

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

### **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ГОРОДНІХ КУЛЬТУР, ЩО ВИРОЩЕНІ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА**

Виконав: студент 2 курсу, групи ДЕ-64  
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор \_\_\_\_\_ / Микола ІВАННІКОВ  
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

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

*«До захисту допущено»*

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

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ / Марина ЩОКІНА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

Харків – 2023 р

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) магістр  
Спеціальність 101 Екологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

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

“ 5 ” травня 2023 року

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

Микола ІВАННІКОВ

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи: Екологічна безпека городніх культур, що вирощені в умовах великого міста

керівник роботи Іветта КРИВИЦЬКА, канд. біол. наук, доцент  
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “ 25 ” жовтня 2023 року № 4301-5/3070

2. Строк подання студентом роботи 21. 11. 2023 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

- 1 Зробити огляд сучасних наукових літературних джерел щодо формування якості рослинної продукції.
2. Розглянути стан вивчення питання щодо методів оцінки екологічної якості овочевої продукції.

3. Надати характеристику та визначити джерела забруднення, які впливають на формування якості овочевої продукції двох районів м. Харкова – Новобаварського та Київського.
4. Описати методи дослідження екологічної якості овочевої продукції в умовах великого міста.
5. Зробити аналіз та висновки.
6. Оформити список використаних джерел.

#### 4. План роботи

| № з/п | Назви етапів роботи                                                                                                                                                                           |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Зробити огляд сучасних наукових літературних джерел щодо формування якості рослинної продукції та розглянути стан вивчення питання щодо методів оцінки екологічної якості овочевої продукції. |
| 2     | Надати характеристику та визначити джерела забруднення, які впливають на формування якості овочевої продукції двох районів м. Харкова – Новобаварського та Київського.                        |
| 3     | Провести дослідження вмісту важких металів у складі ґрунту та овочів, вирощених на дослідницьких ділянках Новобаварського та Київського районів.                                              |
| 4     | Зробити аналіз, рекомендації, висновки та оформити список використаних джерел.                                                                                                                |

5. Дата видачі завдання 08.06.2023 р.

**Студент**

\_\_\_\_\_

підпис

Микола ІВАННІКОВ

ім'я і прізвище

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

підпис

доц. Іветта КРИВИЦЬКА

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ГОРОДНІХ КУЛЬТУР, ЩО ВИРОЩЕНІ В  
УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА**

Микола ІВАННІКОВ

Кваліфікаційна робота «Екологічна безпека городніх культур, що вирощені в умовах великого міста» містить 40 сторінки, 4 розділи, 6 таблиць, 5 рисунків, 1 формулу, 14 використаних джерел.

*Мета роботи:* порівняння екологічної якості ґрунтів та овочевої продукції, що вирощена в умовах великого міста на прикладі м. Харкова.

*Актуальність теми:* Дослідження вмісту важких металів у овочах, вирощених на території великого міста, є важливим завданням сьогодення з огляду на зріст індустріалізації та урбанізації. Великі міста, як Харків часто стикаються з викидами та забрудненням, що може призводити до збільшення концентрації важких металів у ґрунті та рослинах. Такі дослідження необхідні для оцінки рівня безпеки харчових продуктів, забезпечення громадського здоров'я та розробки стратегій для зменшення забруднення та покращення якості оточуючого середовища.

*Завдання:* Провести дослідження вмісту важких металів у ґрунті та овочах двох індустріально розвинених районів міста Харкова.

*Методи:* теоретичний метод, емпіричні методи, методи обробки даних, метод кількісного визначення елементного складу речовини.

*Результати:* дослідження виявило перевищення ГДК важких металів, а також значних фонових перевищень заліза у ґрунті ділянок дослідження міста Харкова. Перевищення значень вмісту важких металів було виявлено також в вирощених овочах через їх акумулятивні властивості. Був оглянутий стан вивчення питання вмісту важких металів в вирощених овочах за географічними ознаками.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ГОРОДНІ ОВОЧЕВІ КУЛЬТУРИ,  
УРБАНОГЕНЕЗ, ЕКОЛОГІЧНА ЯКІСТЬ, ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

## ANNOTATION

# ECOLOGICAL SAFETY OF VEGETABLE CROPS GROWN IN A LARGE CITY ENVIRONMENT

Mykola IVANNIKOV

Qualification work «Ecological safety of vegetable crops grown in a large city environment» comprises 40 pages, 4 chapters, 6 tables, 5 figures, 1 formula, 14 used sources.

*Objective of the research:* Comparison of the ecological quality of soils and vegetable produce grown in the conditions of a large city, using the example of Kharkiv city.

*The actuality of the theme.* The research of heavy metal content in vegetables grown in the territory of a large city is an important task today, given the growth of industrialization and urbanization. Large cities, like Kharkiv, often face emissions and pollution, leading to an increased concentration of heavy metals in soil and plants. Such research is essential for evaluating the safety of food products, ensuring public health, and developing strategies to reduce pollution and improve the quality of the surrounding environment.

*Methods.* Theoretical method, empirical methods, data processing methods, and quantitative determination methods of the elemental composition of a substance.

*The results.* The study revealed an excess of heavy metal MPC (Maximum Permissible Concentrations), as well as significant background exceedances of iron in the soil of the investigated areas of Kharkiv city. Exceedances of heavy metal content values were also detected in grown vegetables due to their accumulative properties. The state of research on the content of heavy metals in grown vegetables based on geographical characteristics was examined.

ECOLOGICAL SAFETY, URBAN VEGETABLE CROPS, URBANOGENESIS, ECOLOGICAL QUALITY, CONTENT OF HEAVY METALS.

## ЗМІСТ

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                               | 7  |
| РОЗДІЛ 1                                                  |    |
| СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ЩОДО ФОРМУВАННЯ                     |    |
| ЯКОСТІ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ.....                           | 9  |
| 1.1. Актуальність та стан вивчення питання щодо           |    |
| формування якості рослинної продукції.....                | 9  |
| 1.2. Екологічна безпека та якість рослинної продукції, як |    |
| запорука національної безпеки.....                        | 13 |
| 1.3. Методи оцінювання якості рослинної продукції.....    | 15 |
| РОЗДІЛ 2                                                  |    |
| МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ                     |    |
| ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО                      |    |
| МІСТА.....                                                | 19 |
| РОЗДІЛ 3                                                  |    |
| АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ                        |    |
| ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ОВОЧІВ НА                    |    |
| ТЕРИТОРІЇ М. ХАРКОВА.....                                 | 21 |
| РОЗДІЛ 4                                                  |    |
| АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ                        |    |
| ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ОВОЧІВ НА                    |    |
| ТЕРИТОРІЇ М. ХАРКОВА.....                                 | 34 |
| ВИСНОВКИ .....                                            | 37 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....                       | 39 |

## ВСТУП

В сучасних умовах, коли екологічна стійкість стає запорукою здоров'я та добробуту суспільства, питання якості овочевої продукції, особливо у великих містах, набуває особливого значення. Завданням науковців та фахівців у галузі екології є розробка та впровадження методів дослідження, спрямованих на виявлення та оцінку екологічних аспектів виробництва овочевої продукції в умовах міського середовища.

**Актуальність теми.** Вирощування городніх культур у великих містах стає все більш важливою темою в контексті збереження екологічної безпеки та надання населенню здорового та якісного харчування. Зростаючий інтерес до самодостатності та сталого розвитку підкреслює необхідність дослідження впливу великого міста на якість та безпеку городніх культур. За результатами проведених досліджень та аналізу наявних даних ми зможемо зробити висновки щодо екологічної безпеки городніх культур у великому місті та визначити можливі шляхи поліпшення ситуації. Розуміння цих аспектів є ключовим для розробки ефективних стратегій та політик для забезпечення екологічно стійкого розвитку міста та гарантування населенню здорового та безпечного харчування.

**Мета дослідження.** Порівняння екологічної якості ґрунтів та овочевої продукції, що вирощена в умовах великого міста на прикладі м. Харкова.

**Завдання.** Згідно з метою були поставлені наступні завдання:

1. Підготувати та провести лабораторне дослідження якості городніх культур, вирощених на території декількох великих районів м. Харкова.
2. Дати характеристику та визначення джерел забруднення, які впливають на формування якості овочевої продукції двох районів м. Харкова – Новобаварського та Київського.
3. Визначити методи дослідження екологічної якості овочевої продукції в умовах великого міста.

4. Провести аналіз та узагальнити результати забруднення важкими металами овочів на території м. Харкова. Зробити загальні висновки.

**Об'єкт дослідження** – зразки ґрунту, цибулі, моркви та картоплі.

**Предмет дослідження** – особливості накопичення важких металів у ґрунтах та овочевих культурах.

**Методи дослідження.** Теоретичний метод, емпіричні методи, методи обробки даних, метод кількісного визначення елементного складу речовини.

**Наукове значення одержаних результатів.** Виявлені особливості екологічного впливу на овочі в міських умовах. Створені рекомендації до покращення ситуації у районах дослідження. Система оцінювання екологічної якості в даному контексті взята із загально визнаних підходів та адаптована до конкретних умов дослідження. Ці результати можуть бути корисні для практиків та фахівців у галузі харчової промисловості та екології, які займаються контролем якості продукції та вивченням її впливу на здоров'я споживачів в міських умовах. Приклад подібних досліджень у різноманітних районах, інших розвинених індустріально міст може створити цілісну картину сучасного екологічного стану придатності ґрунту урбанізованих екосистем для вирощування городніх культур.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

#### 1.1. Актуальність та стан вивчення щодо формування якості рослинної продукції

Безпека людини та її оточуючого природного середовища є ключовою складовою сталого розвитку, яка широко визначається ООН як основний показник гуманітарного прогресу суспільства. Отже, урядова політика наділяє питання безпеки особливим статусом, визначаючи його як вищий пріоритет при прийнятті політичних рішень. У другій половині ХХ століття до існуючих проблем безпеки додалася проблема продовольчо-екологічної безпеки, з основним аспектом екологічної безпеки продуктів харчування рослинного походження, які є основною частиною щоденного харчового раціону людини. Під безпекою рослинної продукції розуміється відсутність токсичних, канцерогенних, мутагенних та інших негативних впливів на організм людини при прийомі їх у прийнятних кількостях. Екологічна безпека забезпечується встановленням та дотриманням регламентованого рівня вмісту (або обмеження рівнів, установлених нормами) забруднюючих речовин хімічного або біологічного походження, а також природних токсинів, які характерні для конкретного продукту і можуть становити загрозу здоров'ю людини [1].

Якість рослинної продукції на пряму визначає безпеку харчових продуктів, ефективність господарства, конкурентоспроможність аграрного сектору і задоволення потреб споживачів. Таким чином, цей огляд набуває особливої важливості для осмислення останніх досягнень, тенденцій та передових підходів у поліпшенні якості рослинної продукції. Для початку слід розібратися, що таке городні культури ? Городні культури представляють собою як правило корисні, невибагливі та популярні у биті, зазвичай овочеві культури, що людина може висадити на своєму городі самотійно. Для

дослідження були обрані популярні серед населення овочеві культури, що входять у так званий «борщовий набір», а саме: морква, цибуля та картопля. Ці культури були також обрані через те, що оптимальна дата їх посіву і збирання збігається, і зручна для проведення дослідження.

Якість рослинної продукції, продуктів харчування – це сукупність властивостей рослинної, вирощеної продукції, які визначають їх здатність задовольняти конкретні потреби людини. Щодо харчових продуктів, важливо, щоб їх якість відповідала вимогам стандартів. Якість будь-якого харчового продукту оцінюється на основі його характеристичних властивостей, які називаються показниками якості. У випадку дослідження, потенціальний вплив на якість городніх культур буде впливати антропогенний фактор умов великого міста. Хімічні добрива, чи будь які інші добавки при цьому не використовувалися для чистоти дослідження. Якість харчових продуктів визначається за допомогою органолептичних та лабораторних методів. Органолептичний метод передбачає оцінку якості продукції з використанням чуттєвих органів. Цей метод є простим у використанні, доступним і не потребує складного лабораторного обладнання. Його недоліком є суб'єктивність дослідження та обмежена можливість отримати повне уявлення про якість продукту. Лабораторний метод, натомість, дозволяє визначати фізичні (такі як питома вага, щільність продуктів, температура плавлення, в'язкість), хімічні (масова частка вологи, білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, шкідливих та отруйних домішок), мікробіологічні (наявність хвороботворних та псувальних мікроорганізмів), фізіологічні властивості, енергетичну цінність, засвоюваність і т.д. Застосування приладів та реактивів дозволяє отримати більш об'єктивні дані про якість продукту. В дослідженні буде використовуватись лабораторний метод виявлення важких металів у наявних овочах. На сьогоднішній день продовжується активне дослідження методів оцінки екологічної якості овочевої продукції, і існує широкий спектр наукових вивчень, присвячених цій темі. Вчені та дослідники фокусуються на розробці об'єктивних, надійних та ефективних методик, що дозволяють визначати

екологічну якість овочевої продукції, враховуючи фактори, такі як використання пестицидів, стан ґрунту, якість води та повітря, а також ефективність системи вирощування та обробки овочів. Одним із основних напрямків досліджень є створення методів визначення залишків пестицидів та інших хімічних речовин в овочах. Це включає розробку новітніх аналітичних технік, використання біологічних та імунодіагностичних методів, а також молекулярних технологій для виявлення залишків речовин, які можуть негативно впливати на здоров'я людей та навколишнє середовище.

Матеріали ВООЗ свідчать, що ключовим фактором формування здоров'я є індивідуальний спосіб життя, причому харчування відіграє важливу роль. Стан здоров'я безпосередньо залежить від екологічної безпеки харчової продукції, яку людина вживає щоденно. В умовах соціально-економічного контексту, традицій і звичаїв України овочі та фрукти відіграють важливу, історично обумовлену роль як традиційний і відносно доступний продукт харчування. Дослідження акумуляції забруднюючих речовин у продуктах харчування рослинного походження стає вельми важливим, оскільки, за даними вчених, 70–80% важких металів, які потрапляють в організм людини, надходять разом із харчовою рослинною продукцією [2]. Ризик споживання продуктів низької якості зростає через постійну щоденну дію токсичних концентрацій хімічних елементів у їжі. Ключову роль в цьому аспекті відіграє невідомість та нерозуміння того, що рослинна продукція, вирощена для особистого вживання, може непомітно впливати на здоров'я споживачів через вміст шкідливих речовин [3, 4].

Для постачання хімічних елементів до рослинних культур, головним джерелом є середовище, в якому вони здійснюють своє живлення. Оскільки розвиток більшості рослин відбувається в двох середовищах - ґрунті та нижньому шарі атмосфери, вони мають два основних типи живлення - кореневе та позакореневе [5]. Близько 60–70% кореневої системи більшості рослин сконцентровано у верхньому (30–50 см) шарі ґрунту. У поверхневому шарі (0–20 см), як правило, важкі метали концентруються у формі обмінних іонів в

складі комплексів гумусових речовин, карбонатів, оксидів та гідроксидів Al, Fe та Mn, які перешкоджають міграції важких металів вниз по ґрунтовому профілю. У ґрунтовому розчині важкі метали стають доступними рослинам у вигляді водорозчинних сполук та іонообмінних катіонів металів. Хоча частка водорозчинної форми невелика, при значному забрудненні абсолютна кількість водорозчинних важких металів стає самостійним екологічно небезпечним фактором.

Недбале використання природних ресурсів призвело до поширення елементів у техногенних потоках забруднення, включаючи важкі метали. Це призвело до антропогенної трансформації довкілля з особливим акцентом на поліметалічні процеси. Важкі метали, виступаючи ключовими забруднювачами, активно накопичуються в різних середовищах, зокрема в ґрунті. Однак їх здатність до біоконцентрації в трофічних ланцюгах підкреслює особливий ризик забруднення продуктів харчування металами. Рослини, які інтенсивно накопичують важкі метали, можуть служити індикаторами геохімічних аномалій, що виникають як внаслідок природних, так і техногенних факторів. Суттєва різноманітність ступенів забруднення рослинної продукції та відсутність науково обґрунтованих методів контролю і врахування цього явища вимагають вдосконалення підходів до формування якості рослинної продукції. Сьогодні вирощують овочі у всіх країнах світу, і їхнє розмаїття та обсяги посівів залежать від природно-кліматичних і соціально-економічних умов. У Угорщині, Румунії, Болгарії та Польщі у структурі агрофітоценозів переважають такі культури, як помідори, перець, горох, квасоля і цвітна капуста. Великобританія та Франція відзначаються значними площами, відведеними під бобові та артишок. Бельгія відома популярністю салатного цикорію. Китай вирізняється вирощуванням баклажанів, в Індії акцент на артишоку, спаржі та шпинаті, у США основний фокус на помідорах, салаті та огірках. За кордоном приділяють велику увагу розширенню асортименту вирощуваних овочевих культур в умовах закритого ґрунту [6].

## 1.2. Екологічна безпека та якість рослинної продукції, як запорука національної безпеки

Екологічна безпека, відповідно до статті 50 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" – це стан оточуючого середовища, при якому забезпечується запобігання погіршенню екологічної ситуації та захист здоров'я людини. Це включає в себе комплекс дій, станів і процесів, які не призводять до серйозних втрат для природного середовища, окремих осіб або суспільства. Екологічна безпека є системою станів, явищ і заходів, спрямованих на забезпечення екологічного балансу на Землі і в будь-яких її регіонах, при цьому людство може адаптуватися без серйозних втрат фізично, соціально-економічно, технологічно і політично [7]. Сучасні виклики, пов'язані із станом ґрунтів, води, повітря та космічного простору, визначають концепцію екологічної безпеки як необхідну складову сталого розвитку людства та глобальної екосистеми. Збереження та відновлення природного середовища для майбутніх поколінь стає важливим елементом цієї концепції. Проблема безпеки визнається як одна з глобальних викликів, що прямо впливає на виживання людства. Ця проблема має системний характер і вимагає інтегрованого підходу з боку різних наукових галузей для її вивчення та вирішення [8].

В широкому розумінні, національна безпека України визначається як стан, коли немає загроз для прав та свобод людини, основних цінностей суверенної держави. Це також розглядається як засіб збереження нації, яка досягла рівня організації у формі незалежної держави. За думкою академіка НАН України С. Пирожкова, цей метод дозволяє державі функціонувати та розвиватися самостійно, забезпечуючи надійний захист від зовнішніх та внутрішніх загроз. В цьому розумінні національну безпеку України можна розглядати як систему гарантій на рівні законодавчих та суспільних норм, що забезпечують стабільність функціонування та розвитку державно-організованого народу України в цілому, а також кожного громадянина держави окремо. Слід зауважити, що безпека завжди є питанням компромісу,

визначається рівнем небезпеки, який прийнятний для держави і суспільства в конкретних історичних умовах. Цей рівень небезпеки не повинен піддавати сумніву стабільність функціонування і базові цінності [9].

Взаємопов'язаність екологічної безпеки та сталого розвитку економіки визначається за допомогою екологічної складової, що впливає на економічну та соціальну сфери. Особливо важливий є взаємозв'язок між соціальною та екологічною складовими, що породжує необхідність збереження рівних прав теперішніх і майбутніх поколінь на використання природних ресурсів. Взаємодія екологічної та економічної складових вимагає оцінки техногенних впливів на навколишнє середовище, переоцінки вартості природних умов і ресурсів, а також розширення ролі природного капіталу. За таких умов взаємодія соціальної та економічної складових вимагає досягнення справедливості у розподілі матеріальних благ між людьми і забезпечення цілеспрямованої допомоги незабезпеченим верствам населення, пишуть С.І. та І.С. Варламови, у своїй роботі «Екологічна безпека та сталий розвиток взаємозв'язок та взаємовплив» [10].

Рослинна продукція становить основну частину щоденного раціону людини, і якість цих продуктів надає величезний вплив на здоров'я як сільського, так і міського населення. Незважаючи на те, що продовольча екологічна безпека, яка є важливою складовою сталого розвитку, має визнання як найвищий пріоритет у державній політиці, національна нормативно-правова база України забезпечує контроль лише над якістю харчової продукції в місцях її масового розповсюдження. Доцільно враховувати, що якість продуктів харчування не лише визначає стан здоров'я людей, але також має важливий показник стану навколишнього середовища, де вона була вирощена.

Щодо зарубіжного досвіду, інтенсивне виробництво та глобалізація харчової промисловості породили потребу у міжнародному харчовому законодавстві для встановлення жорстких стандартів безпеки харчових продуктів. З цією метою був створений Кодекс Аліментаріус – система міжнародних стандартів на харчові продукти. Кодекс включає норми щодо

гігієни, харчових добавок, контамінантів, маркування та інших аспектів. Ці вимоги базуються на принципі, що всі споживачі мають однакове право на безпечні продукти та захист від нечесної торгівлі. Продукти, які не відповідають стандартам, заборонені для міжнародного обігу, забезпечуючи безпеку та однакові торгівельні умови [11]. У 1962 році Організацією Об'єднаних Націй з продовольства та сільського господарства (FAO) та Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) була утворена Комісія з Кодексу Аліментаріус. Цей орган створено як допоміжний для реалізації спільної програми стандартів на харчові продукти FAO/ВООЗ. Основною метою Комісії є встановлення міжнародних стандартів для системи контролю продуктів на національному рівні, включаючи рослинну продукцію. [12]

У 1998 році Кабінет Міністрів України ухвалив постанову про створення Національної комісії України зі зводу харчових продуктів Кодексу Аліментаріус. Пізніше, у 2006 році, її перейменували на Національну комісію України з Кодексу Аліментаріус. Ця комісія діє відповідно до Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» [13].

### 1.3. Методи оцінювання якості рослинної продукції

Існує кілька методів оцінки екологічної якості овочевої продукції, які використовуються в наукових дослідженнях та сільськогосподарській практиці. Ось декілька основних методів:

- Визначення залишків пестицидів та хімічних речовин: Цей метод використовує аналітичні техніки, такі як газова та рідкісна хроматографія, спектрофотометрія та мас-спектрометрія, для виявлення та вимірювання залишків пестицидів та інших хімічних речовин в овочах.
- Визначення фізичних та хімічних властивостей ґрунту та води: Цей метод включає аналіз ґрунту та води на наявність забруднюючих речовин, таких як токсичні метали, нітрати, фосфати та інші хімічні речовини. Це

дозволяє оцінити ступінь забруднення довкілля та потенційний вплив на якість овочів.

- **Оцінка біологічної активності:** Цей підхід використовує біологічні тести та індикатори, щоб оцінити вплив овочів на біологічні процеси та системи. Наприклад, токсикологічні тести з використанням біологічних організмів можуть виявити наявність шкідливих речовин або їх вплив на організми.
- **Використання екологічних показників:** Цей підхід включає визначення показників, які відображають ступінь сталості, екологічності та стійкості вирощування овочів. Це можуть бути показники, такі як використання води, енергії, добрив, викиди CO<sub>2</sub>, екологічні сліди та інші.
- **Сертифікація органічного виробництва:** Сертифікаційні органи встановлюють стандарти для органічного виробництва овочів, які включають вимоги щодо заборони використання хімічних пестицидів, штучних добрив та ГМО. Сертифіковані органічні овочі вважаються екологічно чистими та відповідними високим стандартам якості.

Важкі метали, такі як свинець, кадмій, ртуть, хром, нікель та інші, є потенційно небезпечними для здоров'я людини при великих концентраціях. Вони можуть накопичуватися в організмі, спричиняти токсичні ефекти і мати шкідливий вплив на різні системи організму. Отже, виявлення та оцінка вмісту важких металів у готовій овочевій продукції є надзвичайно важливим завданням для забезпечення безпеки та якості харчових продуктів. Для виявлення наявності важких металів, аналізу їх кількості вмісту, є наступні методи:

- **Атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ААС):** Цей метод використовується для кількісного вимірювання концентрації окремих важких металів. Він базується на поглинанні світла атомами металів у газоподібному стані. Овочевий зразок змішують з реагентом, який

утворює стабільні комплекси з металами, і потім вимірюють поглинання світла.

- Атомно-емісійна спектrometerія з індуктивно зв'язаною плазмою (ІЗП-AES): Цей метод використовується для одночасного визначення декількох важких металів у зразку. Овочевий зразок змішують з реагентами, які перетворюють метали на іони, а потім впроваджують у високотемпературну індуктивно зв'язану плазму. Відбувається спалах імисійного світла, яке аналізується для визначення концентрації металів.
- Метод атомної емісійної спектровографії з прямим збудженням (DC-AES): Цей метод дозволяє визначити кількісну і якісну характеристику металів у зразку. Овочевий зразок змішують з певними хімічними реагентами, які допомагають перетворити метали на іони. Зразок нагрівають до високої температури, що призводить до випромінювання світла від іонів металів. Отримане спектральне відображення аналізується для виявлення та визначення концентрації металів.

Типовими важкими металами при лабораторному аналізі овочевої продукції є: свинець (Pb), кадмій (Cd), ртуть (Hg), хром (Cr), нікель (Ni), мідь (Cu), цинк (Zn) та арсен (As). Ці метали можуть потрапляти до овочевої продукції через забруднену воду, ґрунт або використання пестицидів та добрив. Процес аналізу овочів на важкі метали проходить наступним чином:

- Збір проб: Збирання випадкових зразків овочів з різних місць у відповідності з встановленою методикою.
- Підготовка проб: Овочеві зразки ретельно миють і очищують від зовнішніх забруднень. Потім зразки мелють або розтирають для однорідного представлення.
- Екстракція: Отриманий овочевий матеріал піддається екстракції за допомогою хімічних розчинників, таких як кислоти або розчини хелатуючих агентів, для витягування важких металів з матриці.

- Інструментальний аналіз: Застосовуються вищезгадані методи (ААС, ІЗП-AES або DC-AES) для вимірювання концентрації важких металів у зразку. Отримані результати порівнюють зі стандартними значеннями для оцінки вмісту важких металів у овочах.
- Аналіз результатів: Отримані дані аналізуються і оцінюються згідно з встановленими нормативними показниками. Якщо виявляються високі концентрації важких металів, це може свідчити про забруднення ґрунту або води та може мати наслідки для екологічної якості овочів.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА

Експериментальні дослідження проводилися у 2021 році. В ході роботи був проведений аналіз сучасних літературних джерел з означеної тематики, а також проведено ряд польових та лабораторних досліджень.

Для проведення досліджень в межах міста Харкова було обрано 2 екологічні полігони, які знаходяться під впливом різноманітного набору джерел забруднення. Перший полігон розташований в Новобаварському районі, де переважає промислове забруднення. Другий екологічний полігон дослідження розташований в Київському районі де переважає транспортне забруднення.

Дуже важливим є правильно відібрати проби ґрунту та зразки овочів для аналізу. Так встановлено, що техногенні викиди, які забруднюють ґрунтовий покрив через атмосферу, зосереджуються в поверхневих шарах ґрунту. Важкі метали сорбуються, як правило, на глибині 2–5 см від поверхні. Забруднення нижчих горизонтів відбувається в результаті обробки ґрунтів (оранки, культивуації), а також внаслідок дифузійного і конвективного переносу через тріщини, ходи ґрунтових тварин і рослин. Тому найбільш достовірна інформація про забрудненість ґрунтового покриття хімічними елементами може бути отримана при відборі проб з глибин 0...10 и 0...25 см.

Відбір проб ґрунту проводився відповідно з вимогами до відбору проб ґрунту при загальних і локальних забрудненнях, викладеними в ГОСТі 17.4.3.01-83, ГОСТі 17.4.4.02-84, ГОСТі 28168-89, а також в «Методичних вказівках по агрохімічному обстеженню ґрунтів сільськогосподарських угідь» і «Методичних вказівках по проведенню польових і лабораторних досліджень при контролі забруднення навколишнього середовища металами». У 2021 році була опублікована постанова кабінету міністрів України, «Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин», де було встановлено ГДК для кадмію [14].

Зразки ґрунту відбиралися на глибині 0-30 см на місці основної кореневої маси рослин з п'яти точок методом конверту. В якості ГДК для овочів було обрано СанПіН 42-123-4089-86 – гранично допустимі концентрації важких металів та миш'яку в сировині та продуктах харчування. Станом на 2023 рік подібні ГДК більше не використовуються на державному рівні, згідно із розпорядженням кабінету міністрів 2016 року, але альтернативи не було прийнято, тому ці ГДК будуть використовуватись як порівняльні.

Зразки овочів відбирали на тих самих ділянках, де проводився відбір ґрунтових проб. Підготовка рослинної продукції до лабораторних досліджень включала очищення, подрібнення та висушування сирого рослинного матеріалу. Визначення валового вмісту важких металів у рослинах.

Хімічний аналіз проб ґрунту та овочів виконувався методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії у навчально дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень.

Окрім того під час експериментальних досліджень проводився аналіз літературних джерел, комп'ютерний аналіз отриманих даних за допомогою програм Word, Excel, Access.

### РОЗДІЛ 3

#### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ОВОЧІВ НА ТЕРИТОРІЇ М. ХАРКОВА

Для аналізів були відібрані зразки ґрунту та овочевої продукції –цибулі, моркви та картоплі. Проби бралися на території м. Харкова на ділянках з різним антропогенним навантаженням.

Для порівняння нами було обрано два райони міста Харкова. В обох районах в житловій забудові має місце значний відсоток приватних житлових будинків, у подвір'ях яких мешканці вирощують сільськогосподарські продукти харчування. Тому необхідно розуміння того, наскільки ці продукти рослинного походження будуть безпечні для вживання в умовах великого міста.

Новобаварський район має площу – 34,7 кв.км. Кількість приватних житлових будинків складає 80 %, це більше, ніж у будь-якому іншому районі Харкова. Але це один із основних промислових районів м. Харкова. На його території налічується більше 20 крупних промислових об'єктів. У структурі промислового виробництва переважають такі галузі: машинобудування 37,4 %, легка промисловість 10,5 %, харчова промисловість 8,0 %, металургія 4,7 %, хімічна промисловість 3,6 , виробництво деревини 0,2 %, целюлозно-паперова промисловість 0,8 %, інше виробництво (виробництво офісних меблів) 34,8 %.

Пріоритетними забруднюючими речовинами на території Новобаварського району є оксид та діоксид вуглецю, оксид азоту, неметалеві леткі органічні сполуки. Найменше у структурі викидів метану.

Перелік найпотужніших підприємства Новобаварського району представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

### Найбільш значущі промислові підприємства Новобаварського району

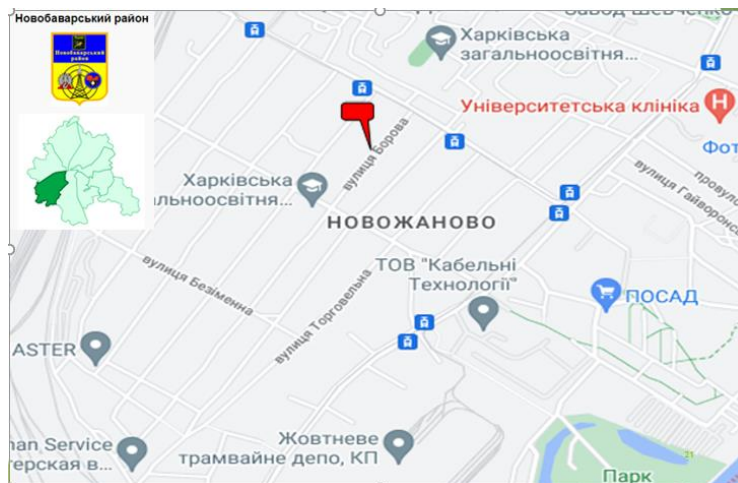
| Назва підприємства                                                            | Вид діяльності                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ВАТ «Харківський машинобудівний завод «Світло Шахтаря»                        | Виробництво обладнання для гірничорудної промисловості.                                                                                                                                                                                          |
| ТОВ "Коксовий завод "Новомет"                                                 | Виробництво коксу                                                                                                                                                                                                                                |
| Харківський приладобудівний завод ім. Т. Г. Шевченка                          | Виробництва військової та побутової електротехніки                                                                                                                                                                                               |
| ЗАТ «Харківське ОКБА «Хімавтоматика»                                          | Розробка, створення та впровадження газоаналітичних датчиків, і систем, створених для забезпечення охорони праці та середовища, попередження техногенних аварій і катастроф в нафтогазовій, нафтогазопереробній і в інших галузях промисловості. |
| ЗАТ Харківський лакофарбовий завод «Червоний Хімік»                           | Виробництво лакофарбової продукції.                                                                                                                                                                                                              |
| ТОВ «Завод самохідних шасі»                                                   | Випуск сільськогосподарської техніки.                                                                                                                                                                                                            |
| ПАТ «Харківський ордена «Знак пошани» машинобудівний завод «Червоний Жовтень» | Випуск продукції для цегляних заводів.                                                                                                                                                                                                           |
| ТОВ «Харківський завод підйомно-транспортного устаткування»                   | Виготовлення та поставка підйомно-транспортного устаткування.                                                                                                                                                                                    |
| ПАТ «Харківський канатний завод»                                              | Виробництво кручених і плетених виробів.                                                                                                                                                                                                         |
| ВАТ «Харківський метизний завод»                                              | Виробництво високоякісної метизної продукції.                                                                                                                                                                                                    |

## Продовження таблиці 3.1

|                                                               |                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДП МОУ «126-й Харківський автомобільний ремонтний завод»      | Виготовлення, обслуговування автотранспортної та сільгосптехніки.                             |
| ВАТ «Харківський експериментальний ремонтно-механічний завод» | Виготовлення, монтаж, пуск устаткування і кваліфіковане навчання обслуговуючого персоналу.    |
| ВАТ «Елеватормельмаш»                                         | Виробництво обладнання, тара і упаковка для харчової промисловості.                           |
| ЗАТ «Новий стиль»                                             | Виробництво високоякісних крісел, стільців і м'яких меблів, а також корпусних офісних меблів. |
| ТОВ фірма «Тетра»                                             | Розробка і виробництво наукомісткої електротехнічної продукції.                               |
| ТОВ «Полімер»                                                 | Виробництво пластин, труб та профілів з пластмаси.                                            |
| ПП «Новожановський м'ясокомбінат»                             | Виробництво м'ясопродуктів, заготівля, переробка.                                             |
| Виробничо-будівельне приватне підприємство «Спецмонтаж»       | Будівельні роботи, оздоблювальні роботи, клінінгові послуги.                                  |
| ТДВ «РОСС»                                                    | Виробництво котельного обладнання.                                                            |

На території Новобаварського району протікає дві річки: Уди і Лопань. Їх екологічний стан не найкращий, забруднення водоймищ залишається досить високим.

Відбір проб ґрунту та овочів відбувався на території приватного сектору на вул. Боровій, це район Новожанова (рис. 3.1).



 - місце відбору проб.

Рис. 3.1 – Схема району проведення дослідження в Новобоварському районі м. Харкова

Загальна площа Київського району складає 51,7 кв. км. Під забудовою у районі знаходиться 23,12 кв. км.

У районі розташовано 15 парків та скверів, гідропарк та частина лісопарку. По території району протікає ріка Харків та знаходиться Журавлівське водосховище.

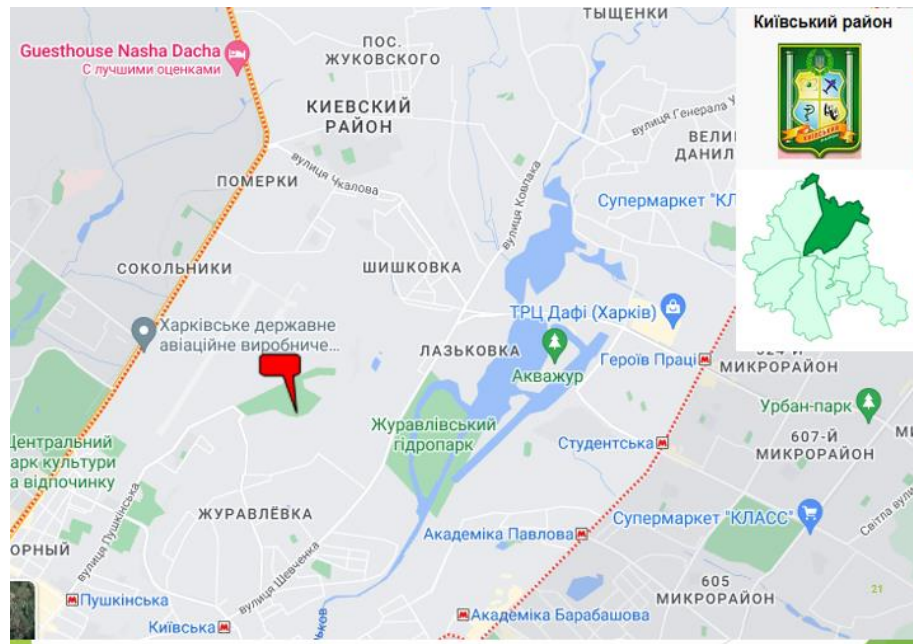
Промислова зона Київського району складає 3,56 кв. км. Провідними галузями виробництва є машинобудування (50%), збір та ремонт машин та обладнання, а також фармацевтичне виробництво. Потужні підприємства Київського району представлені в таблиці 3.2.

### Найбільш значущі промислові підприємства Київського району

| Назва підприємства                                           | Вид діяльності                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Харківське державне авіаційне виробниче підприємство (ХДАВП) | Виробництво сучасних літаків.                                                                                         |
| ДНВП «Об'єднання «Комунар»                                   | Випуск систем управління ракет-носіїв і космічних об'єктів.                                                           |
| ДП ХМЗ «ФЕД»                                                 | Випускає високоточну паливо регулюючу апаратуру, гідроприводи, гідромотори, гідронасоси, насосні станції.             |
| ПАТ «Хартрон»                                                | Ракетно-космічна галузь, атомна енергетика, залізничний транспорт                                                     |
| ТОВ «Фармацевтична компанія «Здоров'я»                       | Виробництво фармацевтичних препаратів                                                                                 |
| ТОВ «Дослідницький завод ДНЦЛС»                              | Виробництво фармацевтичних препаратів                                                                                 |
| ТОВ «Наргус»                                                 | Високотехнологічне виробництво гнучкої упаковки для харчової, фармацевтичної, хімічної та інших галузей промисловості |

Таким чином, бачимо, що в Новобаварському районі переважає промислове забруднення. А в Київському районі переважає транспортне забруднення.

Відбір проб ґрунту та овочів у Київському районі відбувався на території дачного кооперативу «Журавлівські схили» (рис. 3.2).



 - місце відбору проб.

Рис. 3.2 – Схема району проведення дослідження в  
Київському районі м. Харкова

Територія дослідження представлена корінними ландшафтами борової тераси тому цілком ймовірно, що природними на даній території були чорноземно-піщані ґрунти. Однак, в наслідок процесів урбаногенезу структура ґрунтів Новобаварського та Київського району була порушена й тому їх можна віднести до антропогенно-перетворених. Тільки деяка частина міських ґрунтів зберігає всі ознаки природних аналогів. Це насамперед, ґрунти під збереженими природними рослинними асоціаціями, а також ґрунтовий покрив районів-новобудов, ще не змінений антропогенною діяльністю в цілому.

Антропогенно-перетворені ґрунти формуються на основі природних ґрунтів за рахунок їх більшого або меншого перетворення.

Вміст важких металів у шарі ґрунту наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Вміст хімічних елементів у шарі ґрунту 0-30см, мг/кг**

| Елемент                      | Fe  | Mn   | Zn   | Cu   | Cd   |
|------------------------------|-----|------|------|------|------|
| Ґрунт з Новобаварського р-ну | 8,1 | 4,0  | 10,6 | 3,9  | 0,26 |
| Ґрунт з Київського р-ну      | 4,8 | 3,9  | 3,0  | 0,95 | 0,12 |
| ГДК                          | -   | 100  | 23,0 | 3,0  | 0,7  |
| ФОН                          | 2,0 | 43,0 | 1,0  | 0,5  | 0,1  |

Порівнюємо вміст важких металів у зразках ґрунту, відібраного з різних районів міста Харкова.

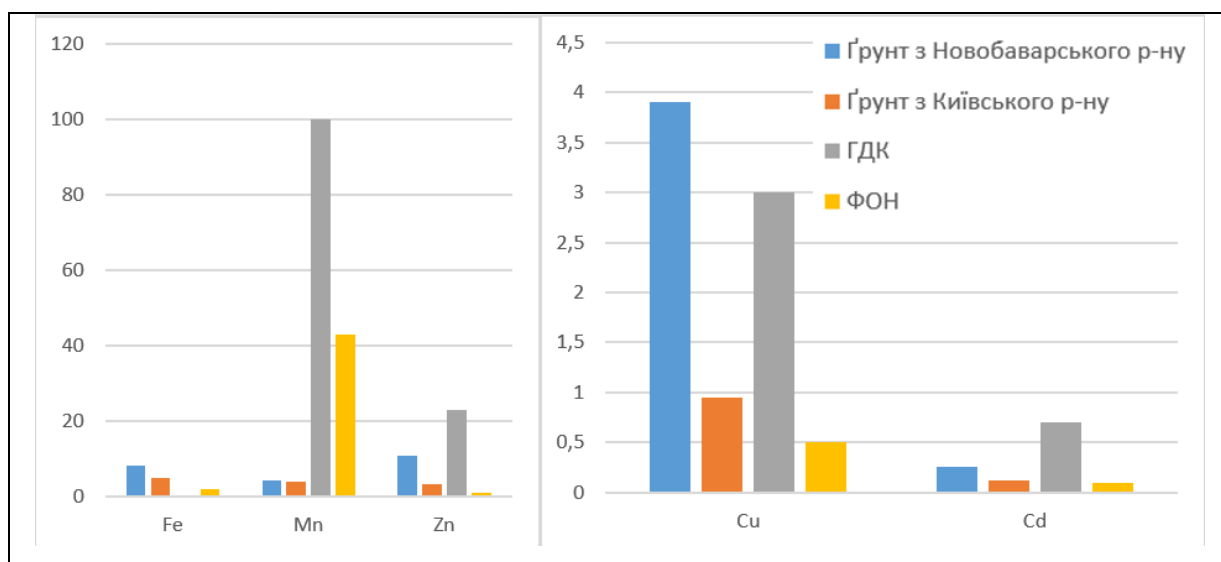


Рис. 3.3 – Порівняння вмісту хімічних елементів у ґрунтах на території Новобаварського та Київського районів міста Харкова (мг/кг)

Аналізуючи отримані данні вмісту хімічних елементів у ґрунтах різних районів міста Харкова ми бачимо, що має місце перевищення ГДК за кадмієм у 2,6 раз у Новобаварському р-ні, та в 1,2 рази у Київському р-ні, також у Новобаварському районі вміст міді має перевищення ГДК у 1,3 рази.

Також виявлене перевищення фонових значень по цинку в 10 разів та залізу в 4 рази у Новобаварському р-ні. Фонові значення по цинку та залізу у Київському районі перевищують в 3 та в 2,4 рази відповідно.

Таким чином, бачимо, що такі результати свідчать про те, що викиди автомобільного транспорту впливають у значній мірі на вміст важких металів у ґрунті.

Проаналізуємо відсотковий вміст хімічних елементів у пробах ґрунту, відібраного в різних районах міста Харкова.

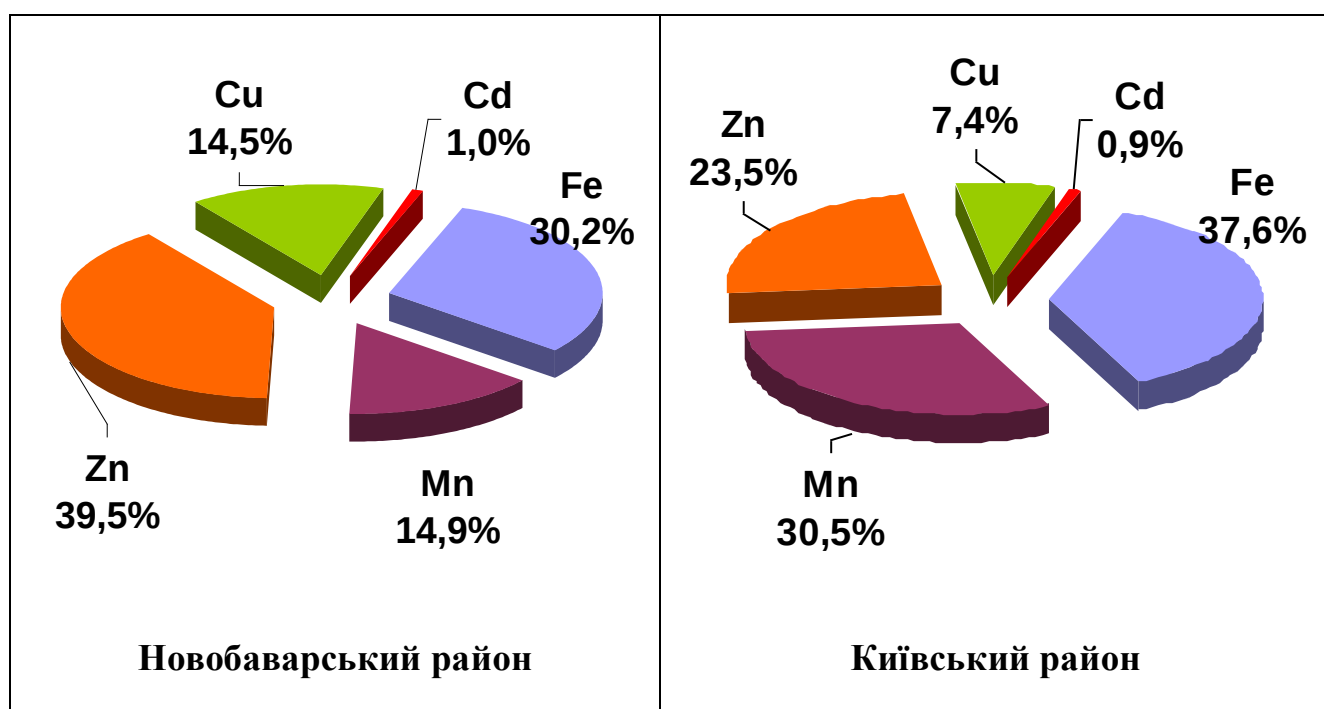


Рис. 3.4 – Відсотковий вміст хімічних елементів у пробах ґрунту

Як бачимо, відсотковий вміст хімічних елементів у ґрунті дещо відрізняється у ґрунтах з різних районів міста Харкова. Із діаграми можна визначити, що залізо має найбільший вміст – 37,6 %, у Київському районі, а в Новобаварському районі найбільший вміст має цинк 39,5 % від загального вмісту металів, що досліджувалися. Останні позиції займають мідь 7,4 %, та кадмій 0,9 % у Київському районі, та 14,5 % вмісту міді та 1,0 % вмісту кадмію у Новобаварському районі.

Для дослідження характеру та особливостей міграції елементів, які

досліджувались, нами було побудовано акумулятивні ряди накопичення важких металів у різних пробах ґрунту:

- Ґрунт з Новобаварського району, мг/кг -  
 $Zn (10,6) > Fe (8,1) > Mn (4,0) > Cu (3,9) > Cd (0,26)$
- Ґрунт з Київського району, мг/кг -  
 $Fe (4,8) > Mn (3,9) > Zn (3,0) > Cu (0,95) > Cd (0,12)$

Пріоритетними мікроелементами у ґрунті Новобаварського району є цинк та залізо, а в Київському районі на першому місці стоїть залізо та марганець. Найменшим є вміст кадмію в обох районах міста Харкова, що були досліджені.

Зразки овочів відбирали на тих самих ділянках, де проводився відбір ґрунтових проб. Підготовка рослинної продукції до лабораторних досліджень включала очищення, подрібнення та висушування сирого рослинного матеріалу. Визначення вмісту важких металів у плодах овочів.

Для порівняння вмісту металів у овочевої продукції використано ГДК для овочів. Результати досліджень наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

**Вміст хімічних елементів у зразках овочевої продукції мг/кг**

|                                 | Fe   | Mn   | Zn  | Cu   | Cd   |
|---------------------------------|------|------|-----|------|------|
| ГДК                             | 50   | 20   | 10  | 5    | 0,03 |
| Морква з Новобаварського р-ну   | 12,4 | 4,4  | 3,1 | 2,1  | 0,13 |
| Морква з Київського р-ну        | 14,2 | 9,6  | 5,8 | 3,2  | 0,16 |
| Цибуля з Новобаварського р-ну   | 10,4 | 8,8  | 6,5 | 2,0  | 0,16 |
| Цибуля з Київського р-ну        | 15,4 | 10,6 | 8,3 | 2,45 | 0,18 |
| Картопля з Новобаварського р-ну | 6,9  | 1,1  | 1,4 | 1,3  | 0,09 |
| Картопля з Київського р-ну      | 6,6  | 4,8  | 4,2 | 2,8  | 0,12 |

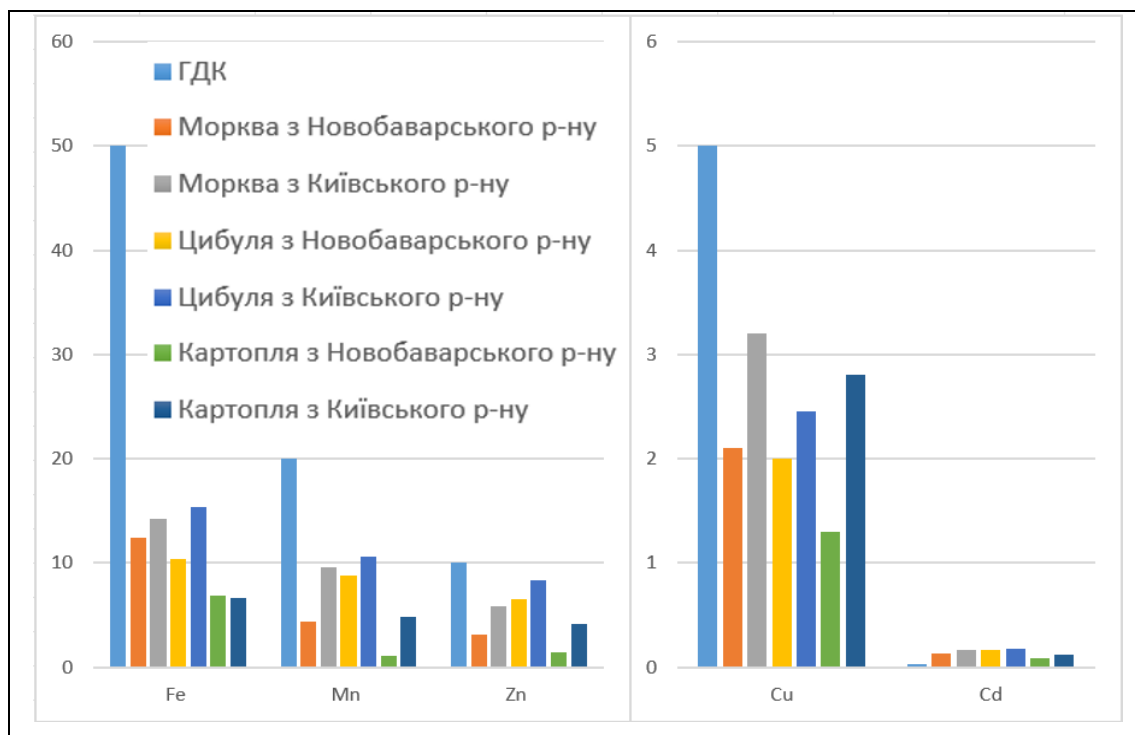


Рис. 3.5 – Порівняння вмісту хімічних елементів у овочах з різних районів міста Харкова (мг/кг)

Аналіз вмісту важких металів в пробах овочевої продукції в порівнянні з ГДК свідчить, що в усіх досліджуваних овочах спостерігається перевищення лише за кадмієм в 3 – 6 разів. Найбільший вміст кадмію має цибуля з Київського р-ну (перевищує ГДК в 6 разів), найменший вміст кадмію має картопля з Новобаварського району, але також перевищує ГДК в 3 рази. Вміст інших металів, що досліджувалися нижче рівня ГДК, тобто небезпеки по цим елементам немає. Також можна зазначити, що в Київському районі вміст усіх хімічних елементів у досліджуваних овочах був вище ніж у пробах з Новобаварського району.

На підставі проведеного дослідження слід відзначити, що ступінь загального забруднення овочів, що відбувається за рахунок аеротехногенного надходження і кореневого живлення, є найвищим лише для кадмію. Незважаючи на те, що у акумулятивному розподілі речовин кадмій посягає останнє місце, і має найменший біоакумулюючий пріоритет у всіх досліджуваних городніх культурах, це перевищення доволі значиме.

Акумулятивні ряди овочевої продукції матимуть наступний вигляд:

- **Морква Новобаварський район, мг/кг:** Fe (12,4) → Mn (4,4) → Zn (3,1) → Cu (2,1) → Cd (0,13).
- **Цибуля Новобаварський район, мг/кг:** Fe (10,4) → Mn (8,8) → Zn (6,5) → Cu (2,0) → Cd (0,16).
- **Картопля Новобаварський район, мг/кг:** Fe (6,9) → Zn (1,4) → Cu (1,3) → Mn (1,1) → Cd (0,09).
- **Морква Київський район, мг/кг:** Fe (14,2) → Mn (9,6) → Zn (5,8) → Cu (3,2) → Cd (0,16).
- **Цибуля Київський район, мг/кг:** Fe (15,4) → Mn (10,6) → Zn (8,3) → Cu (2,45) → Cd (0,18).
- **Картопля Київський район, мг/кг:** Fe (6,6) → Mn (4,8) → Zn (4,2) → Cu (2,8) → Cd (0,12).

Із наведених матеріалів видно, що в усіх досліджуваних зразках має місце закономірна тенденція – залізо, марганець, цинк та мідь мають найвищі концентрації, а кадмій найменші. Тільки картопля з Новобаварського району має інший розподіл хімічних елементів: марганець, який мав друге місце у всіх овочах перейшов на четверте місце.

Для виявлення особливостей накопичення важких металів у рослинній продукції та шляхів надходження їх до неї було розраховано коефіцієнт біоаккумуляції ( $K_b$ ) для кожного хімічного елементу, що аналізувався (таблиця 3.5 та 3.6).

Розрахунок коефіцієнту біоаккумуляції здійснювався за наступною формулою:

$$K_b = \frac{C_p}{C_n}$$

де  $C_p$  – концентрація хімічного елемента у рослині, мг/кг;

$C_n$  – концентрація хімічного елемента у ґрунті, мг/кг.

Таблиця 3.5

**Значення коефіцієнту біоаккумуляції цибулі, моркви та картоплі з  
Новобаварського району**

| Елемент | Значення Кб для<br>моркви | Значення Кб для<br>цибулі | Значення Кб для<br>картоплі |
|---------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Fe      | 1,53                      | 1,28                      | 0,84                        |
| Mn      | 1,1                       | 2,2                       | 0,28                        |
| Zn      | 0,29                      | 0,61                      | 0,13                        |
| Cu      | 0,54                      | 0,51                      | 0,33                        |
| Cd      | 0,5                       | 0,62                      | 0,35                        |

Таблиця 3.6

**Значення коефіцієнту біоаккумуляції цибулі, моркви та картоплі з  
Київського району**

| Елемент | Значення Кб для<br>моркви | Значення Кб для<br>цибулі | Значення Кб для<br>картоплі |
|---------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Fe      | 2,96                      | 3,21                      | 1,38                        |
| Mn      | 2,46                      | 2,72                      | 1,23                        |
| Zn      | 0,52                      | 2,77                      | 1,4                         |
| Cu      | 2,95                      | 2,58                      | 2,95                        |
| Cd      | 1,33                      | 1,5                       | 1                           |

З таблиць 3.5 та 3.6 видно, що значення коефіцієнту біоаккумуляції для овочів досить різноманітні. Так, найменші коефіцієнти біоаккумуляції мають овочі з Новобаварського району. У картоплі він не перевищує одиниці по всіх елементах, що досліджувалися. Найбільші значення мають залізо та марганець у моркви та цибулі.

В Київському районі коефіцієнт біоаккумуляції виявився значно вищим по всіх елементах у овочів, що досліджувалися та склав від 2 до 3 одиниць.

Враховуючи, що коефіцієнт біоаккумуляції показує кількість хімічних

елементів, що сприймає рослина, чим вище його значення, тим більша кількість хімічних елементів потрапляє до організму людини через харчові продукти.

Також можна сказати що рослинні організми не є самостійними депонентами поллютантів з оточуючого середовища. В системі «грунт – рослина» вони являються невід’ємною ланкою, а якісний і хімічний їх склад визначається якісним і хімічним складом при поверхневого шару атмосфери.

Таким чином, можна зробити висновок, що територія Київського району знаходиться у задовільному стані, тому що перевищень ГДК, майже ні по одному елементу, у ґрунті та рослинній продукції не виявлено. Також на це може впливати і те, що дослідна ділянка розташована на території дачного кооперативу, який має багато зелених дерев, які можуть акумулювати забруднюючі речовини

Новобаварський район індустріально розвинений район м. Харкова. Місцеві жителі, користуючись благами цивілізації, у першу чергу випробовують на собі її негативні наслідки.

## РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ  
МЕТАЛАМИ ОВОЧІВ НА ТЕРИТОРІЇ М. ХАРКОВА

Проведені дослідження виявили порушення ГДК та фонових значень для місцевого ґрунту, також було зафіксовано перевищення оптимальних значень для кадмію, для усіх видів овочевої продукції. Промисловість, яка спричиняє забруднення ґрунту важкими металами, вимагає комплексного підходу для зменшення або усунення негативних ефектів на довкілля в майбутньому. З урахуванням виявлених перевищень ГДК за вмістом важких металів у ґрунті, для зменшення їх потрапляння у рослинну продукцію, пропонується вжити наступні заходи на підприємницькому, державному та громадському рівнях:

1. Моніторинг якості ґрунту: проводити регулярний моніторинг вмісту металів у ґрунті, зокрема кадмію, цинку, заліза та інших важких металів для швидкого реагування на негативні зміни. Моніторинг повинен бути прозорим для населення для активної участі громадськості у житті міста, та контролю його екологічного стану на всіх рівнях.
2. Контроль за викидами транспорту: запровадження контролю за викидами автомобільного транспорту, зокрема перевірка дотримання екологічних норм та впровадження технологій для зменшення впливу на ґрунт, збільшення адміністративного покарання за недотримання вимог допустимих викидів автомобільного транспорту.
3. Використання новітніх систем фільтрації та очищення стічних вод перед їхнім скидом у навколишнє середовище на промислових об'єктах, а також фінансування розробки новітніх вітчизняних проєктів, якщо це економічно доцільніше.
4. Систематичний моніторинг рівнів важких металів у викидах промислових підприємств та стічних водах. Це допоможе своєчасно реагувати на перевищення нормативів серед промислових викидів і скидів на

підприємстві, що дасть змогу швидко відреагувати, у разі аварійних ситуацій

5. Проведення екологічних аудитів на промислових об'єктах для визначення джерел забруднення та розробки заходів щодо їхнього усунення. Іноді при роботі промислового комплексу можуть створюватися позаштатні джерела забруднення, що як правило пов'язано з халатністю чи пошкодженнями обладнання.
6. Організація інформаційних кампаній для підвищення усвідомленості промислових підприємств та громадян щодо проблем забруднення та екологічних наслідків, привернення уваги населення до цієї проблеми, розробка систем винагород для працівників підприємства, які долучаються до проектів та ініціатив, щодо мінімізації впливу на навколишнє середовище.
7. Залучення владних структур для створення та впровадження строгих екологічних стандартів та нормативів, проведення активної потреби у сертифікації підприємств, збільшення відповідальності за правопорушення щодо екологічних злочинів.
8. Контроль за використанням пестицидів та добрив: Використання пестицидів і мінеральних добрив може призвести до накопичення важких металів у ґрунті та рослинах.
9. Внесення органічних добрив: Регулярна ґрунтова обробка та внесення органічних добрив можуть поліпшити структуру ґрунту та зменшити його здатність до утримання важких металів. Органічні добрива також можуть зв'язувати метали та зменшити їх доступність для рослин.

Також рекомендується активно співпрацювати з міжнародними колегами, зокрема членами ЄС, щодо покращення екологічних умов у великих індустріально розвинених містах. Провідними країнами з наявним досвідом можуть бути: Німеччина, Швеція, Норвегія, Данія, Нідерланди а також такі світові інноватори у сфері озеленіння великих міст як Японія. Фінансування озеленення міста Харків, та його найвпливовішим антропогенним властивостям

районам, таким як Новобаварський, допоможе зменшити антропогенне навантаження, створить додаткові санітарно-захисні та рекреаційні зони для населення, що у перспективі зменшить перевищення важких металів у ґрунтах, та захистить населення від зайвого пилу.

## ВИСНОВКИ

1. В ході роботи був проведений аналіз літературних джерел з означеної тематики, а також проведено ряд польових і лабораторних досліджень. Польові дослідження полягали у відборі проб ґрунту та овочів – моркви, цибулі та картоплі. Лабораторні дослідження проводились з визначення вмісту металів у відібраних пробах.
2. В результаті проведених досліджень ґрунтів різних районів м. Харкова ми бачимо, що має місце перевищення ГДК за кадмієм у 2,6 раз в Новобаварському р-ні, та в 1,2 рази у Київському р-ні, також у Новобаварського районі вміст міді також має перевищення ГДК у 1,3 рази.
3. Перевищення фонових значень визначено по цинку в 10 разів та залізу в 4 рази у Новобаварського р-ні. Фонові значення по цинку та залізу у Київському районі перевищують в 3 та в 2,4 рази відповідно. Таким чином, бачимо, що такі результати свідчать про те, що викиди автомобільного транспорту впливають у значній мірі на вміст важких металів у ґрунті.
4. Визначено, що процентний вміст металів дещо відрізняється у ґрунтах з різних районів. Залізо має найбільший вміст – 37,6 %, у Київському районі, а в Новобаварському найбільший вміст має цинк 39,5 % від загального вмісту металів, що досліджувалися.
5. Аналіз вмісту важких металів в пробах овочевої продукції в порівнянні з ГДК свідчить, що в усіх досліджуваних овочах спостерігається перевищення лише за кадмієм в 3 – 6 разів. Найбільший вміст кадмію має цибуля з Київського району (перевищує ГДК в 6 разів), найменший вміст кадмію має картопля зі Новобаварського району, але також перевищує ГДК в 3 рази. Вміст інших металів, що досліджувалися нижче рівня ГДК, тобто небезпеки по цим елементам немає. Також можна зазначити, що в Київському районі вміст усіх хімічних елементів у досліджуваних овочах

був вище ніж у пробах зі Новобаварського району. На підставі проведеного дослідження слід відзначити, що ступінь загального забруднення овочів, що відбувається за рахунок аеротехногенного надходження і кореневого живлення, є найвищим лише для кадмію.

6. При порівнянні акумулятивних рядів ґрунту, визначено що пріоритетними мікроелементами у ґрунті Новобаварського району є цинк та залізо, а в Київському районі на першому місці стоїть залізо та марганець. Найменшим є вміст кадмію в обох районах Харківської області.
7. Акумулятивні ряди овочів виявляють, що в усіх досліджуваних зразках має місце закономірна тенденція – залізо, марганець, цинк та мідь мають найвищі концентрації, а кадмій найменші. Тільки картопля з Новобаварського району має інший розподіл хімічних елементів: марганець, який у мав друге місце у всіх овочах перейшов на четверте місце.
8. Значення коефіцієнту біоаккумуляції для овочів досить різноманітні. Найменші коефіцієнти біоаккумуляції мають овочі зі Новобаварського району. У картоплі він не перевищує одиниці по всіх елементах, що досліджувалися. Найбільші значення мають залізо та марганець у моркві та цибулі. В Балаклійському районі коефіцієнт біоаккумуляції виявився значно вищим по всіх елементах у овочів, що досліджувалися та склав від 2 до 3 одиниць.
9. Серед природних умов, які можуть впливати на процеси розповсюдження забруднення важкими металами у різних компонентах навколишнього природного середовища слід виділити такі фактори: автотранспорт, промисловість та забруднення добривами.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Малигіна В. Д., Титаренко Л. Д., Породіна Л. В. Основи експертизи продовольчих товарів : *навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.* Київ: Кондор, 2009. 296 с.
2. Ачасова А. С. Просторова неоднорідність вмісту важких металів у ґрунті. *Вісник аграрної науки.* Київ, 2003. № 3. С. 77-78.
3. Некос А.Н. Трофогеографія – новий напрям наукових досліджень. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії* : зб. наук. праць. Київ : Інститут передових технологій. 2008. Вип. 8. С. 192-195.
4. Некос А. Н. Регіональна зумовленість трофогеографічних закономірностей рослинної продукції широкого вжитку (закономірності екологічної якості рослинних продуктів). *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна.* Серія «Екологія». Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2009. № 49. С. 65–72.
5. Некос А. Н. Акумулятивні властивості рослин як фактор формування екологічної безпеки рослинної харчової продукції (на прикладі Харківського регіону). *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. № 1-2. С. 100-107.
6. Барабаш О. Ю. Овочівництво : *підруч.* Київ : Вища школа, 1994. 374 с.
7. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 1991 р., № 41. Роз. XI. Ст. 50. Дата оновлення: 27.04.2007.  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.
8. Дяків В. О. Екологічна безпека : *навч. посіб.* Львів : Вид-во ПП «Кварт», 2011. с.90.
- 9 Хилько М. І. Екологічна безпека України : *навч. посіб.* Київ, 2017. С 266.
10. Варламова С. І., Варламова І. С. Екологічна безпека та сталий розвиток взаємозв'язок та взаємовплив : *електронний журнал «Ефективна економіка»*, 2017. Вип. № 7.  
URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5679>.

11. Codex Alimentarius national food standards. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/en/>. (Дата звернення: 19.11.2023 р.)
12. Безпека харчових продуктів: антиаліментарні фактори, ксенобіотики, харчові добавки : *навч. посіб.* / Л.В. Кричківська та ін. Харків : НТУ «ХПІ», 2017. 98 с.
13. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 1998 р. № 19. Ст. 98. Дата оновлення: 26.10.2023 р.  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> .
14. Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин : Постанова Кабінету міністрів України, від 15 грудня 2021 р. Дата оновлення: 15 грудня 2021 р. № 1325.  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1325-2021-%D0%BF#Text>.