харчовий ланцюг. В Україні значна частина овочевої продукції вирощується в приватному секторі без належного контролю. Відсутність лабораторного моніторингу в присадибних господарствах створює ризики для продовольчої безпеки. Валківський район є типовою територією змішаного навантаження сільського господарства, транспорту та техногенних впливів.

*Завдання дослідження* передбачали вивчення екологічного стану Валківського району, вмісту важких металів у ґрунтах та ґрунтових овочах.

*Методи.* Аналіз, синтез, опис, методи математичної статистики, методи оцінки екологічного стану ґрунтів та ґрунтових овочів, методи визначення важких металів.

*Результати.* Визначено та проаналізовано стан екологічної безпеки за вмістом важких металів у ґрунтах та ґрунтових овочах у Валківському районі.

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, ҐРУНТ, ОВОЧІ

ANNOTATION  
ENVIRONMENTAL SAFETY OF SOILS AND SOIL VEGETABLES (ON THE  
EXAMPLE OF VALKY DISTRICT OF KHARKIV REGION)

Dmytro KOLYADA

The qualification work "Ecological safety of soils and soil vegetables (using the example of Valkivskyi district of Kharkiv region)" contains 45 pages, 3 sections, 2 tables, 12 figures, \_\_ formulas, 33 sources used.

*The purpose of the work.* Assessment of the ecological safety of soils and soil vegetables in the Valkivskyi district of the Kharkiv region based on the content of heavy metals.

*Research object.* Ecological condition of soils Valkivskyi district of Kharkiv region.

*Subject of research:* Heavy metal content in soils and soil vegetables.

*Relevance of the study.* Soil contamination with heavy metals is a serious environmental problem that threatens the health of the population through the food chain. In Ukraine, a significant part of vegetable production is grown in the private sector without proper control. The lack of laboratory monitoring in homestead farms creates real risks for food security. Valkivskyi district of Kharkiv region is a typical territory of mixed load - a combination of agriculture, transport infrastructure and man-made impacts.

*The tasks of the research* included investigating the ecological state of the Valkivskyi district, the presence of heavy metals in soils and soil vegetables.

*Methods:* Analysis, synthesis, description, methods of mathematical statistics, methods of assessing the ecological state of soils and soil vegetables, methods of determining heavy metals.

*Results.* The state of ecological safety in terms of the content of heavy metals in soils and soil vegetables in the Valkivskyi district was determined and analyzed .

ENVIRONMENTAL STATE OF SOILS, HEAVY METALS, SOIL,  
VEGETABLES

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                                       | 7  |
| РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ОЦІНКИ<br>ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ҐРУНТІВ ТА ҐРУНТОВИХ ОВОЧІВ.....                           | 10 |
| РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ<br>ҐРУНТІВ ТА ҐРУНТОВИХ ОВОЧІВ.....                                              | 16 |
| 2.1 Постановка експерименту та умови проведення дослідження.....                                                                 | 16 |
| 2.2 Обладнання та лабораторна база.....                                                                                          | 17 |
| 2.3 Методика визначення важких металів.....                                                                                      | 18 |
| РОЗДІЛ 3 ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ<br>ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ҐРУНТІВ ТА ҐРУНТОВИХ ОВОЧІВ<br>ВАЛКІВСЬКОГО РАЙОНУ..... | 19 |
| 3.1 Еколого-географічна характеристика Валківського району<br>Харківської області.....                                           | 19 |
| 3.2 Результати дослідження екологічної безпеки ґрунтів Валківського<br>району за вмістом важких металів.....                     | 23 |
| 3.3 Результати дослідження екологічної безпеки ґрунтових овочів<br>Валківського району за вмістом важких металів .....           | 29 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                                                    | 37 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                                                  | 39 |
| ДОДАТКИ.....                                                                                                                     | 44 |

## ВСТУП

Екологічна безпека довкілля, зокрема стан ґрунтів та сільськогосподарської продукції, є однією з найактуальніших проблем сьогодення. Особливої уваги потребує проблема забруднення ґрунтів важкими металами, які мають здатність акумулюватися в рослинних тканинах, у тому числі в овочах, що становлять основу харчового раціону населення. Потрапляючи в організм людини з продуктами харчування, ці токсичні елементи можуть спричинити серйозні порушення здоров'я, включаючи хронічні захворювання внутрішніх органів, порушення функцій нервової системи, онкологічні хвороби.

Сьогодні Україна переживає складний період соціально-економічної трансформації, що супроводжується посиленням антропогенного навантаження на навколишнє середовище, нерівномірним розвитком екологічного моніторингу та відсутністю дієвого контролю за якістю продукції приватного сектора. У сільських районах, де значна частина овочевих культур вирощується на приватних присадибних ділянках, питання екологічної безпеки овочевої продукції особливо загострюється. Валківський район Харківської області є типовою територією, де поєднується інтенсивне сільське господарство, транспортне навантаження, промислові фактори та використання мінеральних добрив, що підвищує ризики забруднення.

Попередній аналіз наукової літератури показує, що проблемі забруднення ґрунтів і сільськогосподарських культур важкими металами приділяється значна увага в екологічних дослідженнях як в Україні, так і за кордоном. Зокрема, ґрунтовий моніторинг активно розвивається в межах концепції сталого розвитку, агроекологічного менеджменту та продовольчої безпеки. Водночас, попри наявні наукові доробки, залишається недостатньо вивченою специфіка локального екологічного стану окремих районів, таких як Валківський, з урахуванням сучасних соціо-економічних, техногенних та природно-кліматичних умов.

У науковій літературі бракує комплексних досліджень, які б одночасно охоплювали як ґрунти, так і овочеві культури, вирощені на них, із застосуванням кількісних методів аналізу вмісту важких металів. Також слабо розробленими залишаються ефективні методики оцінки ризику для здоров'я населення на основі порівняння вмісту токсичних елементів у продуктах з гранично допустимими концентраціями (ГДК), встановленими нормативними документами.

Склалась певна суперечність між нагальною потребою в забезпеченні екологічної безпеки харчової продукції з приватного сектору та відсутністю ефективного лабораторного контролю і належної обізнаності населення про екологічні ризики. З одного боку, існує потреба у впровадженні системного екологічного моніторингу в сільських районах, а з іншого – практичні заходи з реалізації цієї потреби на місцевому рівні залишаються обмеженими. Отже, проблема нашого дослідження зумовлена об'єктивними вимогами забезпечення продовольчої безпеки та збереження здоров'я населення через оцінку екологічного стану ґрунтів та вирощених на них овочів.

Таким чином, актуальність теми обумовлена посиленням впливу техногенних факторів на сільськогосподарські території, високим ризиком накопичення важких металів у ґрунтах та овочевій продукції, а також відсутністю регулярного локального моніторингу. Недостатня кількість емпіричних досліджень, присвячених Валківському району, підтверджує доцільність обраного напрямку.

**Мета дослідження** – оцінка екологічної безпеки ґрунтів та ґрунтових овочів у Валківському районі Харківської області за показниками вмісту важких металів.

#### **Завдання.**

1. Провести огляд літератури щодо досліджуваного питання.
2. Вивчення та аналіз еколого-економічних умов Валківського району Харківської області.

3. Вивчення методів оцінки екологічного стану ґрунтів та ґрунтових овочів.

4. Визначення екологічного стану ґрунтів та ґрунтових овочів за ступенем забруднення важкими металами на різних ділянках Валківського району.

5. Сформулювати висновки до дослідження.

**Об’єкт дослідження** – ґрунти Валківського району Харківської області.

**Предмет дослідження** – вміст важких металів у ґрунтах і ґрунтових овочах, вирощених на цих ґрунтах.

Методи дослідження – аналіз, синтез, опис, методи математичної статистики, методи оцінки екологічного стану ґрунтів та ґрунтових овочів, методи визначення важких металів.

Робота написана за матеріалами літературного огляду, результатами аналізу лабораторних досліджень та особистих досліджень автора.

## РОЗДІЛ 1.

### АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГРУНТІВ ТА ГРУНТОВИХ ОВОЧІВ

Розвиток наукових підходів до оцінки екологічного стану ґрунтів має глибоке історичне коріння. Ще в XIX столітті вчені почали усвідомлювати важливість ґрунту як основного компонента екосистеми та його вплив на здоров'я людини. Зокрема, в роботах В. В. Докучаєва було закладено основи ґрунтознавства як науки, що вивчає ґрунт у взаємозв'язку з природними та антропогенними факторами.

У XX столітті, з розвитком промисловості та інтенсифікацією сільського господарства, проблема забруднення ґрунтів набула особливої актуальності. Вчені почали розробляти методи оцінки екологічного стану ґрунтів, враховуючи вплив важких металів, пестицидів та інших забруднювачів на родючість ґрунту та здоров'я населення.

У сучасних дослідженнях екологічна безпека ґрунтів розглядається як комплексне поняття, що включає фізико-хімічні, біологічні та агрохімічні характеристики ґрунту. Зокрема, в роботі Ільківа Н. В. [1] підкреслюється важливість органічного землекористування як умови сталого розвитку та забезпечення екологічної безпеки.

Також, у дослідженні Хилька М. І. [2] розглядаються проблеми екологічної безпеки України, зокрема, питання забруднення ґрунтів та їх вплив на здоров'я населення. Автор наголошує на необхідності впровадження ефективних механізмів контролю та моніторингу стану ґрунтів.

В Україні питання екологічної безпеки ґрунтів регулюється низкою нормативно-правових актів, зокрема, Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», Законом України «Про охорону земель» та іншими. Ці документи встановлюють основні принципи охорони ґрунтів, вимоги до їх використання та заходи щодо запобігання забрудненню.

Загалом, еволюція наукових підходів до оцінки екологічного стану ґрунтів відображає зростаюче усвідомлення важливості цього ресурсу для забезпечення сталого розвитку та здоров'я населення. Сучасні дослідження спрямовані на розробку інтегрованих методів оцінки, що враховують комплексний вплив різних факторів на стан ґрунтів.

Забруднення ґрунтів важкими металами (ВМ) є однією з найактуальніших екологічних проблем сучасності. Основними джерелами надходження ВМ у ґрунти є: промислові викиди: металургійні, хімічні, машинобудівні підприємства викидають у навколишнє середовище значні кількості ВМ, які осідають на поверхні ґрунту [3], сільське господарство: застосування мінеральних добрив, пестицидів та гербіцидів, що містять ВМ, призводить до їх накопичення в орному шарі ґрунту [4]. викиди автомобільного транспорту, особливо в містах та вздовж автомагістралей, є джерелом свинцю, кадмію та інших ВМ [5]. Неправильне поводження з твердими побутовими відходами сприяє потраплянню ВМ у ґрунт через інфільтрацію фільтрату зі сміттєзвалищ [6].

Міграція та накопичення ВМ у ґрунтах залежать від багатьох факторів: хімічні властивості металів, різні ВМ мають різну мобільність у ґрунтовогому середовищі. Наприклад, кадмій та цинк є більш мобільними, ніж свинець та мідь [7], фізико-хімічні властивості ґрунту, кислотність, вміст органічної речовини, гранулометричний склад та інші характеристики впливають на здатність ґрунту утримувати або віддавати ВМ [8], кліматичні умови, опади, температура та інші кліматичні фактори можуть сприяти або перешкоджати міграції ВМ у ґрунтовогому профілі [9], біологічна активність, мікроорганізми та рослини можуть впливати на трансформацію та міграцію ВМ у ґрунті [10].

Забруднення ґрунтів ВМ має серйозні екологічні та соціальні наслідки, такі як зниження родючості ґрунтів, накопичення ВМ негативно впливає на мікрофлору та мікрофауну ґрунту, що призводить до зниження його родючості [11], накопичення ВМ у рослинах, рослини, вирощені на забруднених ґрунтах, можуть акумулювати ВМ, що становить загрозу для

здоров'я людей та тварин [12], забруднення водних ресурсів, міграція ВМ з ґрунтів у підземні та поверхневі води призводить до їх забруднення, що ускладнює використання води для питних та господарських потреб [13].

Для оцінки екологічної безпеки ґрунтів та рослинної продукції застосовуються різноманітні хімічні методи аналізу. Серед них найбільш поширеними є: атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ААС) дозволяє визначати концентрації металів у ґрунтах та рослинах з високою точністю [14]. Індуктивно зв'язана плазмова мас-спектрометрія (ICP-MS) забезпечує надзвичайно низькі межі виявлення та високу точність при аналізі слідів металів [15]. Методи мокрого озолення та кислотного розкладу - підготовчі етапи для подальшого аналізу, що забезпечують ефективне вивільнення металів з матриці зразка [16].

Біологічні методи дозволяють оцінити вплив забруднення на живі організми та екосистеми в цілому. До них відносяться біотестування, тобто використання тест-організмів для оцінки токсичності ґрунтів та води. Фітотестування – вивчення впливу забруднення на ріст та розвиток рослин, що дозволяє оцінити біодоступність металів. Мікробіологічні дослідження, аналіз змін у мікробіоценозах ґрунтів під впливом забруднення.

Для комплексної оцінки рівня забруднення ґрунтів важкими металами використовуються різноманітні індекси:

Індекс геоаккумуляції ( $I_{geo}$ ): дозволяє оцінити ступінь забруднення ґрунтів порівняно з фоновими значеннями [14].

Індекс забруднення ( $PI$ ): визначає рівень забруднення окремими металами [16].

Індекс навантаження забрудненням ( $PLI$ ): інтегральний показник, що враховує сумарний вплив декількох металів [15].

В Україні питання екологічної безпеки ґрунтів та овочевої продукції є особливо актуальним у зв'язку з інтенсивним сільським господарством та промисловим забрудненням. Дослідження, проведені в різних регіонах

країни, свідчать про наявність перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК) важких металів у ґрунтах та овочах. Зокрема, у дослідженні Кухнюка О. В. виявлено акумуляцію важких металів у сільськогосподарській продукції Черкаської області, що може становити загрозу для здоров'я населення [3].

Інше дослідження, проведене Рибаловою О. та співавторами, оцінює ризик для здоров'я населення від забруднення ґрунтів на території полігонів твердих побутових відходів, підкреслюючи необхідність впровадження ефективних механізмів контролю та моніторингу стану ґрунтів [5].

У світі також активно досліджуються питання екологічної безпеки ґрунтів та овочевої продукції. Наприклад, у Китаї проведено комплексну оцінку забруднення ґрунтів важкими металами в провінції Ляонін, що дозволило ідентифікувати джерела забруднення та розробити рекомендації для зменшення ризиків [18]. У дослідженні, проведеному в Ірані, оцінено вміст важких металів у ґрунтах, воді та овочах, а також проведено оцінку канцерогенного та неканцерогенного ризику для споживачів [4]. Результати показали перевищення допустимих рівнів свинцю в овочах, що підкреслює необхідність контролю за якістю продукції. У Бангладеш проведено оцінку забруднення ґрунтів та овочів важкими металами з використанням індексу навантаження забрудненням (PLI), що дозволило виявити регіони з підвищеним рівнем забруднення та розробити стратегії для зменшення ризиків [6].

Порівняльний аналіз українського та міжнародного досвіду свідчить про спільні проблеми, пов'язані із забрудненням ґрунтів важкими металами та їх акумуляцією в овочевій продукції. Водночас, міжнародний досвід демонструє ефективність використання інтегрованих підходів до оцінки екологічної безпеки, включаючи хімічні, біологічні та індексні методи.

Зокрема, використання індексів забруднення, таких як індекс геоакумуляції ( $I_{geo}$ ), індекс забруднення ( $PI$ ) та індекс навантаження

забрудненням (*PLI*), дозволяє комплексно оцінити рівень забруднення та розробити ефективні стратегії для його зменшення.

Оцінка екологічної безпеки ґрунтів та овочевої продукції стикається з проблемою відсутності уніфікованих стандартів та методологій. Різні країни та організації застосовують власні підходи до визначення гранично допустимих концентрацій (ГДК) важких металів у ґрунтах та продукції рослинництва. Наприклад, у дослідженні, проведеному в Ірані, виявлено перевищення допустимих рівнів свинцю в овочах, що підкреслює необхідність контролю за якістю продукції [4].

Біологічні методи оцінки, такі як біотестування та фітотестування, мають обмеження у відображенні реального стану екосистем. Вони часто не враховують кумулятивний ефект забруднення та взаємодію між різними забруднювачами. У дослідженні, проведеному в Китаї, зазначено, що традиційні методи оцінки ризику не завжди адекватно відображають екологічну ситуацію, що вимагає розробки нових підходів [18].

Існує проблема недостатньої інтеграції даних з різних джерел, що ускладнює комплексну оцінку екологічної безпеки. Відсутність єдиної бази даних та стандартизованих методів збору інформації призводить до фрагментарності досліджень. Наприклад, у дослідженні, проведеному в Україні, підкреслюється необхідність створення національної системи моніторингу забруднення ґрунтів [5].

Соціально-економічні фактори, такі як рівень розвитку сільського господарства, доступність технологій та фінансування, впливають на можливості проведення ефективної оцінки екологічної безпеки. У багатьох країнах, включаючи Україну, обмежені ресурси ускладнюють впровадження сучасних методів моніторингу та контролю якості продукції [3].

У результаті проведеного аналітичного огляду літератури встановлено, що проблема екологічної безпеки ґрунтів та овочевої продукції є актуальною як в Україні, так і в інших країнах світу.

Забруднення ґрунтів важкими металами, такими як свинець, кадмій, мідь та цинк, є поширеним явищем, що негативно впливає на якість овочевої продукції та становить загрозу для здоров'я населення.

Існує широкий спектр методів для оцінки екологічної безпеки ґрунтів та овочів, включаючи хімічні, біологічні та інтегровані підходи. Зокрема, використання індексів забруднення, таких як індекс геоаккумуляції ( $I_{geo}$ ) та індекс навантаження забрудненням ( $PLI$ ), дозволяє комплексно оцінити рівень забруднення.

Відсутність уніфікованих стандартів та методологій, обмеженість біологічних методів оцінки, недостатня інтеграція даних та вплив соціально-економічних факторів ускладнюють ефективну оцінку екологічної безпеки ґрунтів та овочевої продукції.

Існує потреба у розробці нових підходів до оцінки екологічної безпеки, які б враховували кумулятивний ефект забруднення та взаємодію між різними забруднювачами, а також у створенні національної системи моніторингу забруднення ґрунтів.

## РОЗДІЛ 2.

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ҐРУНТІВ ТА ҐРУНТОВИХ ОВОЧІВ

#### 2.1. Постановка експерименту та умови проведення дослідження

Метою дослідження було оцінити вміст важких металів у ґрунтах та овочах, вирощених у Валківському районі Харківської області. Для цього було проведено відбір зразків у трьох типових населених пунктах із різним екологічним навантаженням (рис. 2.1):

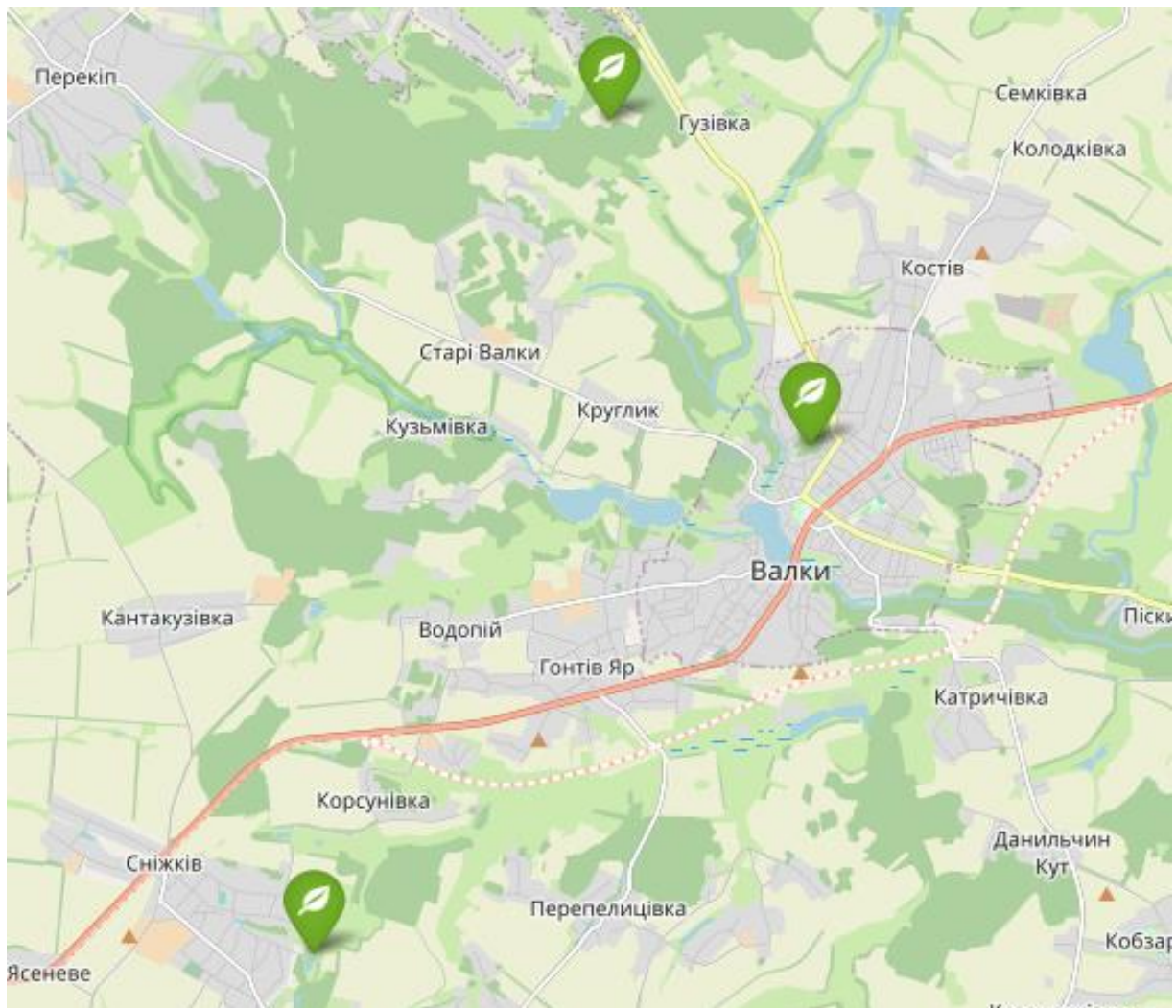


Рис. 2.1 – місця відбору проб ґрунту та ґрунтових овочів

- ✓ м. Валки – міські городи (урбанізована зона);
- ✓ смт. Ков'яги – городи біля траси (зона транспортного впливу);
- ✓ с. Серпневе – аграрне село (сільськогосподарська зона).

Відбір проб здійснено 26 березня 2025 року. У кожному з трьох пунктів було взято по чотири проби: 1) Ґрунт, 2) Картопля, 3) Буряк, 4) Морква.

Загалом відібрано 12 зразків, по 4 з кожної локації. Дослідження проб проводилося у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень Навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (Протоколи №2153-55 від 07.04.2025 р.) (Додаток А).

## 2.2. Обладнання та лабораторна база

Визначення концентрації важких металів проводилось за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра МГА-915 МД, що забезпечує високу точність вимірювань концентрацій металів у природних середовищах.



Рис. 2.2 – спектрофотометр МГА-915 МД навчально-дослідної лабораторії аналітичних екологічних досліджень

Прилад дозволяє визначати мікроконцентрації таких елементів, як свинець, кадмій, мідь, хром та цинк, у відповідності до вимог ДСТУ ISO

11466:2001 «Ґрунти. Підготовка витягу соляною кислотою для подальшого визначення мікроелементів».

### **2.3. Методика визначення важких металів**

Дослідження ґрунтових та рослинних зразків проводилось у кілька етапів:

- ✓ Підготовка зразків – висушування, подрібнення, просіювання до однорідної маси.
- ✓ Мінералізація – кислотне розкладання для переведення металів у розчин.
- ✓ Аналіз на приладі – атомно-абсорбційний аналіз з фоновою корекцією, вимірювання здійснювалося у відповідності до рекомендацій ISO 11047 та ДСТУ EN 14084 [19].
- ✓ Обробка результатів – з урахуванням меж виявлення, похибки та нормативів ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 [20].

Вимірювалися наступні метали: свинець (Pb), кадмій (Cd), цинк (Zn), мідь (Cu), хром (Cr). Одиниці вимірювання – мг/кг сухої речовини.

Контроль якості забезпечувався дублюванням зразків, перевіркою чистоти реагентів, калібруванням приладу сертифікованими стандартними зразками.

На результати могли впливати тип ґрунту (суглинок, піщаник тощо), агротехнічні особливості ділянок, метеорологічні умови в період вирощування овочів. Для мінімізації впливу цих факторів використовувалися стандартизовані процедури відбору та аналізу.

Таким чином, методичне забезпечення експерименту дозволяє вважати результати достовірними і такими, що можуть бути використані для оцінки екологічної безпеки продукції приватного сектору. Обрані методи відповідають сучасним вимогам аналітичної екології, а їх поєднання дає змогу надійно встановити концентрацію важких металів у продуктах рослинного походження.

### РОЗДІЛ 3.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ҐРУНТІВ ТА ҐРУНТОВИХ ОВОЧІВ ВАЛКІВСЬКОГО РАЙОНУ

### 3.1. Еколого-географічна характеристика Валківського району Харківської області

Валківський район розташований у західній частині Харківської області та займає площу близько 1,2 тис. км<sup>2</sup>. До адміністративно-територіальної реформи 2020 року район включав 1 місто районного значення (Валки), 1 селище міського типу та понад 90 сільських населених пунктів, які входили до 16 сільських рад. Після реформи більша частина району увійшла до Богодухівського району у складі нової адміністративної структури Харківщини [21].

Станом на 2019 рік чисельність населення Валківського району становила приблизно 35,5 тис. осіб, з яких близько 70 % проживало у сільській місцевості. Основною економічною галуззю району є сільське господарство, зокрема вирощування зернових та овочевих культур. Територія району активно використовується під присадибне господарство, що зумовлює важливість дослідження стану ґрунтів, адже вирощена продукція споживається безпосередньо населенням, а не проходить контроль на ринках чи підприємствах [22].

Село Гонтів Яр, села Олександрівка, Сніжків, Мельникове, Черемушна та інші, де були відібрані проби ґрунтів і овочів, є типовими представниками сільської інфраструктури Харківщини. Вони характеризуються інтенсивною діяльністю приватного сектору за відсутності регулярного лабораторного контролю за якістю продукції та станом ґрунтів, що створює потенційні ризики для продовольчої безпеки населення району [23].

Клімат Валківського району помірно континентальний, з чітко вираженими порами року. Він характеризується спекотним літом і помірно

холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить  $+7,5-8,2$  °С. Найхолодніший місяць — січень із середньою температурою  $-6,5$  °С, найтепліший — липень із середньою температурою  $+20,5$  °С. Сума активних температур (вище  $+10$  °С) досягає  $2800-3000$ °, що є сприятливим фактором для вирощування різних овочевих культур, зокрема картоплі, моркви, буряка та капусти. Вегетаційний період триває від 170 до 200 днів, що дозволяє отримувати стабільні врожаї при достатньому зволоженні [24].

Щорічна кількість опадів становить у середньому  $450-550$  мм, переважно у вигляді дощів у теплу пору року (весна–літо). Вологозабезпечення району коливається в межах середнього і дещо недостатнього, що впливає на формування врожайності, а також на мобільність важких металів у ґрунтах. В сухі роки, через зменшення об'ємної вологості, токсичність металів може зростати через зниження розведення солей у ґрунтовому розчині [25]. Також район зазнає впливу південно-східних вітрів, які сприяють перенесенню пилу, а отже, і потенційних забруднювачів. Така аеродинаміка ландшафту особливо важлива для обґрунтування місць відбору проб у дослідженні екологічної безпеки. Отже, кліматичні особливості Валківського району створюють як сприятливі умови для розвитку сільського господарства, так і потенційні ризики для накопичення токсикантів у ґрунтах через специфіку вологозабезпечення та температурні коливання, що необхідно враховувати при оцінці екологічного ризику вирощування овочів на відкритому ґрунті.

Валківський район розташований у межах Лівобережного Лісостепу України, в межах Центрального пластового плато, що зумовлює горбисто-хвилястий рельєф із численними балками та ярами. Абсолютні висоти території варіюються в межах  $150-220$  метрів над рівнем моря, що сприяє акумуляції поверхневого стоку в пониженнях, де найчастіше відбувається локалізація важких металів та інших забруднювачів [26].

Ґрунтовий покрив району представлений переважно чорноземами типовими та опідзоленими, які відзначаються високою родючістю,

нейтральною або слабо-кислою реакцією середовища (рН 6,5–7,2) і значним вмістом гумусу (3,5–5%). Вони мають високу буферну ємність, здатність зв'язувати та адсорбувати важкі метали, що частково знижує їхню біодоступність для рослин [27].

Разом з тим, у зонах техногенного навантаження (поблизу автошляхів, залізниць, промислових об'єктів) у ґрунтах можуть накопичуватися токсиканти — переважно свинець (Pb), кадмій (Cd), мідь (Cu), цинк (Zn), які мають властивість мігрувати як у ґрунтового профілі, так і до рослинних тканин овочів. Особливо чутливими є легкі супіщані ґрунти та ґрунти з порушеним водним режимом, які трапляються на схилах [28].

Валківський район Харківської області історично сформувався як аграрна територія з переважанням зерново-овочевого напрямку господарювання. Значна частина населення району займається особистим селянським господарством, яке забезпечує як власні потреби, так і постачання продукції на місцеві ринки. Основні сільськогосподарські культури, що вирощуються у районі, включають озиму пшеницю, ячмінь, кукурудзу, а також картоплю, моркву, буряк, капусту та інші овочі. При цьому овочева продукція, зокрема коренеплоди, часто вирощується на присадибних ділянках без належного лабораторного контролю за станом ґрунтів, що створює потенційні ризики потрапляння токсикантів у харчовий ланцюг [29].

За даними Департаменту агропромислового розвитку Харківської ОДА, у структурі землекористування Валківського району орні землі становлять понад 75% території, що свідчить про інтенсивну експлуатацію ґрунтових ресурсів. Площа земель, які використовуються під овочеві культури, коливається в межах 3–5% від загального сільськогосподарського фонду, однак саме вони є найбільш чутливими до накопичення важких металів через особливості агротехніки та короткий період вегетації [30].

Особливу увагу заслуговує використання мінеральних добрив і засобів захисту рослин, що не завжди здійснюється з урахуванням екологічних норм.

У приватному секторі недотримання дозування, використання заборонених препаратів та ігнорування сівозміни сприяє деградації ґрунту і підвищує ризик токсичного навантаження. Крім того, неконтрольоване внесення органічних добрив (гною), особливо без попередньої перевірки їх складу, може бути додатковим джерелом надходження важких металів у ґрунт, зокрема міді, цинку, кадмію, внаслідок накопичення цих елементів у кормах тварин та їх біологічному кругообігу [31].

Таким чином, існуюча структура землекористування Валківського району поєднує потенціал для стабільного овочівництва з ризиками екологічної небезпеки, обумовленими нераціональним використанням ґрунтових ресурсів. Сучасний екологічний стан Валківського району визначається низкою антропогенних факторів, які мають стійкий негативний вплив на ґрунтове середовище. Основними джерелами забруднення є: агрохімічне навантаження – надмірне або безконтрольне застосування мінеральних добрив і пестицидів у приватних господарствах та малих фермерських угіддях; транспортна інфраструктура – автомобільні дороги державного та місцевого значення проходять через сільськогосподарські угіддя, спричиняючи локальне забруднення ґрунтів свинцем, кадмієм, бенз(а)піреном та іншими сполуками, пов'язаними з вихлопами і зносом шин і гальмівних систем; Паливно-мастильні матеріали, що використовуються у сільському господарстві (трактори, комбайни), здатні викликати локальні осередки забруднення на базах зберігання техніки та у зонах обслуговування; відходи тваринництва – особливо у приватних господарствах, де утилізація органіки (гною) здійснюється без належного контролю, що сприяє накопиченню важких металів у ґрунті. Ще однією екологічною проблемою є відсутність системного моніторингу стану ґрунтів у приватному секторі, що позбавляє місцеві громади доступу до інформації про безпечність вирощеної продукції. Недостатня кількість лабораторних досліджень, зокрема в умовах воєнного стану, призводить до продовольчої невизначеності, коли споживач не має змоги об'єктивно оцінити ризики для здоров'я. Таким чином,

сукупність природних і антропогенних факторів у Валківському районі формує підвищену екологічну вразливість ґрунтів, що вимагає детального аналізу стану важких металів у ґрунтах та овочах — саме ця потреба лягла в основу проведеного дослідження.

### **3.2. Результати дослідження екологічної безпеки ґрунтів Валківського району за вмістом важких металів**

З метою оцінки екологічної безпеки ґрунтів Валківського району Харківської області було здійснено відбір 12 проб (по чотири проби ґрунтів з трьох різних типів територій):

- ✓ м. Валки (міські городи)
- ✓ смт. Ков'яги (приміські городи біля траси)
- ✓ с. Серпневе (аграрне село)

Дослідження проводилося у лабораторії аналітичних екологічних досліджень Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Визначення вмісту важких металів (свинець, кадмій, цинк, мідь, хром) проводилось за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра МГА-915 МД з урахуванням метрологічних характеристик, меж виявлення та припустимих похибок вимірювання.

У таблиці 3.1 представлено результати вимірювання концентрацій важких металів у ґрунтових зразках, отриманих у трьох різних точках району з порівнянням з гранично допустимими концентраціями (ГДК), встановленими Постановою КМУ № 1325 від 15.12.2021 р. [32]

Таблиця 3.1

Вміст важких металів у ґрунтах Валківського району, мг/кг

| <b>Важкий метал</b> | <b>м. Валки</b> | <b>сmt. Ков'яги</b> | <b>с. Серпневе</b> | <b>ГДК</b> |
|---------------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|
| Свинець (Pb)        | 1,10            | 1,50                | 0,90               | 6          |
| Кадмій (Cd)         | 0,05            | 0,06                | 0,03               | 0,7        |
| Цинк (Zn)           | 0,51            | 0,60                | 0,45               | 23         |

|           |      |      |      |   |
|-----------|------|------|------|---|
| Мідь (Cu) | 0,12 | 0,15 | 0,10 | 3 |
| Хром (Cr) | 0,30 | 0,35 | 0,23 | 6 |

Вміст усіх важких металів у ґрунтах у всіх точках відбору не перевищує встановлених ГДК, що дозволяє попередньо оцінити екологічний стан ґрунтів як відносно безпечний щодо токсикологічного навантаження з боку досліджених елементів.

У ґрунтах смт. Ков'яги найвищі концентрації за всіма елементами у порівнянні з іншими населеними пунктами. Це може бути пов'язано з близькістю до транспортних шляхів, а також можливою техногенною діяльністю.

Село Серпневе має найнижчі показники за всіма елементами, що узгоджується з його статусом аграрного села, розташованого подалі від інтенсивного антропогенного впливу.

Вміст свинцю (Pb), хоча і в межах норми, є найвищим серед усіх елементів, що характерно для ґрунтів, які піддаються впливу вихлопних газів і старих джерел забруднення.

Кадмій (Cd), відомий своєю високою токсичністю навіть у малих концентраціях, присутній у ґрунтах у межах 0,03–0,06 мг/кг, що становить 4–8,5% від допустимої норми, тобто низький ризик.

Цинк (Zn) та мідь (Cu) демонструють найнижчі рівні порівняно зі своїми ГДК – до 2,6% і 5% відповідно, що є характерним для незабруднених ґрунтів.

Хром (Cr) також значно нижчий за ГДК у всіх локаціях, хоча в смт. Ков'яги його рівень вищий, ніж у двох інших точках.

Свинець (Pb) — один із найнебезпечніших важких металів для здоров'я людини і довкілля. Він не розкладається в ґрунтах, здатен мігрувати та акумулюватися у рослинах, звідки надходить у харчовий ланцюг. Основні джерела потрапляння свинцю до ґрунту — викиди транспорту, промислових підприємств, застарілі засоби захисту рослин та будівельні матеріали.

Жодна концентрація важких металів у ґрунтах з отриманих значень не перевищує гранично допустиму концентрацію, отже, згідно з нормативами, свинець не створює критичного екологічного ризику у цих локаціях (рис. 3.1).

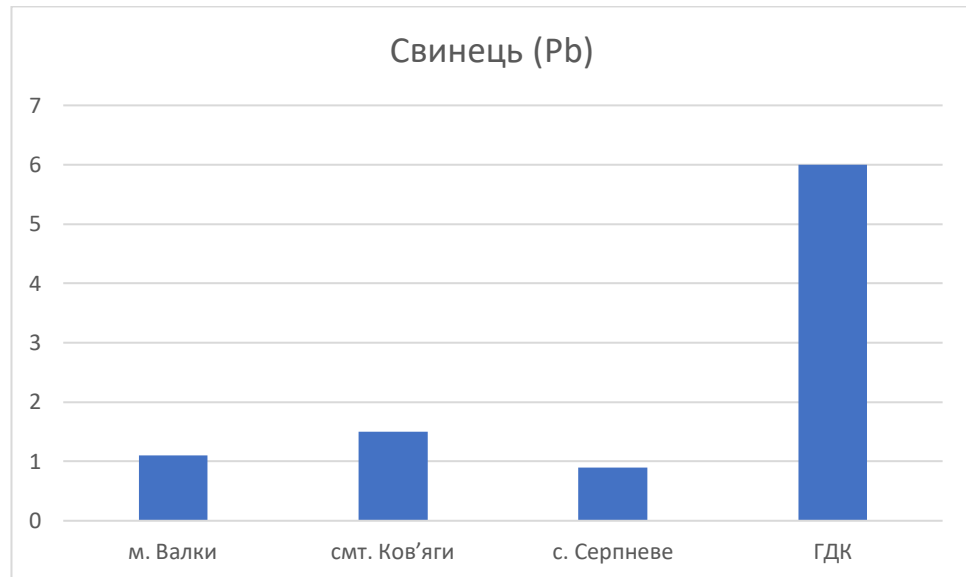


Рис. 3.1 Вміст свинцю в ґрунтах населених пунктів Валківського району, мг/кг

Найвищу концентрацію свинцю у ґрунтах зафіксовано у смт. Ков'яги — 1,50 мг/кг, що пов'язано з транспортним навантаженням (города поблизу траси). Це також єдиний населений пункт, де вміст Pb у ґрунтах перевищує 25 % від ГДК.

Найменшу концентрацію Pb виявлено в с. Серпневе (0,90 мг/кг) — це свідчить про мінімальний техногенний вплив на цю ділянку та її аграрний характер.

У м. Валки середній рівень Pb у ґрунтах становить 1,10 мг/кг (18,3 % ГДК), що також вказує на помірне, але не критичне забруднення.

Кадмій (Cd) є високотоксичним важким металом, який навіть у незначних концентраціях здатен викликати серйозні негативні наслідки для здоров'я людини, включаючи ураження нирок, кісткової системи,

канцерогенний ефект. Потрапляє в ґрунт із промисловими викидами, добривами (особливо фосфатними), а також внаслідок діяльності транспорту.

Усі значення кадмію в ґрунтах Валківського району суттєво нижчі за ГДК, що свідчить про відносну екологічну безпеку щодо цього елемента (рис. 3.2).

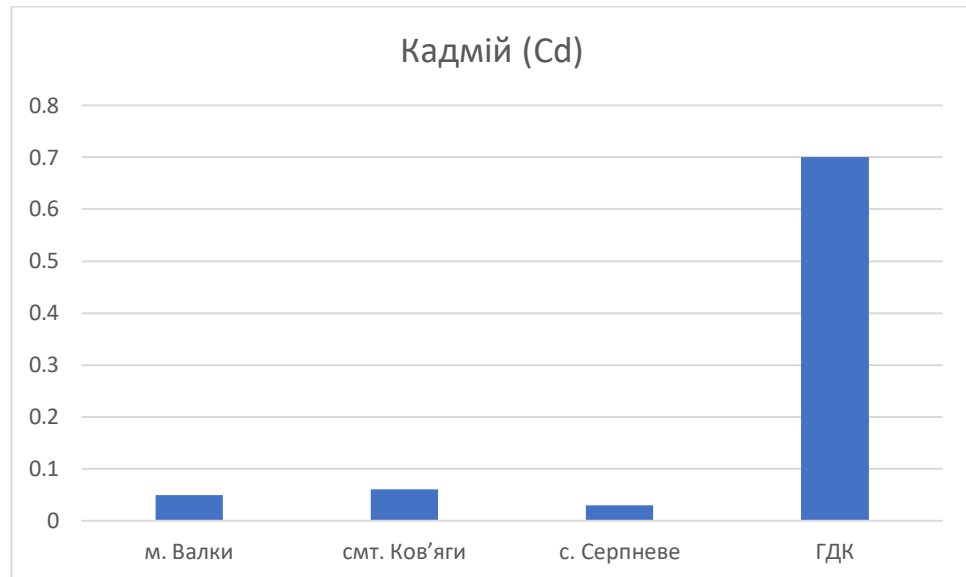


Рис. 3.2 Вміст кадмію в ґрунтах населених пунктів Валківського району, мг/кг

Найвищий рівень Cd зафіксовано у ґрунтах смт. Ков'яги (0,06 мг/кг), ймовірно, через транспортне навантаження або застосування добрив. Проте рівень не перевищує навіть 10 % від ГДК.

Найнижча концентрація Cd у ґрунтах — в с. Серпневе (0,03 мг/кг), що знову вказує на мінімальний антропогенний вплив у цій аграрній місцевості.

Цинк (Zn) є життєво необхідним мікроелементом для рослин і людей, але за надмірної концентрації він може чинити токсичну дію, пригнічувати мікробіоту ґрунтів, а також накопичуватись у харчових ланцюгах. Джерела цинку в ґрунті включають мінеральні добрива, промислові викиди, транспорт, тощо.

Усі значення концентрації цинку у ґрунтах значно нижчі за гранично допустимі — лише близько 2–2,6 % від ГДК, що свідчить про незначний рівень техногенного навантаження (рис. 3.3).

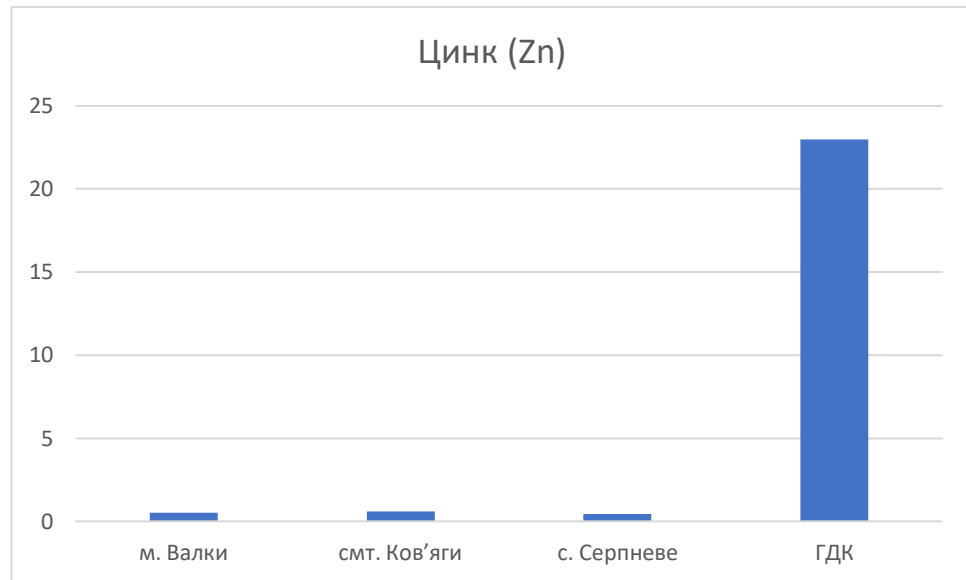


Рис. 3.3 Вміст цинку у ґрунтах населених пунктів Валківського району, мг/кг

Найвища концентрація цинку у ґрунтах виявлена у смт. Ков'яги (0,60 мг/кг), імовірно через вплив транспортної інфраструктури, яка може сприяти викидам цинку з мастильних матеріалів, шин, дорожнього пилю.

Найнижчий показник концентрації цинку у ґрунтах у с. Серпневе (0,45 мг/кг), що підтверджує природний, фоновий характер забруднення, типову ситуацію для аграрної місцевості з мінімальним промисловим впливом.

Мідь (Cu) — важливий мікроелемент для рослин, але у підвищених концентраціях вона може викликати токсичні ефекти, знижуючи ферментативну активність ґрунтової мікрофлори, а також впливати на родючість ґрунту та безпечність продукції.

Значення концентрації міді в ґрунтах значно нижчі за гранично допустимі — коливаються в межах 3,3–5,0 % від ГДК (рис. 3.4).

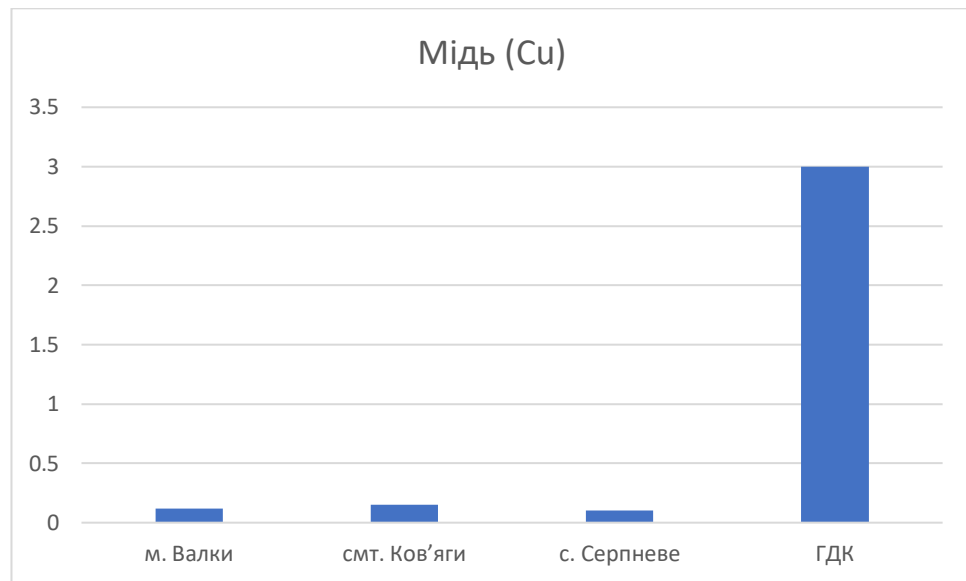


Рис. 3.4 Вміст міді у ґрунтах населених пунктів Валківського району, мг/кг

Максимальне значення зафіксоване в смт. Ков'яги (0,15 мг/кг), що може бути пов'язано з близькістю транспортної інфраструктури, оскільки мідь надходить до ґрунтів з атмосферними викидами та зношенням гальмівних механізмів.

Найменше навантаження щодо наявності міді у ґрунтах виявлене у с. Серпневе (0,10 мг/кг), що знову вказує на аграрний характер зони з низьким техногенним тиском.

Хром (Cr) — елемент, який у малих концентраціях може бути важливим мікроелементом, але у формі Cr (VI) проявляє високу токсичність для живих організмів. Тому навіть за дотримання загального ГДК слід враховувати потенційну екологічну небезпеку при тривалому накопиченні.

Усі досліджувані ґрунти на цій території мають низький вміст хрому — не перевищує 5,8 % від нормативного граничного рівня.

Найвищий вміст хрому виявлено у ґрунтах смт. Ков'яги (0,35 мг/кг). Ймовірна причина — автомобільне навантаження поблизу населеного пункту, оскільки хром входить до складу зносу шин, мастил, та може бути компонентом деяких металевих конструкцій і відходів (рис. 3.5).

Найменші концентрації хрому зафіксовано зафіксовано у грунтах с. Серпневе (0,23 мг/кг) — типовій аграрній зоні з відносно низьким техногенним впливом.

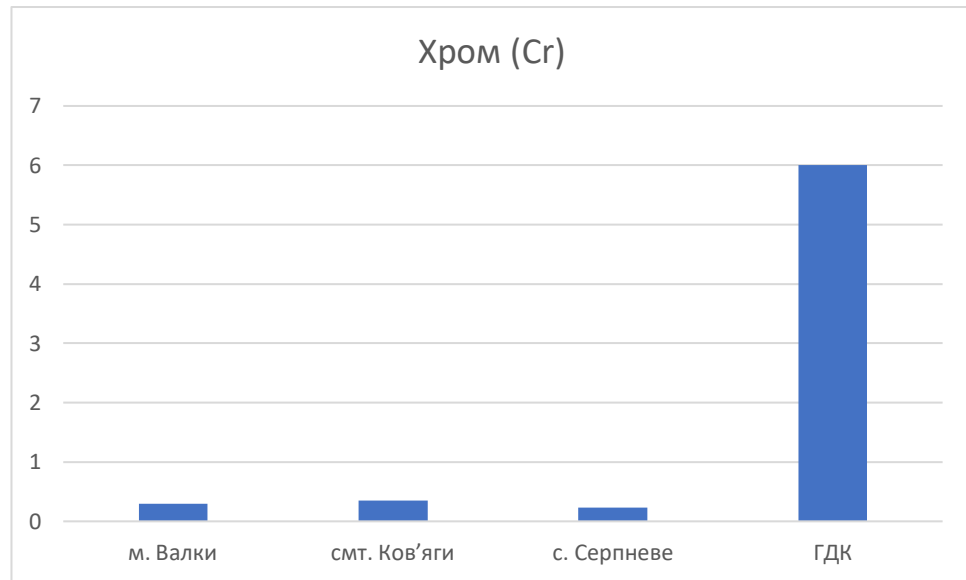


Рис. 3.5 Вміст хрому у грунтах населених пунктів Валківського району, мг/кг

Усі зразки ґрунту, що відібрані, та отримані результати лабораторних досліджень проаналізовані і відповідають санітарно-гігієнічним вимогам щодо вмісту важких металів у ґрунті. Найбільше навантаження фіксується в смт. Ков'яги, що пов'язано з впливом автотранспортної інфраструктури. Водночас навіть у найгіршому випадку рівень забруднення не перевищує 25 % від допустимих значень, що свідчить про екологічну безпеку умов вирощування овочевої продукції в межах досліджуваного регіону.

### **3.3. Результати дослідження екологічної безпеки ґрунтових овочів Валківського району за вмістом важких металів**

Екологічна безпека харчових продуктів, особливо овочевої продукції, вирощеної на присадибних ділянках, є важливим чинником захисту здоров'я населення. Для оцінки вмісту важких металів було проаналізовано три

основні види овочів (картопля, буряк, морква), відібрані в різних населених пунктах Валківського району – м. Валки, смт. Ков'яги та с. Серпневе.

Оцінка здійснювалася за вмістом таких елементів: свинець (Pb), кадмій (Cd), цинк (Zn), мідь (Cu), хром (Cr). Отримані результати порівнювалися з гранично допустимими концентраціями (ГДК), визначеними нормативами безпеки для харчових продуктів згідно Наказу Міністерства охорони здоров'я України. від 13.05.2013 № 368 «Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм "Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах"» [33] (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

## Вміст важких металів у ґрунтових овочах

| Елемент | Діапазон концентрацій<br>(мг/кг) | ГДК<br>(мг/кг) | Максимальна частка від<br>ГДК |
|---------|----------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Pb      | 0.034 – 0.075                    | 0.1            | 75 % (Ков'яги, картопля)      |
| Cd      | 0.006 – 0.018                    | 0.05           | 36 % (Ков'яги, буряк)         |
| Zn      | 1.260 – 2.400                    | 50             | 4.8 %                         |
| Cu      | 0.100 – 0.210                    | 30             | 0.7 %                         |
| Cr      | 0.046 – 0.105                    | 10             | 1.05 %                        |

Усі показники знаходяться в межах нормативних значень. Найвищі концентрації більшості металів виявлені у зразках овочів зі смт. Ков'яги, що відповідає раніше встановленій тенденції щодо підвищеного техногенного навантаження у цій локації.

Аналіз графіка вмісту свинцю (Pb) у ґрунтових овочах Валківського району свідчить про наявність помірного забруднення, однак усі досліджені зразки залишаються в межах гранично допустимої концентрації (ГДК), що становить 0,1 мг/кг (рис. 3.6).

Найвищі концентрації свинцю зафіксовано у всіх видах овочів, відібраних у смт. Ков'яги, що може бути пов'язано з близькістю траси або

підвищеним техногенним навантаженням на цю територію. Зокрема, картопля зі смт. Ков'яги показала найвищу концентрацію Pb – близько 0,075 мг/кг, що становить 75% від ГДК. Морква і буряк у цьому ж населеному пункті також мають підвищені рівні свинцю порівняно з іншими територіями.

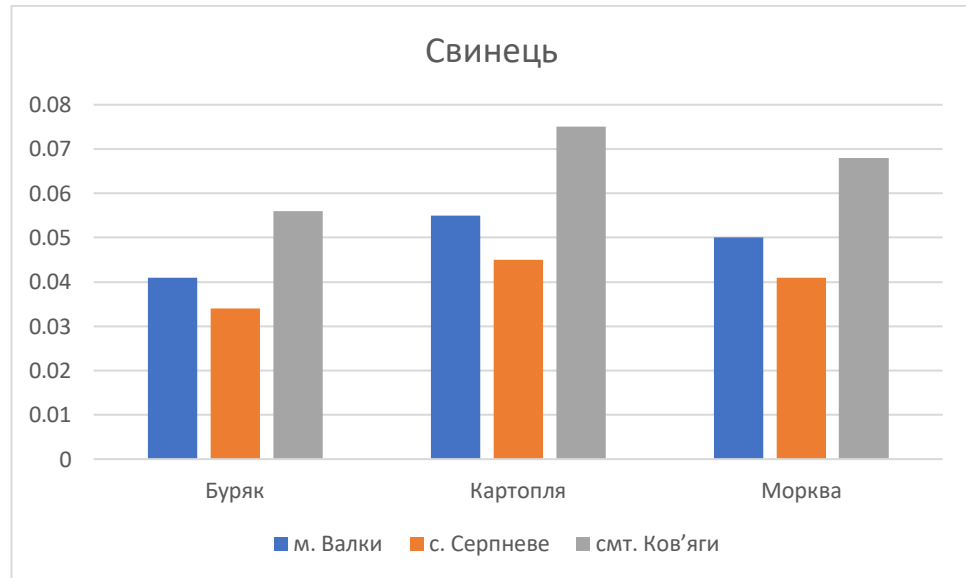


Рис. 3.6 Вміст свинцю в ґрунтових овочах населених пунктів Валківського району, мг/кг

У м. Валки вміст свинцю в овочах дещо нижчий, але також варіюється в межах 0,041–0,055 мг/кг. Найнижчі значення спостерігаються в с. Серпневе – найбільш віддаленому від джерел техногенного забруднення пункті, де рівень Pb не перевищує 0,045 мг/кг.

Отже, загальна картина вказує на тенденцію: чим ближче населений пункт до джерел антропогенного впливу (дороги, промисловість) – тим вищий вміст свинцю в овочах. Але перевищення нормативів не зафіксовано, що дозволяє попередньо оцінити рівень екологічної безпеки щодо свинцю як задовільний.

Аналіз вмісту кадмію (Cd) в овочах, вирощених у Валківському районі, згідно з графіком, демонструє незначні концентрації, які суттєво не

перевищують встановлену гранично допустиму концентрацію (ГДК), що становить 0,05 мг/кг (рис. 3.7).

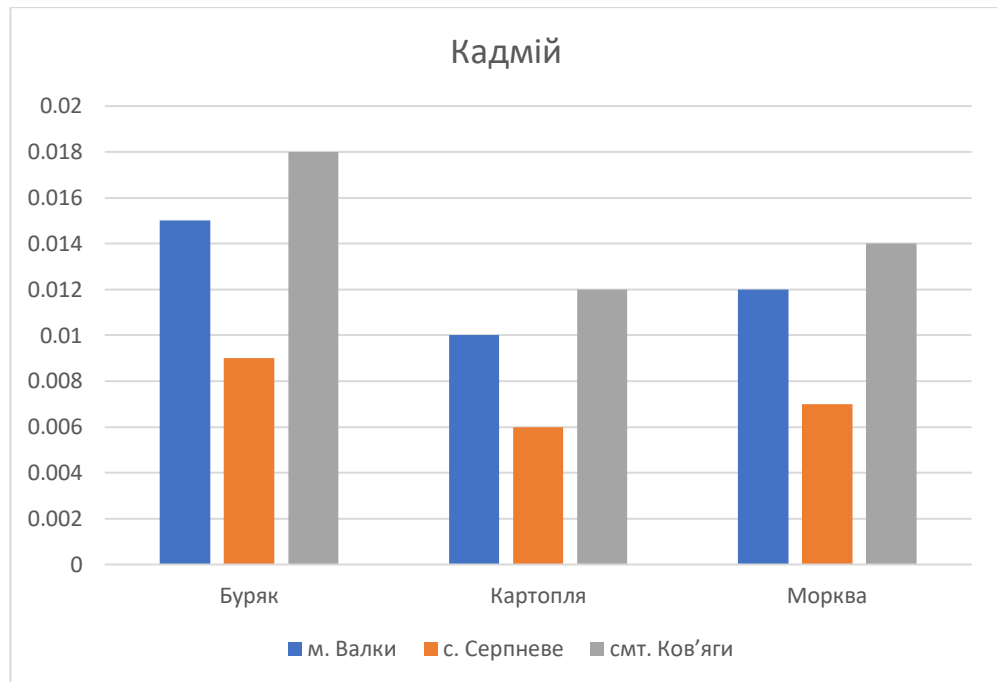


Рис. 3.7 Вміст кадмію в ґрунтових овочах населених пунктів Валківського району, мг/кг

Найвищі рівні кадмію виявлено в буряках зі смт. Ков'яги – 0,018 мг/кг, що становить лише 36% від ГДК. Це найбільше значення серед усіх досліджених зразків. Для інших овочів цього населеного пункту концентрації коливаються в межах 0,012–0,014 мг/кг.

У м. Валки показники Cd практично ідентичні: в діапазоні 0,010–0,015 мг/кг, що становить 20–30% від допустимого рівня. Найменший вміст кадмію виявлено у с. Серпневе — 0,006–0,009 мг/кг, що не перевищує 18% від ГДК.

Загальна тенденція відповідає результатам за свинцем: вищий рівень кадмію в овочах фіксується поблизу трас та урбанізованих територій, з поступовим зниженням у напрямку до сільських, аграрних зон.

Таким чином, екологічна безпека щодо кадмію в овочах є прийнятною. Жоден із досліджених зразків не перевищує гранично допустимих рівнів, хоча у смт. Ков'ягах знову проявляються найвищі показники концентрацій,

що потребує уваги до джерел можливого надходження важких металів у ґрунт.

Аналіз вмісту цинку (Zn) в овочах, вирощених у трьох населених пунктах Валківського району, показує стабільно низький рівень забруднення, далекий від гранично допустимої концентрації (ГДК), яка становить 50,0 мг/кг (рис. 3.8).

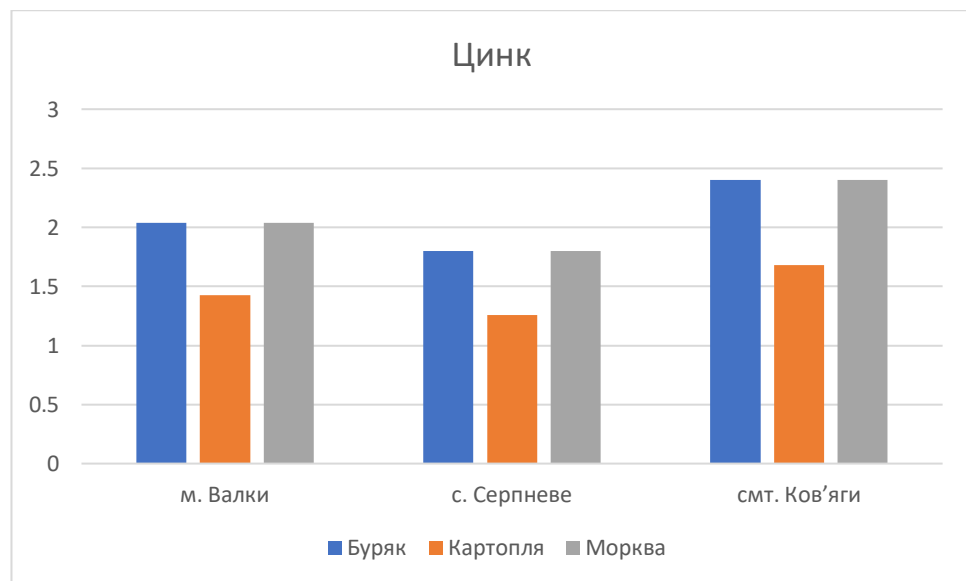


Рис. 3.8 Вміст цинку в ґрунтових овочах населених пунктів Валківського району, мг/кг

Найвищий рівень цинку зафіксовано у буряку та моркві зі смт. Ков'яги – 2,4 мг/кг, що становить лише 4,8% від ГДК. Для картоплі цього ж району вміст цинку трохи нижчий – 1,68 мг/кг.

У м. Валки концентрації Zn в овочах коливаються в межах 1,43–2,04 мг/кг, що також становить менше 5% від нормативу. У с. Серпневе рівень ще нижчий – 1,26–1,80 мг/кг, що не перевищує 3,6% від ГДК.

Варто підкреслити, що цинк – це мікроелемент, необхідний для нормального росту рослин, однак його надмірне накопичення також може бути токсичним. У нашому випадку, навіть максимальні зафіксовані

концентрації вдвічі нижчі від 10% ГДК, що вказує на абсолютно безпечний рівень.

Отже, вміст цинку в овочах Валківського району не викликає екологічного занепокоєння. Усі значення – у багаторазово безпечних межах, а найвищі концентрації спостерігаються традиційно у смт. Ков'яги, що може свідчити про незначний техногенний вплив або особливості локальних агрохімічних умов.

Аналіз вмісту міді (Cu) в ґрунтових овочах Валківського району свідчить про стабільно низький рівень забруднення, що багаторазово не досягає гранично допустимої концентрації (ГДК), встановленої на рівні 30,0 мг/кг (рис. 3.9).

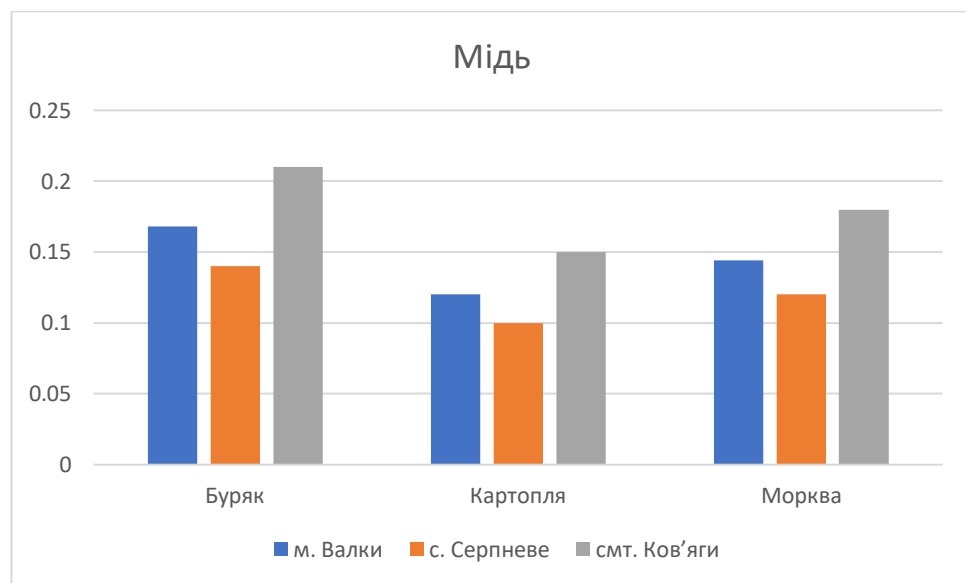


Рис. 3.9 Вміст міді в ґрунтових овочах населених пунктів Валківського району, мг/кг

У всіх трьох населених пунктах — м. Валки, смт. Ков'яги та с. Серпневе — показники концентрацій металів у овочах коливаються в межах: м. Валки: 0,120–0,168 мг/кг, смт. Ков'яги: 0,150–0,210 мг/кг, с. Серпневе: 0,100–0,140 мг/кг. Найвищу концентрацію міді зафіксовано у буряку зі смт. Ков'яги —

0,210 мг/кг, що становить лише 0,7% від ГДК. Інші овочі цього регіону містять ще менше.

Мідь є необхідним мікроелементом, який бере участь у процесах фотосинтезу та метаболізму рослин, проте її надлишок може викликати токсичні ефекти. У представлених даних жоден із зразків не перевищує навіть 1% від допустимого рівня, що вказує на відсутність будь-якого екологічного ризику.

Отже, вміст міді в усіх досліджуваних овочах є мінімальним і екологічно безпечним. Найбільші значення зафіксовані у смт. Ков'яги, що, ймовірно, зумовлено впливом транспортної інфраструктури або локальним агротехнічним фоном, однак навіть у цьому випадку рівень міді залишається в десятки разів нижчим за ГДК.

Аналіз вмісту хрому (Cr) у ґрунтових овочах Валківського району (м. Валки, смт. Ков'яги, с. Серпневе) засвідчує стабільну екологічну безпеку щодо цього елемента. В усіх населених пунктах значення набагато нижчі за гранично допустиму концентрацію (ГДК = 10 мг/кг) (рис. 3.10).

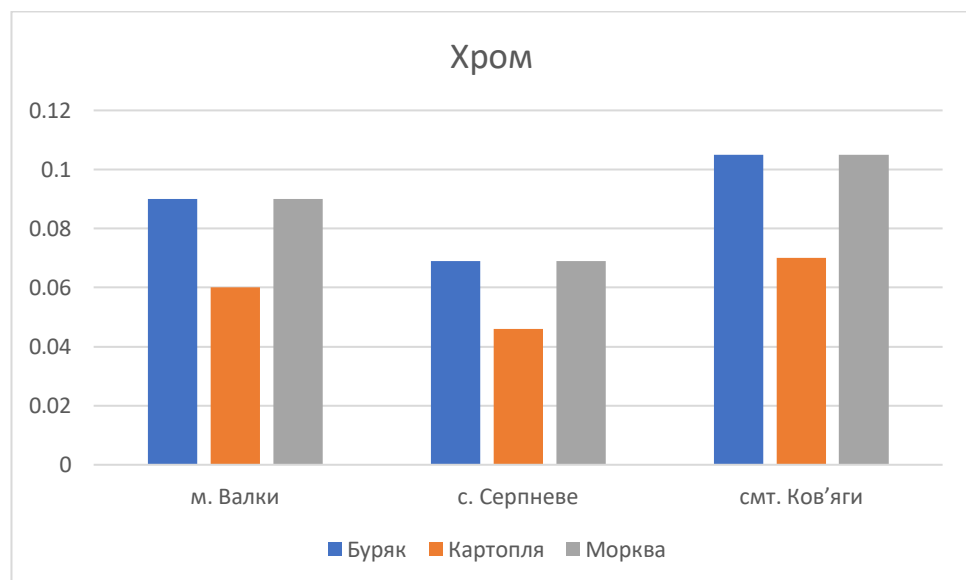


Рис. 3.10 Вміст хрому в ґрунтових овочах населених пунктів Валківського району, мг/кг

Найвищі значення хрому виявлені у буряку та моркві смт. Ков'яги — по 0,105 мг/кг, що становить лише 1,05% від ГДК. В інших зразках показники вмісту хрому переважно тримаються на рівні менше 1% від ГДК, що не створює жодної загрози для здоров'я населення. Найнижчі концентрації зафіксовано у зразках картоплі з с. Серпневе — 0,046 мг/кг.

Усі результати свідчать про дуже низький рівень вмісту хрому у досліджених овочах. Жодного перевищення або навіть наближення до критичних значень не зафіксовано. Це підтверджує стабільний екологічний стан територій щодо хромового забруднення та відсутність ризику накопичення хрому в харчовому ланцюзі в межах Валківського району.

На підставі еколого-географічної характеристики району встановлено, що територія Валківського району є типовим прикладом зони із поєднаним антропогенним навантаженням (сільське господарство, транспортна інфраструктура, техногенне забруднення). Попри це, результати лабораторного аналізу свідчать про відносно стабільний екологічний стан ґрунтів, оскільки вміст важких металів у відібраних зразках не перевищував встановлені нормативи (ГДК), хоча в окремих точках фіксувалися тенденції до підвищених значень, особливо щодо свинцю та кадмію.

При дослідженні овочів (картопля, буряк, морква), вирощених у трьох населених пунктах району (м. Валки, смт. Ков'яги, с. Серпневе), також не було виявлено перевищення ГДК за жодним із аналізованих металів. Продукція є безпечна для споживання, проте деякі значення, зокрема в смт. Ков'яги, потребують підвищеної уваги при подальшому моніторингу.

Таким чином, результати дослідження дозволяють зробити висновок, що екологічна безпека ґрунтів і сільськогосподарської продукції Валківського району загалом не викликає загроз для населення. Однак регулярні лабораторні обстеження є необхідною умовою для своєчасного виявлення можливих ризиків і забезпечення продовольчої безпеки в умовах постійного техногенного впливу.

## ВИСНОВКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було оцінено екологічну безпеку ґрунтів та ґрунтових овочів Валківського району Харківської області за вмістом важких металів.

1. На основі аналізу літературних джерел узагальнено сучасні наукові підходи до оцінки екологічного стану ґрунтів, охарактеризовано основні забруднювачі, зокрема важкі метали, їх джерела, токсикологічні властивості та шляхи міграції у навколишньому середовищі. Виявлено, що важкі метали, особливо свинець, кадмій, мідь, цинк та хром, є найбільш небезпечними з точки зору впливу на довкілля та здоров'я людини. Було встановлено, що локальні дослідження, присвячені одночасному аналізу ґрунтів і овочів на вміст важких металів у приватному секторі, є недостатніми, що, обумовлює актуальність проведення такого дослідження у Валківському районі.

2. Обґрунтовано вибір методів дослідження. Дослідження проводилося у трьох населених пунктах: м. Валки, смт. Ков'яги, с. Серпневе. Усього було відібрано 12 зразків ґрунтів і 9 зразків овочевої продукції (картоплі, буряку, моркви). Аналіз вмісту важких металів проводився методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладі МГА-915 МД у відповідності до затверджених нормативних документів. Було дотримано всіх методичних вимог щодо відбору, підготовки, вимірювання та обробки зразків, з урахуванням меж виявлення, похибки вимірювань та порівняння з діючими ГДК.

3. Аналіз отриманих лабораторних досліджень показав, що концентрації важких металів у всіх досліджених зразках ґрунтів не перевищували гранично допустимих концентрацій, визначених Постановою КМУ № 1325 від 15.12.2021 року. Найвищі значення вмісту свинцю – 1.50 мг/кг, кадмію – 0.06 мг/кг, цинку – 0.60 мг/кг, міді – 0.15 мг/кг, хрому – 0.35 мг/кг зафіксовано в смт. Ков'яги. Вміст важких металів у овочах також не перевищував ГДК. Найвищі концентрації зафіксовані у смт. Ков'яги: Рb –

0.075 мг/кг у картоплі (75% ГДК), Cd – 0.018 мг/кг у буряку (36% ГДК), Zn – 2.4 мг/кг, Cu – 0.21 мг/кг, Cr – 0.105 мг/кг у буряку (1.05% ГДК). Найнижчі концентрації металів у ґрунтах та овочах виявлено у с. Серпневе, що свідчить про мінімальний вплив антропогенного навантаження.

4. Виконані дослідження дозволили зробити висновок, що територія Валківського району Харківської області наразі не зазнає критичного техногенного впливу у контексті забруднення ґрунтів і продукції рослинництва важкими металами. Проте виявлена тенденція до підвищення концентрацій свинцю і кадмію в зонах з інтенсивним транспортним рухом (м. Валки, смт. Ков'яги) вказує на необхідність впровадження систематичного моніторингу екологічного стану приватних господарств, особливо тих, що виробляють харчову продукцію для споживання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ільків Н. В. Екологічна безпека органічного землекористування як умова сталого розвитку. Аналітично-порівняльне правознавство. 2021. № 4. С. 118–122. DOI: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2021.04.20>
2. Хилько М. І. Екологічна безпека України: навчальний посібник. К., 2017. 267 с.
3. Кухнюк О. В. Дослідження акумуляції важких металів сільськогосподарською продукцією Черкаської області. Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С. 97–102. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.13>
4. Грелюк С. В., Одноріг З. С., Ковальчук О. З. Дослідження вмісту важких металів у ґрунтах Іваничівського району Волинської області. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2017. № 21. С. 123–127. <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/3849/hreliuk.pdf>
5. Рибалова О., Артем'єв С., Бригада О., Ільїнський О., Мацак А. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення ґрунтів на території полігонів твердих побутових відходів. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». 2024. Вип. 60. С. 399–413. <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/download/24236/21994>
6. Азімов О.Т., Трофимчук О.М., Кураєва І.В., Кармазиненко С.П. Оцінка вмісту важких металів у ґрунтах та інших компонентах ландшафту в районах захоронення твердих побутових відходів. Екологічна безпека та природокористування, 2019. 30(2), 5–17. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.2.5-17>
7. Datsko O., Zakharchenko E., Butenko Y., Melnyk O., Kovalenko I., Onychko V., Solokha M. Ecological Assessment of Heavy Metal Content in Ukrainian Soils. *Journal of Ecological Engineering*, 2024. 25(11), 100-108. <https://doi.org/10.12911/22998993/192669>

8. Sytar O., Taran, N. Effect of heavy metals on soil and crop pollution in Ukraine – a review. *Journal of Central European Agriculture*, 2022. **23**(4), 881–887. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/23.4.3603>
9. Chen X., Ren Y., Li C., Shang Y., Ji R., Yao D., He Y. Study on Factors Influencing the Migration of Heavy Metals from Soil to Vegetables in a Heavy Industry City. *Sustainability*, 2024. **16**(24), 11084. <https://doi.org/10.3390/su162411084>
10. Musielińska Renata, Kowol Jolanta, Kwapuliński Jerzy, Rochel Robert. Antagonism between lead and zinc ions in Plants. *Archives of Environmental Protection*. 2016. 42. <https://doi.org/10.1515/aep-2016-0022> .
- 11 Seth K., Kumar A. Role of Soil Microflora in Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soils. In: Prasad, R. (eds) *Phytoremediation for Environmental Sustainability*. Springer, Singapore. 2021. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-5621-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-16-5621-7_2) .
12. Ene Antoaneta, Sion, Alina, Georgescu Lucian. Determination of heavy metals in soils using XRF technique. *Romanian Journal of Physics*. 2010. [https://rjp.nipne.ro/2010\\_55\\_7-8/0815\\_0820.pdf](https://rjp.nipne.ro/2010_55_7-8/0815_0820.pdf) .
13. Bakshi Santanu, Banik Chumki, He Zhenli. The impact of heavy metal contamination on soil health. 2018. <https://doi.org/10.19103/AS.2017.0033.20>
14. Kowalska J.B., Mazurek R., Gašiorek M. et al. Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination—A review. *Environ Geochem Health* 2018. **40**, 2395–2420. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0106-z>
15. Chen, X., Ren, Y., Li, C., Shang, Y., Ji, R., Yao, D., He, Y. Study on Factors Influencing the Migration of Heavy Metals from Soil to Vegetables in a Heavy Industry City. *Sustainability*, 2024. **16**(24), 11084. <https://doi.org/10.3390/su162411084>
16. Datsko, O., Zakharchenko, E., Butenko, Y., Melnyk, O., Kovalenko, I., Onychko, V. Solokha, M. Ecological Assessment of Heavy Metal Content in

Ukrainian Soils. Journal of Ecological Engineering, 2024. 25(11), 100-108.  
<https://doi.org/10.12911/22998993/192669>

17. Крайнюков О. М. Алгоритми і способи визначення рівнів гострої летальної і хронічної токсичності води. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. № 1-2(25). С. 14-19. – URL:  
<https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/download/6309/5842> .

18. Cao C., Ding Z. H., Huang J., Yan C. N. Comprehensive response of microbes to Ag and Ag<sub>2</sub>S nanoparticles and silver spatial distribution in constructed wetlands. *Science of The Total Environment*. 2024. Vol. 906. Article No. 167683. – ISSN 0048-9697.DOI:  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167683>

19. ДСТУ ISO 11047:2005 Якість ґрунту. Визначання кадмію, хрому, кобальту, купруму, п्लумбуму, мангану, ніколу та цинку в екстракті, отриманому після оброблення ґрунту «царською водкою». Методи полуменевої та електротермічної атомно-абсорбційної спектрометрії (ISO 11047:1998, IDT).

20. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті.

21. Харківська обласна державна військова адміністрація. Географія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kharkivoda.gov.ua/pro-oblast/heohrafiya>

22. Державна служба статистики України. Чисельність населення Харківської області за районами (2019) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua>

23. Добровольська Н.В. Сучасний стан, проблеми та перспективи використання земельних ресурсів Харківської області Збірник наукових праць «Вісник Харківського національного уні-верситету імені В.Н. Каразіна: Геологія. Географія. Екологія». Випуск № 1033. Харків:

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2012. С. 186 – 190 <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/8742>

24. Сегіда К. Ю., Редін В. І., Чабань М. Т. Географія Харківської області: навчально-методичний комплекс для самостійної роботи студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Географія», зі спеціальності «Економічна та соціальна географія». Харків, 2012. 56 с. <http://soc-econom-region.univer.kharkov.ua/>

25. Korol, K. A., Popovych, V. V., & Wojko, T. V. (2024). *Impact of meteorological conditions on the migration and accumulation of heavy metals in landfill soils of tourist areas in Lviv region*. International Scientific Conference, December 25–26, 2024, Riga, Latvia. Retrieved from: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-521-1-6>

26. Геоморфологія : навч. посіб. для студ. закл. вищ. освіти / Тетяна Сергіївна Павловська, Іван Платонович Ковальчук. Луцьк : ВежаДрук, 2022. 348 с. <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21605/1/Heomorfolohiia.pdf>

28. Грунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості: ред. В. І. Купчик. К. : Кондор, 2010. 412 с.

29. Демченко О. В. Екологічна характеристика сільських територій України: сучасні реалії. Економіка та суспільство. 2024. Вип. 66. С. [електронне видання]. – DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-20>

30. Статистичний збірник “Сільське господарство Харківщини”. <https://kh.ukrstat.gov.ua/silске-lisove-ta-rybne-hospodarstvo-stat>

31. Грелюк С. В., Одноріг З. С., Ковальчук О. З. Дослідження вмісту важких металів у ґрунтах Іваничівського району Волинської області. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування*. – 2016. – № 841. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://schmt.khmnu.edu.ua/index.php/schmt/article/view/1186>

32. Кабінет Міністрів України. Про затвердження переліку харчових продуктів, у яких підлягає контролю вміст залишкової кількості певних забруднюючих речовин: Постанова від 15 грудня 2021 р. № 1325. Київ: КМУ,

2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1325-2021-%D0%BF#Text>  
(дата звернення: 04.05.2025).

33. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ від 13.05.2013 № 368 «Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм "Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах"» [із змінами: накази МОЗ № 1238 від 22.05.2020, № 2113 від 11.12.2023, № 17 від 02.01.2024]. Київ: МОЗ України, 2013. 36 с. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#n16> (дата звернення: 01.05.2025).

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
 Навчально-науковий інститут екології  
 Навчально-дослідна лабораторія аналітичних екологічних досліджень

**ПРОТОКОЛ №2153-55**  
**Дослідження проб ґрунтів**  
 від 7 квітня 2025 р.

Відібрав студент:

Коляда Дмитро

Відібрані проби:

1. Харківська обл., м. Валки (міські городи)

Проба 1. Ґрунт

Проба 2. Картопля

Проба 3. Буряк

Проба 4. Морква

2. Харківська обл., смт. Ков'яги (городи біля траси)

Проба 1. Ґрунт

Проба 2. Картопля

Проба 3. Буряк

Проба 4. Морква

3. Харківська обл., с. Серпневе (аграрне село)

Проба 1. Ґрунт

Проба 2. Картопля

Проба 3. Буряк

Проба 4. Морква

Дата відбору проб: 26.03.2025 р.

Харківська обл., м. Валки (міські городи)

| Назва речовини | Проба 1 | Проба 2 | Проба 3 | Проба 4 | Одиниці вимірювання |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| Свинець        | 1,10    | 0.055   | 0.041   | 0.050   | мг/кг               |
| Кадмій         | 0,05    | 0.010   | 0.015   | 0.012   | мг/кг               |
| Цинк           | 0,51    | 1.428   | 2.040   | 2.040   | мг/кг               |
| Мідь           | 0,12    | 0.120   | 0.168   | 0.144   | мг/кг               |
| Хром           | 0,30    | 0.06    | 0.09    | 0.09    | мг/кг               |

## Харківська обл., смт. Ков'яги (города біля траси)

| Назва речовини | Проба 1 | Проба 2 | Проба 3 | Проба 4 | Одиниці вимірювання |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| Свинець        | 1,50    | 0.075   | 0.056   | 0.068   | мг/кг               |
| Кадмій         | 0,06    | 0.012   | 0.018   | 0.014   | мг/кг               |
| Цинк           | 0,60    | 1.680   | 2.400   | 2.400   | мг/кг               |
| Мідь           | 0,15    | 0.150   | 0.210   | 0.180   | мг/кг               |
| Хром           | 0,35    | 0.07    | 0.105   | 0.105   | мг/кг               |

## Харківська обл., с. Серпневе (аграрне село)

| Назва речовини | Проба 1 | Проба 2 | Проба 3 | Проба 4 | Одиниці вимірювання |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| Свинець        | 0,90    | 0.045   | 0.034   | 0.041   | мг/кг               |
| Кадмій         | 0,03    | 0.006   | 0.009   | 0.007   | мг/кг               |
| Цинк           | 0,45    | 1.260   | 1.800   | 1.800   | мг/кг               |
| Мідь           | 0,10    | 0.100   | 0.140   | 0.120   | мг/кг               |
| Хром           | 0,23    | 0.046   | 0.069   | 0.069   | мг/кг               |

Завідувач лабораторії

Анна ЛИПЧАНСЬКА