

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

Допускається до захисту

«___» _____ 2024 р.

Зав. кафедри _____
(підпис)

доцент, к.б.н., Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч. зв. (ім'я та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: «Інтенсивність накопичення важких металів овочами в умовах
закритого ґрунту»

Виконав студент групи Еко-51

спеціальності 101 «Екологія»

Петросюк Денис Тарасович

Керівник: Сергій РАЗАНОВ

Консультант: Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2024

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології

Рівень вищої освіти «Магістр»
Галузь знань 10 «Природничі»
Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
(підпис)

к. б. н., доцент **Петро ХІРІВСЬКИЙ**
наук. ступ., вч.зв. (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту Петросюка Дениса Тарасовича

1. Тема роботи: «Інтенсивність накопичення важких металів овочами в умовах закритого ґрунту»

Керівник кваліфікаційної роботи Разанов Сергій Федорович,
доктор сільськогосподарських наук, професор
Затверджена наказом по університету №30/к-с від “17” лютого 2023 р.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 11 січня 2024 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи
Теоретичні відомості, літературні джерела, методика виконання досліджень, аналітичні матеріали та звіти Департаменту екології та природних ресурсів Львівської ОДА, нормативно-методичні документи, ґрунтово-кліматичні умови.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)
Вступ

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. ТЕХНОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ УГІДДЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

1.1. Сучасний стан ґрунтів в умовах інтенсивного землеробства

1.2. Важкі метали у ґрунтах сільськогосподарського виробництва, джерела надходження та ризику

1.3. Особливості вирощування овочів в умовах закритого ґрунту

2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

2.2. Методи досліджень

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

ОВОЧАМИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЇХ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Зробити висновки за результатами проведених досліджень

Сформувати список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу: таблиць – 10, рисунків – 16

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Разанов С.Ф. , професор кафедри екології			
4	Ковальчук Ю. О. , доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва в АПК			

7. Дата видачі завдання 12 вересня 2022 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	23.02.2023-30.05.2023	
2	Написання розділу «Об'єкт, умови та методи дослідження»	01.06.2023-30.06.2023	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	01.07.2023-03.12.2023	
4	Написання розділу «Охорона праці», підготовка висновків, оформлення списку використаних джерел	04.12.2023-30.12.2024	

Студент _____ **Денис ПЕТРОСЮК**
 (підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **Сергій РАЗАНОВ**
 (підпис)

УДК 504.5:638.1(477.83)

Інтенсивність накопичення важких металів овочами в умовах закритого ґрунту. Петросюк Д.Т. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

61 с. текст. част., 10 табл., 16 рис., 52 джерел.

Вивчено накопичення важких металів (свинець, кадмій, цинк, мідь) у овочах, вирощених в умовах закритого ґрунту.

Встановлено, що всі досліджені овочі закритого ґрунту (червоний перець, помідори, огірки, цибуля) містили важкі метали (свинець, кадмій, цинк, мідь) у концентрації меншій за ГДК. У розрізі окремих видів овочів високу акумулюючу здатність по відношенню до свинцю, кадмію та цинку демонстрував червоний перець, а до міді – цибуля. Коефіцієнт небезпеки важких металів у овочах не перевищував граничний поріг 1,0.

Проаналізовано питання охорони праці та захисту населення.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ УГІДДЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ	9
1.1. Сучасний стан ґрунтів в умовах інтенсивного землеробства	9
1.2. Важкі метали у ґрунтах сільськогосподарського виробництва, джерела надходження та ризику	15
1.3. Особливості вирощування овочів в умовах закритого ґрунту	21
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1. Умови проведення досліджень	28
2.2. Методи досліджень	31
РОЗДІЛ 3. НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ОВОЧАМИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЇХ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ	32
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	43
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	48
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ	56

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Pb – свинець

Cd – кадмій

Zn – цинк

Cu – мідь

% – відсоток

$K_{\text{нак.}}$ – коефіцієнт накопичення

$K_{\text{неб.}}$ – коефіцієнт небезпеки

г – грам

кг – кілограм

°C – градус Цельсія

t – температура

га – гектар

см – сантиметр

мм – міліметр

ГДК – гранично допустима концентрація

ВСТУП

Україна за показниками загального виробництва овочевої та баштанної продукції займає 3-тє місце у Європі та входить до двадцятки світових лідерів за валовим її виробництвом.

Галузь овочівництва є основною бюджетоформуючою галуззю економіки агропромислового комплексу, що забезпечує рівень продовольчої безпеки. Адже цінність овочів є не лише в їхній корисності в загальній системі харчування людини (їхня присутність у щоденному раціоні обов'язкова), але й у різноманітності та можливостях переробки (квашення, соління, сушіння, замороження) [5]. Овочівництво також забезпечує населення поживною харчовою продукцією з високим умістом біологічно активних речовин, які сприяють поліпшенню обміну речовин та забезпечують нормальний розвиток і функціонування організму людини, підвищуючи його стійкість до несприятливих чинників [36].

Водночас відомо, що понад 80% хімічних забруднювачів надходить до організму людини з харчовими продуктами, в основному, з рослинними [27]. Тому сьогодні отримання екологічно допустимої рослинної продукції вимагає від виробників рішення проблем, пов'язаних з різними видами забруднень: нітратами, пестицидами, радіонуклідами, важкими металами тощо.

Мета досліджень: вивчення інтенсивності накопичення важких металів овочами (червоний перець, помідори, огірки, цибуля), вирощених в умовах закритого ґрунту.

Для досягнення мети в завдання входило:

- дослідити вміст в ґрунтах свинцю, кадмію, цинку та міді;
- визначити концентрацію свинцю, кадмію, цинку та міді у овочах;
- встановити коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію, цинку та міді у овочах;
- визначити коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді у овочах.

Об'єкт дослідження: овочі, вирощені в умовах закритого ґрунту – червоний перець, помідори, огірки, цибуля.

Предмет дослідження: накопичення свинцю, кадмію, цинку і міді у овочах (червоний перець, помідори, огірки, цибуля), вирощених в умовах закритого ґрунту.

Методи дослідження: лабораторні, аналітико-діагностичні; математико-статистичні (для обробки даних); комплексні.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ УГІДДЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

1.1. Сучасний стан ґрунтів в умовах інтенсивного землеробства

Найважливіша частина природного середовища – земельні ресурси, для яких характерне просторове розміщення, притаманний рельєф, ґрунтовий покрив, рослинність, надра, води, та без яких неможливо уявити діяльність усього агропромислового комплексу, а також функціонування майже усіх галузей народного господарства [30].

Основною ланкою аграрного виробництва є ґрунт. Ґрунт є унікальним витвором природи, незамінним її ресурсом, накопичувачем космічної енергії, перетворювачем на доступні для рослин форми великого спектра сполук хімічних елементів; ґрунт є основою життя рослин, тварин і людини, а також оригінальним природний індикатор екологічного стану навколишнього природного середовища [14].

Від стану ґрунтів залежить навколишнє середовище та його якість. Ґрунти виступають основою сільськогосподарського виробництва, забезпечуючи населення продовольством та загалом, його якісного існування.

Функціонування ґрунтів значно впливає на стан ландшафтів і біосфери в цілому, а через них – на якість середовища існування населення. Вказані функції ґрунтів утворюють їх екологічний потенціал [17].

Земля є вирішальним компонентом біосфери, що оточує людину та є матеріальною умовою існування людського суспільства. Так, за даними Держгеокадастру (станом на 01.01.2019 р.) площа України становить 60,3 млн га (6% території Європи), основна частка належить сільськогосподарським угіддям – 41,4 млн га (19% Європи): 32, 7 млн га ріллі

(27% Європи); рівень розораності земель становить 54% (35% в Європі). Кількість земель, що припадає на одну особу в Україні становить 0,90 га проти 0,44 га в Європі (рис. 1.1).

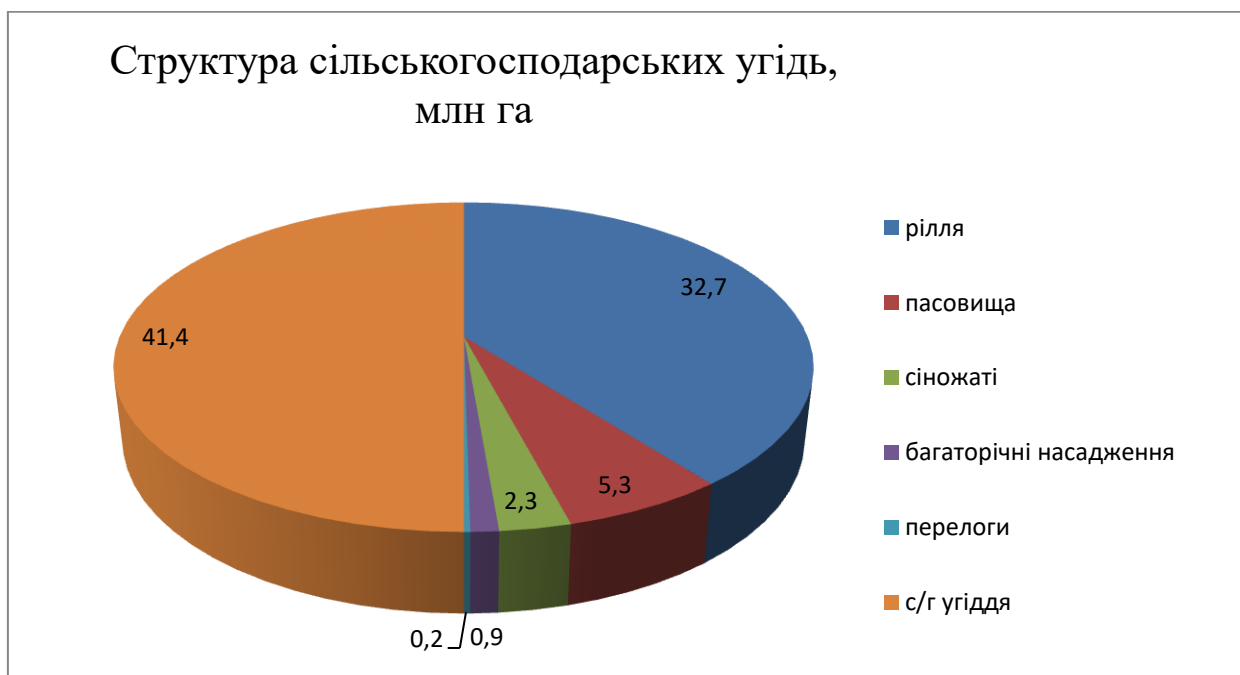


Рис. 1.1. Структура сільськогосподарських угідь України

У 2019 році було прийнято Закон України щодо стратегії та основних засад здійснення напрямів з боку держави щодо екологічної політики країни, який охоплює період до 2030 року. Так, у цьому законі визначено, що наразі стан та використання земельних ресурсів знаходяться у критичному стані [21]. Велика частина території країни (57%) зазнала ерозії (водна, вітрова). Відомо також, що певна частка земель (20%) забруднена [21].

Таку ситуацію спричинила відсутність рівноваги між категоріями земель, а також те, що частина територій характеризується збільшеною розораністю, агропромисловому комплексу притаманні недосконалі технології. Більшість виробників цієї сфери орієнтовані на отримання швидкої вигоди при цьому забуваючи про природоохоронні заходи та можливі катаклізми у майбутньому [21].

В Україні велика частка земель є деградованою. Так, Законом України визначено, що вплив природних та антропогенних факторів є причиною

деградації ґрунту, а саме погіршення його корисних властивостей та родючості [22].

За даними українського інформагенства, Україна щороку втрачає до шістсот млн т ґрунту, що є ключовим моментом у зменшенні врожайності майже наполовину та, як слідство – призводить до зменшення сільськогосподарської продукції [43].

Будзяк О.С. зазначає, що високу небезпеку на сьогодні представляє ерозія ґрунтів, зокрема, вітрова, водна та ін. Встановлено, ерозійні процеси охоплюють майже 44% загальної площі сільськогосподарських угідь [6].

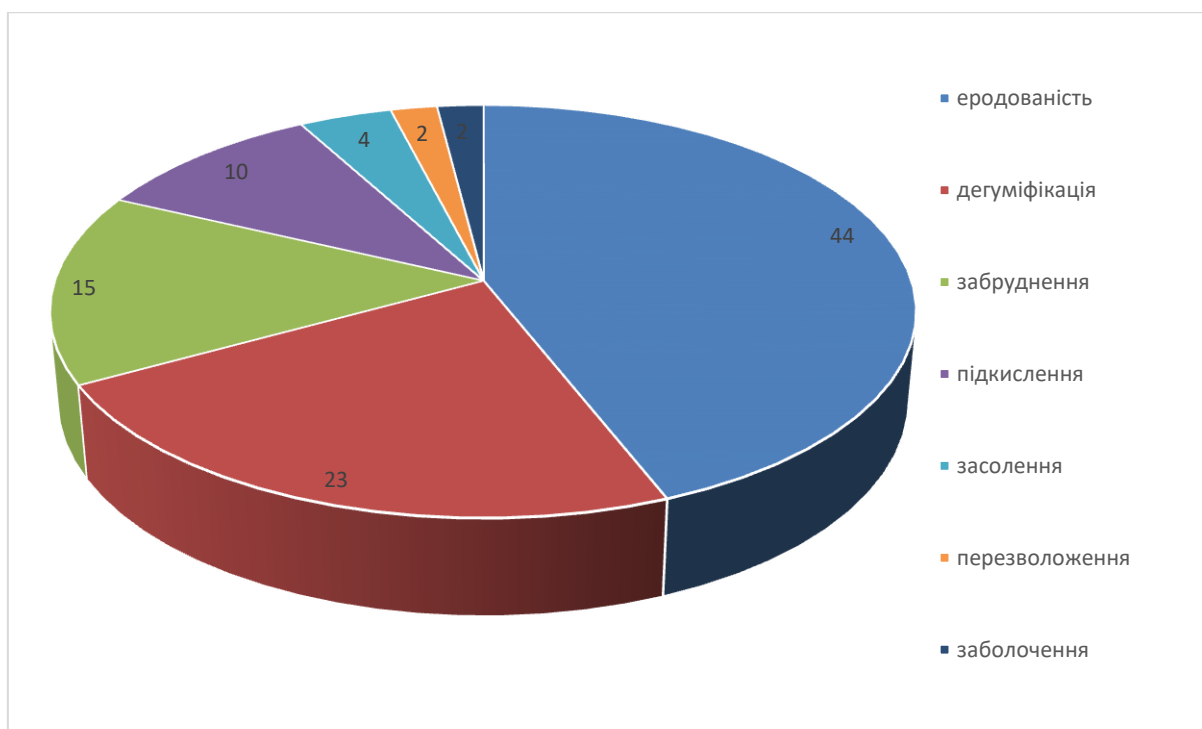


Рис. 1.2. Частка чинників щодо деградації земель України, % [6].

Так, площі деградованих земель в Україні коливаються від восьми до десяти-п'ятнадцяти млн га, з них понад 1,1 млн га підлягають консервації, 315,6 тис га – малопродуктивних угідь, 143,4 тис га – потребують рекультивації. А найголовніше, що зафіксовано зменшення гумусу в ґрунтах: у Лісостепу – на 22%, Поліссі – на 19%, Сепу – на 20% [7].

Бурлака Н.І. та Панько В.В. відзначають, що до найбільш поширеного виду деградації ґрунтів відноситься ерозія, яка завдає великих економічних і

екологічних збитків, загрожує самому існуванню ґрунту як основного засобу сільськогосподарського виробництва і незамінного елементу біосфери [7].

Неконтрольована вирубка лісів, інтенсивна оранка земель, нераціональне використання природних угідь стали причиною поширення ерозії ґрунтів за останніх ста років, що вплинули також до змін клімату [33].

«Водна ерозія, – зазначають науковці, призводить до того, що ґрунти втрачають свою родючість, особливо землі схилів. Важлива роль у забезпеченні ерозійної безпеки ґрунтів на схилових землях належить сільськогосподарським культурам. Найвищою ґрунтозахисною здатністю характеризуються багаторічні трави та культури суцільного посіву (озимі зернові), найнижчою – просапні культури (баштанні, картопля, кукурудза, соняшник, кормові коренеплоди, цукрові буряки) та чорний пар. Сучасна водна та вітрова ерозія ґрунтів є найбільш важливим чинником деградації ґрунту, які призводять до зниження її родючості і екологічних функцій. Ерозія ґрунтів є істотним джерелом забруднення навколишнього середовища хімічними компонентами і внесеними токсикантами» [7].

На даний час (01.06.2023 р.) Державною екологічною інспекцією України зафіксовано також забруднення внаслідок збройної агресії 342,9 тис кв метрів земель. Площа засміченого ґрунту становить 15 995,8 тис кв метрів [12].

Зазначимо, що інтенсивні технології землеробства, до яких долучилися аграрії в останні десятиліття, призвели до різкого зменшення родючості ґрунтів, до погіршення їхнього стану основних властивостей. За ведення інтенсивного землеробства спостерігається негативний вплив на родючість ґрунту, підсилення процесів мінералізації гумусу, що унеможливорює збереження урівноваженого балансу гумусу на орних землях. Відомо, що переведення ґрунту в рілля веде до зміни кількісних і якісних характеристик біологічного кругообігу елементів родючості.

Інтенсивне ведення землеробства призводить до зміни напрямів ґрунтових процесів. Дерновий процес за орного використання може

зазнавати деструктивної зміни через зміщення у сторону посилення мінералізації, що призводить до погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунту, до зниження умісту гумусу та умісту необхідних елементів живлення, а також до підвищення кислотності ґрунту.

Якщо продовжувати використовувати у землеробстві інтенсивно орні ґрунти без періодичного внесення органічного удобрення та вапнякових матеріалів, це спричинюватиме прискорення деградації ґрунтів, зменшенню умісту обмінних форм катіонів, підвищенню кислотності, погіршенню інших показників родючості ґрунту. Зокрема, частіше такі деградаційні зміни можна спостерігати за систематичного інтенсивного мінерального навантаження. Такі явища ведуть до посилення у ґрунті елементарних процесів (опідзолення, вилуговування, кислотний гідроліз глинистих мінералів), що негативно впливатиме на біологічні процеси.

Необхідно відмітити, що забруднення ґрунту (важкими металами, солями, кислотами, пестицидами, радіонуклідами) є причиною зниження його родючості. Зокрема, тільки у перші роки після Чорнобильської аварії на АЕС (1986 р.) із сільськогосподарського обігу було вилучено 101,2 тис. га земель на території Київської (29,3 тис.) і Житомирської (71,9 тис.) областях, а загальна площа територій, які були радіаційно небезпечні, перевищувала 5 млн га.

Найбільшу небезпеку для ґрунтів становить хімічне забруднення, яке пов'язане з проникненням речовин, здатних змінити природну концентрацію хімічних елементів до такого рівня, який перевищуватиме норму, що призведе до зміни фізико-хімічної властивості ґрунту; такий вид забруднення ґрунту розповсюджений, довгостроковий і небезпечний.

Щоб отримати високі врожаї аграрії активно використовують пестициди. Це сприяє значному хімічному забрудненню ґрунтів на території України. Зазначимо, що українські ґрунти мають певну особливість – високобуферність, здатність поглинати значну кількість забруднюючих речовин, а потім роками віддавати їх в рослинницьку продукцію.

За даними Державної споживчої служби України у 2020 році в Україні було використано понад сорок тис. т різних пестицидів на площі майже п'ятидесяти млн га (біологічних препаратів – на площі 1713 тис га, хімічних пестицидів – на 46 242 тис га). Відомо, що наразі в Україні 80 заборонених до застосування діючих речовин. Переважна більшість пестицидів є токсичними для людей та фауни, в окремих випадках, навіть, для рослин, тому їх використання становить потенційну небезпеку: забруднення ґрунту невластивими сполуками, пригнічення його біологічної активності, зниження якості сільськогосподарської продукції, тощо.

Для вирішення сьогоденної актуальної проблеми родючості ґрунтів (особливо чорноземних) необхідно запроваджувати таку культуру ведення землеробства, яка сприятиме зменшенню антропогенного навантаження на ґрунти із заощадженням енергоресурсів, зниженням структури витрат, збереженням та відтворенням родючості ґрунту, що у результаті призведе до зниженню деградаційних процесів та зниженню екологічного навантаження на систему «ґрунт-рослина».

Наразі системи обробітку з мінімальною глибиною та кількістю механічної дії на ґрунт набувають більшого поширення. Зокрема, мінімізація механічного впливу на ґрунт може сприяти: скороченню енергетичних затрат, регулюванню температурного режиму, зниженню непродуктивних втрат вологи, поліпшенню гумусового стану, зменшенню непродуктивних втрат поживних речовин, їх міграцію по профілю чи надмірне акумулювання у верхньому кореневмісному шарі ґрунту та використання побічної продукції культур сівозміни як органічне удобрення, що є передумовою збереження потенційної та підвищення ефективної родючості ґрунту.

Тому сільськогосподарському виробництву необхідно виконати завдання щодо відтворення та збереження оптимального гумусного стану орних ґрунтів, підтримання оптимальних показників родючості ґрунту.

Отже, найгострішою глобальною проблемою, з якою безпосередньо пов'язане відтворення біорізноманіття та забезпечення продуктами харчування населення планети є охорона ґрунтів.

1.2. Важкі метали у ґрунтах сільськогосподарського виробництва, джерела надходження та ризику

За літературними джерелами з висвітлення проблем забруднення довкілля, термін «важкі метали» має широке значення і тлумачиться по-різному. Так, за класичною термінологією, до важких металів належать хімічні елементи з атомною масою понад 50 атомних одиниць (метали щільність яких понад 5 г/см³). Вони налічують більше 40 елементів. Також до важких металів відносять елементи-неметали, а іноді і елементи, атомна маса яких значно менша 50 а.о.м. Відносячи хімічний елемент до групи важких металів, окрім їх маси атомної до уваги беруть також їх питому масу (густину), хімічні властивості, токсичність та розповсюдженість його в довкіллі. Часто до важких металів відносять елементи відносно їх специфіки та напрямку. Зокрема, домінуючими можуть бути не їх хімічні властивості, а їх біологічна якість та активність, вплив їх сполук на довкілля та застосування в діяльності людини [8].

До числа важких металів входить значна кількість мікроелементів, які є дуже важливими в життєдіяльності рослини. Вони являються незамінними компонентами біорегуляторів важливих фізіологічних процесів, містяться в білкових ферментах або підсилюють їх діяльність і є життєво необхідними для живих організмів, однак при надзвичайно низькому вмісті. Однак, надлишок важких металів в усіх об'єктах біологічного світу призводить до пригнічення і подекуди токсичного отруєння біоти. Багато з таких елементів, включаючи і життєво важливі для всіх живих організмів, при аномально великих концентраціях дуже токсичні для людини, тварин і рослин, що вказує на вирішальне значення вмісту елемента в ґрунті [41].

Ці токсиканти можна охарактеризувати як високотоксичні, рухомі із

здатністю до біоаккумуляції. Їм притаманна стійкість та міграційна властивість [42].

За даними науковців, майже дев'яносто відсотків важких металів, які надходять із мінеральними добривами, накопичуються у ґрунті, інша частина включається в колообіг та мігрує у рослинницьку продукцію, з якою надходить до організму людини [3, 49].

За дослідженнями Н.О. Козьякової, за довготривалого застосування азотних добрив (є фізіологічно кислими) можливе підвищення накопичення важких металів рослинами [25].

Оцінка вмісту важких металів у ґрунті та продукції рослинництва й тваринництва, як правило, проводиться через порівняння їх фактичного вмісту з показниками кларків хімічних елементів ГДК, ОДК чи з їх фоновими параметрами (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Показники вмісту ГДК важких металів в рослинній продукції, мг/кг

Елемент	ГДК валових форм		ГДК рухомих форм Кисіль В. І., 1997 (ацетатно-амонійний буфер, рН 4,8)	ГДК валового вмісту в рослинній продукції мг/кг сух. реч. (Кисіль В. І.)
	Мінєєв, 1990	Черних, Ладинін, 1995		
Cu	100	100	3	5
Ni	-	50	4	-
Co	-	50	5	-
Zn	300	300	23	10
Cd	5	3	0,7	0,003
Pb	100	32	2	0,5
Cr	100	100	6	0,3

Згідно Наказу від 27.10.1997, № 171 за ступенем токсичного впливу на живі організми забруднюючі речовини поділяють на 4 групи. В цьому Наказі представлено відповідність важких металів до групи небезпечності за

ступенем їх шкідливості, де взято до уваги їх токсичність, здатність накопичуватися в ґрунтах і рослинах, ГДК у ґрунті та властивості їх міграції [31].

До найбільш розповсюджених токсичних забруднювачів довкілля (табл.1.2) відносять такі важкі метали: свинець, кадмій, цинк і мідь.

Таблиця 1.2. – Коефіцієнти небезпечності забруднюючих речовин ($K_{\text{неб}}$).

Група небезпечності	Ступінь небезпеки	Перелік забруднюючих речовин (показників вимірювань), що відповідають групі небезпечності*	$K_{\text{неб}}$
I	Надзвичайно небезпечні (ГДК/ОДК < 0,2 мг/кг)	Бензапірен Кадмій** Миш'як Нафта Ртуть	4,0
II	Дуже небезпечні (ГДК/ОДК 0,2-0,5 мг/кг)	Бензол Бор Кобальт Ксилоли Мідь Молібден	3,0
III	Помірно небезпечні (ГДК/ОДК > 0,5 мг/кг)	Аніонні поверхневоактивні речовини (АПАР) Ацетальдегід Барій Ванадій Вольфрам Марганець Нітрати	2,5
IV	Інші (рівні ГДК/ОДК не встановлені)	Амоній Хлориди	1,5

Кадмій (Cd) – важкий метал, що не відноситься до фізіологічно важливих мікроелементів, токсичний при дуже низьких рівнях, володіє гострим і хронічним впливом на здоров'я. Через його високу токсичність його відносять до найвищої (першої) групи небезпеки. Особливо небезпечний він тим, що має здатність накопичуватися протягом всього

життя. Біологічний період напіврозпаду кадмію в організмі людини становить 10-30, а виведення цього елемента з ґрунту – 1100 років [9].

Даний хімічний елемент не є необхідним для рослин мікроелементом, проте він успішно поглинається кореневою системою та листками. Найкраще кадмій засвоюється на кислих ґрунтах, на нейтральних і лужних – значно гірше. Через споріднені хімічні властивості він часто заміщає цинк в живих організмах, чим викликає цинкове голодування. Цей важкий метал надзвичайно токсичний, легко акумулюється ґрунтами, легко засвоюється біотою та накопичується в ній [10].

Лева частка кадмію потрапляє в людський організм з продуктами харчування рослинного походження та тютюновим димом. З врожаєм рослинами в сухій речовині кадмію виноситься 4–10 %. Концентрація цього елемента в ґрунті вмістом 5 мг/кг знижує продуктивність сільськогосподарських культур на 50 % [8].

Землі України вирізняються високим фоновим рівнем валового кадмію (0,3-0,8 мг/кг ґрунту). Ґрунти Лісостепу і Степу вміщують 0,32 мг/кг міцнофіксованих форм даного важкого металу. Вміст цього металу в чорноземах становить в середньому $1 \cdot 10^{-5}$ %, що значно нижче концентрації його в рослинах [8].

Допустима доза кадмію для дорослої людини становить 10 м/кг на добу. Присутність кадмію у їжі і питній воді має бути повністю виключена. Кадмій осідає здебільшого в нирках і печінці, порушує процеси функціонування, притупляє здатність організму до протистояння хворобам та має мутагенні і канцерогенні властивості, що погано впливає на спадковість. Пошкоджує еритроцити крові, спонукає розвитку хвороб сім'яних залоз, викликає злякисні новоутворення та переродження кісткового мозку [10].

Свинець (Pb) – хімічний елемент, який не впливає на розвиток рослин, тварин та людини, оскільки не має відповідних фізіологічних функцій у життєвому циклі. Він входить до найнебезпечнішої (першої) групи. Накопичення свинцю в ґрунтах, поглинання його рослинами і подальша

міграція вздовж харчового ланцюга є потенційною небезпекою для здоров'я людини і тварин [10].

Середня концентрація свинцю в різних типах ґрунтів знаходиться в межах від $0,36 \cdot 10^{-3}$ до $4,34 \cdot 10^{-3}$ %. В ґрунтах України вміст цього металу в основному становить 8-12 мг/кг ґрунту. Різні рослини неоднаково адаптивні до поглинання свинцю. Підвищеним рівнем свинцю характеризуються злакові зернові культури. Уміст даного елемента здебільшого перевищує гранично допустиму концентрацію у рослинах, навіть в разі, коли посіви знаходяться на великій відстані від джерел забруднення, що можна пояснити підвищенням за останні роки кларку свинцю у довкіллі [8].

Надмірний уміст свинцю в організмі людини викликає пригнічення центральної нервової системи, негативно впливає на роботу мозку, пригнічує роботу м'язів та нирок. Добова доза свинцю для людини, яка викликає негативний токсичний вплив, становить 0,35 мг. Надлишок цього хімічного елемента спонукає до розвитку свинцевої енцефалонейропатії та порушення процесів обміну поживних речовин, пригнічує ферментативні реакції, призводить до малокрів'я та авітамінозу, сприяє розвитку розсіяного склерозу [9].

Цинк (Zn) – один з найважливіших мінералів для організму людини. Цей мікроелемент приймає участь в більш ніж 100 процесах життєдіяльності. Цинк потрібен для синтезу ДНК, підвищення імунітету, швидкого загоєння ран, нормалізації репродуктивної функції, біосинтезу вітамінів та речовин росту [8].

В процесі досліджень науковці встановили, що допустимий рівень вмісту цинку в раціоні дорослої людини – 40 мг на добу. Цей обсяг не викликає жодних побічних ефектів. Проте, його передозування на стан здоров'я впливає негативно. Надмірний рівень цинку в організмі людини зменшує засвоюваність ним міді та викликає її дефіцит. Високий вміст цинку (до 1 г) може викликати гострі реакції організму і хронічні захворювання, залежно від концентрації і тривалості прийому даного мінералу [8].

Цинк, токсичний хімічний елемент, який досить поширений в біосфері. Вміст цинку в рослинах знаходиться в межах 15-22 мг на 1 кг сухої речовини. Винос цього мікроелементу зі збиранням врожаю в різних культурах коливається від 75 до 190 г/га [8].

Мідь (Cu) – важливий мікроелемент, який життєво необхідний для існування і розвитку всієї біоти, а також людини. Він сприяє інтенсивності дихання, підсилює синтез білків та є одним з 19 ферментів, що являються мідьвміщуючими протеїнами [37].

Дефіцит міді в організмі людини призводить до серйозних наслідків (розвивається під час вживання людиною 1 мг Cu на добу). За дослідженнями науковців оптимальний вміст міді для підтримання здоров'я – 2-3 мг на добу. Проте, мідь має надходити в їжу нормовано, тому що надлишок даного елемента також згубний. При споживанні більш ніж 200 мг Cu на добу розвивається токсичний синдром: мідь проникає в усі органи і тканини в організмі людини та концентрується в нирках, печінці, мозку і крові, порушуючи в ньому біологічні процеси [37].

Найбільший вміст міді було досліджено у рослинній продукції (до 230 мг). Встановлено, що мідь надходить в організм людини саме з їжею. Тому питання щодо вмісту цього металу в ґрунтах, на яких вона вирощується, дуже важливе і актуальне. Близько 200 г/га міді в рік надходить в ґрунт з викидами підприємств кольорової і чорної металургії. З 20 тонн гною в ґрунт надходить близько 40 г міді, з осадом стічних вод – майже 1550 мг/кг сухої речовини цього мікроелемента, а рухомих форм – до 190 мг/кг. З врожаєм сільськогосподарські культури виносять від 7,5 до 53 г/га даного хімічного елемента. В середньому рівень міді в рослинах становить 3–15 мг/кг сухої речовини [30].

Джерелами надходження токсичних речовин в екосистеми навколишнього середовища є: викиди чорної і кольорової металургійної промисловості; підприємства ядерно-енергетичної галузі (близько 30 % усіх токсичних викидів, що потрапляють в атмосферу і осідають у ґрунтах);

транспортна галузь (відпрацьовані гази, паливно-мастильні матеріали, зливні води після миття агрегатів); осад промислових і побутових стічних вод; військова діяльність (проведення бойової підготовки військ і сил флоту забруднює атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, ґрунти) [8]. Сільське господарство сьогодні є найбільшим забруднювачем довкілля, зокрема, ґрунтів (застосування пестицидів, мінеральних добрив та хімічних меліорантів значно погіршує якість ґрунтів). Особливість токсичної дії саме цього виду діяльності на життєдіяльність людини полягає в тому, що найбільше токсичних речовин надходить до організму людини з продукцією рослинництва та тваринництва, вирощеної в процесі сільськогосподарської діяльності [8].

Отже, рівень надходження важких металів в рослини у значному ступені залежить від концентрації рухомих форм металів в ґрунті та особливостей біохімічних процесів в сільськогосподарських рослинах. Ці ознаки визначаються, в основному, системою удобрення та основного обробітку ґрунту. Зважаючи на цю обставину, система удобрення, для забезпечення безпеки продукції має бути максимально збалансованою з потребами рослин та оцінена з погляду особливостей міграції важких металів в системі ґрунт-рослина [4].

1.3. Особливості вирощування овочів в умовах закритого ґрунту

Значення овочів у харчуванні як людей, так і тварин важко переоцінити. Завдяки умісту в своєму складі широкого спектру вітамінів, більшість із яких є легкозасвоюваними – А, В, В₁, В₆, С, Е, РР та ін.; завдяки смаковим речовинам, вуглеводам, білкам, жирам, мікроелементам овочі є необхідними у харчовому складі (рис. 1.3).

Недаремно лікарі-дієтологи рекомендують під час формування свого щоденного раціону віддавати перевагу стравам із свіжих або приготованих овочів.

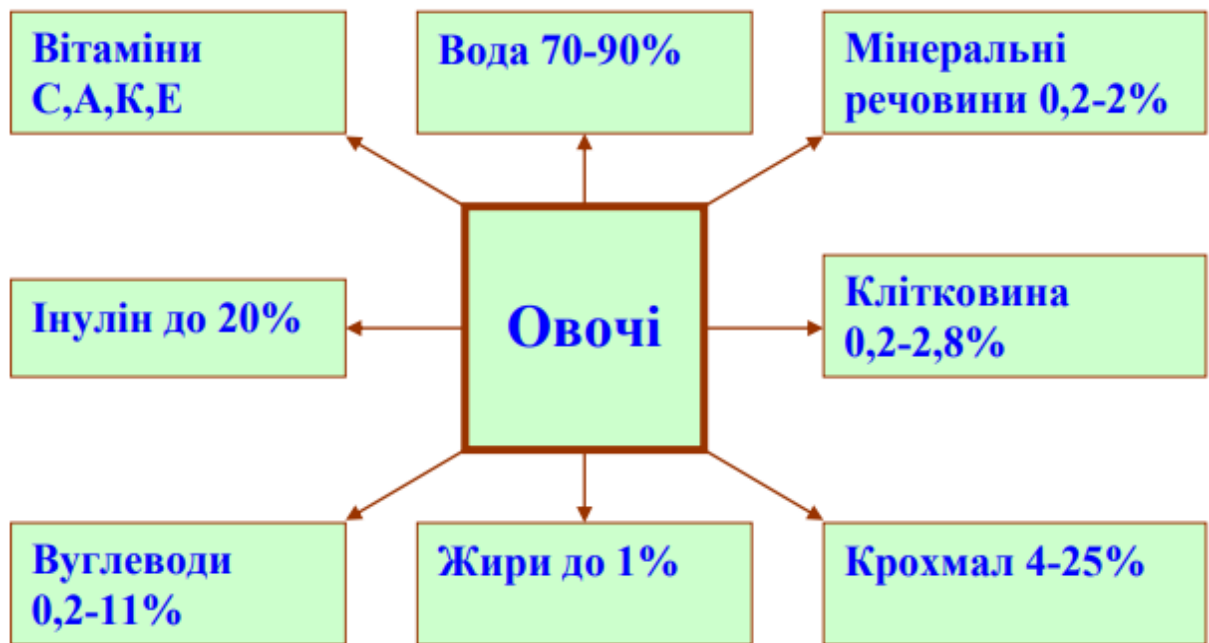


Рис. 1.3. Хімічний склад овочів

Великою перевагою овочів є те, що вони містять мало калорій, тому не викликають ожиріння та показані для харчування людям малорухливого способу життя. Є навіть перелік овочів, які дозволені та рекомендовані для вживання хворим на цукровий діабет, тобто з низьким глікемічним індексом: помідори, кабачки, гарбузи, капуста, огірки, баклажани, всі зелені овочі тощо. Дуже цінними у харчуванні людей з діабетом є коренеплоди топінамбура, у складі якого є цінна речовина – інулін.

Також овочі допомагають кращому засвоєнню тваринного білка, тому і рекомендують споживати м'ясо із овочами. Є такі види овочів, які рекомендують при різних захворюваннях, адже вони можуть сприяти покращенню обміну речовин, підвищувати імунітет, зменшувати вміст холестерину тощо (рис. 1.4).

Необхідно відмітити, що овочі та продовольчі баштанні культури можна зберігати тривалий час, можна сушити, консервувати, маринувати, квасити, солити, тобто подовжувати термін їх використання та споживання [40].

Значення овочів в харчуванні людини.

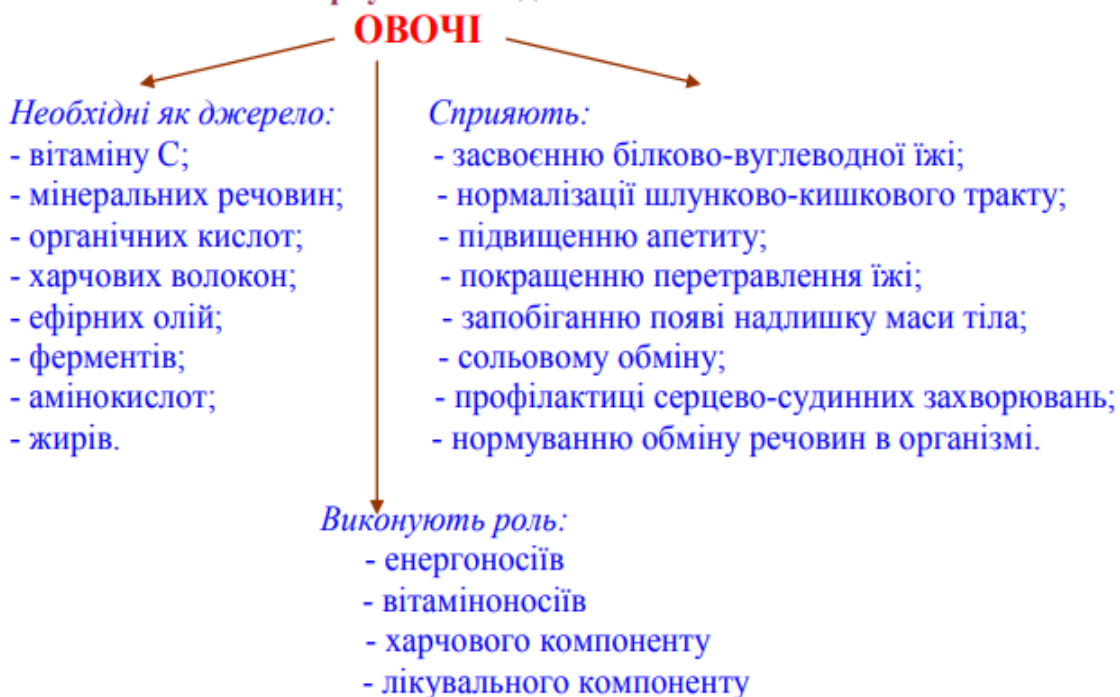


Рис. 1.4 Значення овочів у харчуванні людини

В останні роки галузь овочівництва виступає у якості гаранта продовольчої безпеки країни, адже незважаючи на низьку частку у структурі загальних посівних площ (біля 1,8%), її частка у структурі продовольчого кошику на сьогодні сягає 21-23% і постійно зростає, а у загальній виручці рослинництва складає 1/5 наряду із зерновим культурами (табл.1.3) [48].

Таблиця 1.3. – Динаміка посівних площ, валових зборів, урожайності овочів відкритого, захищеного ґрунту в Україні на період до 2025 року

	середнє за 2016–2019 рр.			2025 р. (прогноз)		
	Зібрана площа, тис. га	Валовий збір, тис. т.	Урожайність, ц/га	Зібрана площа, тис. га	Валовий збір, тис. т.	Урожайність, ц/га
Степ						
Овочі відкритого ґрунту	200,6	3946,8	196,7	220,7	5340,0	242,0
Овочі захищеного ґрунту	2,8	308,4	1086,1	3,2	574,0	1629,1
Баштанні продовольчі культури	56,6	533,9	94,3	63,4	795,0	125,4
Усього Степ	260,0	4789,1	184,2	287,2	6709,0	233,6

Продовження таблиці 1.3

Лісостеп						
Овочі відкритого ґрунту	166,1	3344,8	201,4	182,7	4870,0	266,5
Овочі захищеного ґрунту	1,2	130,4	1069,1	1,6	295,7	1799,9
Баштанні продовольчі культури	19,6	145,1	74,0	22,0	178,7	81,4
Усього Лісостеп	186,9	3620,4	193,7	206,3	5344,4	259,0
Полісся						
Овочі відкритого ґрунту	92,6	1864,7	201,4	101,9	2800,0	274,9
Овочі захищеного ґрунту	0,5	42,2	811,9	0,8	140,2	1217,9
Баштанні продовольчі культури	0,9	5,2	56,6	1,0	7,0	67,9
Усього Полісся	94,0	1912,1	203,3	103,7	2947,2	284,1
УКРАЇНА	541,0	10321,6	190,8	597,3	15000,7	251,1

В овочівництві розрізняють овочівництво відкритого ґрунту (польове і присадибне вирощування овочевих культур) і овочівництво закритого ґрунту (вирощування розсади, овочів у міжсезоння), які мають суттєві відмінності. Так, для виробництва овочів у закритому ґрунті (у спеціальних конструкціях: парники, теплиці, тунелі) необхідно забезпечити сприятливі умови для росту й розвитку рослин, їх врожайності (відповідний температурний режим, волога та ін.) (табл. 1.4) [32].

Таблиця 1.4 – Характеристика споруд закритого ґрунту

Споруди закритого ґрунту	Характеристика споруди
Парник	поширена споруда закритого ґрунту, призначена для вирощування розсади і овочевої продукції. За конструкційними ознаками є парники заглиблені і наземні (стаціонарні і переносні), односкілі та двоскілі; за способом обігрівання вони бувають на біологічному, технічному і сонячному обігріві; за строками використання є парники ранні (закладають в кінці - січня на початку лютого), середні (закладають на початку березня) і пізні (закладають в кінці березня - на початку квітня)

Продовження таблиці 1.4

Теплиця	<p>є найбільш складною культиваци́ною спорудою закритого ґрунту. За конструкцією розрізняють на односкилі, двосхилі та блочні; за внутрішнім устаткуванням – стелажні та ґрунтові; за строком використання – весняні та зимові (ангарні і блочні). Тепличне овочівництво є інтенсивною формою виробництва і характеризується високим ступенем технологічного розвитку.</p> <p>Конструктивно теплиці складаються із фундаменту, каркасу, бокових і торцевих стін, покрівлі; вони обладнані системами опалення, освітлення, водозабезпечення і вентилявання. Зимові ангарні і блочні теплиці зі скляним покриттям використовуються для вирощування овочів протягом року, забезпечуючи з 1 квадратного метру 25-40 кг продукції</p>
Тунель	<p>найпростіше плівкове укриття, яке виготовляють із матеріалів, які легко згинаються у вигляді дуг (лоза, дріт діаметром 5-6 мм, пластмасові трубки, алюмінієвий профіль тощо). Ці дуги шириною 70-120 см заглиблюють у ґрунт або кріплять до жердин. Відстань між ними не більше 100 см, а висота укриття – 40-60 см</p>

Головна функція споруд закритого ґрунту полягає у забезпеченні умов для організації вирощування овочів протягом усього року або ж для подовження вегетаційного періоду.

Зазначимо основні фактори для ефективного овочівництва закритого ґрунту: вибір місця із урахуванням природно-кліматичних факторів; підбір продуктивних, стійких до хвороб та уражень сортів; створення оптимального мікроклімату; вибір удобрення.

Сьогодні у сучасних аграрних господарствах автоматизовано полив та удобрення за рахунок подачі комбінованого розчину із застосуванням комп'ютерних технологій.

Основні трудові процеси в овочівництві закритого ґрунту відображено на рисунку 1.5



Рис. 1.5. Основні трудові процеси в овочівництві закритого ґрунту

Висока врожайність, значний попит на продукцію у міжсезонний період стали критерієм для широкого використання та економічної вигоди вирощування багатьох овочів, наприклад, огірків у закритому ґрунті із своїми специфічними особливостями (рис.1.6).

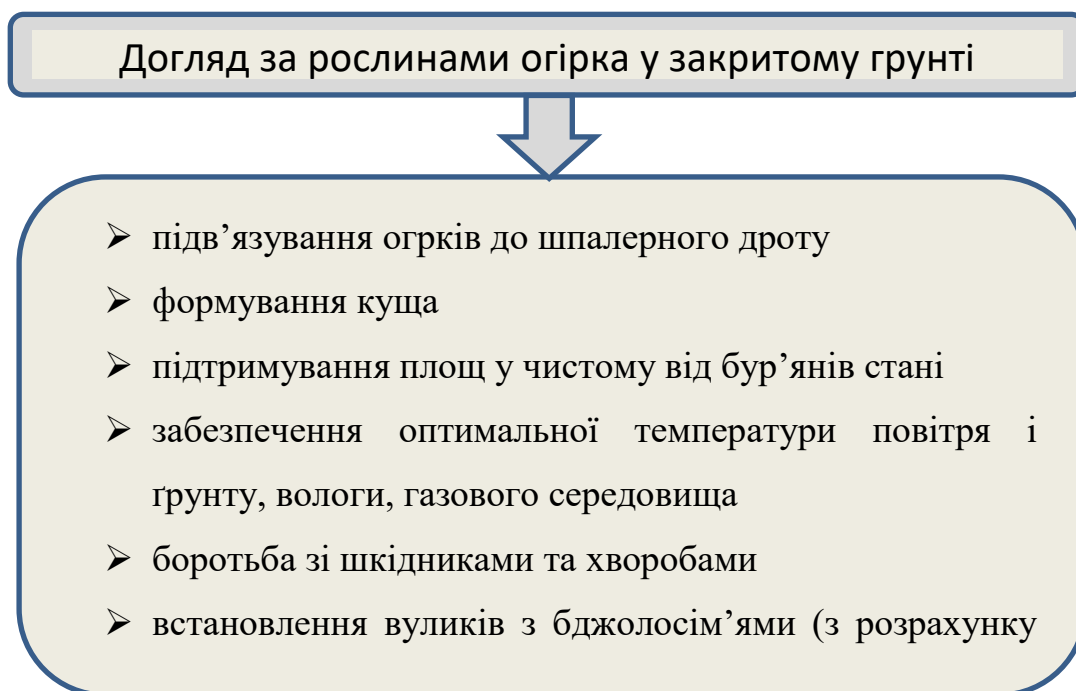


Рис. 1.6. Догляд за рослинами огірка закритого ґрунту

Для того, щоб отримати високий та якісний врожай необхідно організувати правильний догляд за рослинами та їх оптимальне формування.

О.С. Шабля стверджує, що відмінною характеристикою галузі овочівництва є те, що при правильному підході до вирощування та маркетингу ця галузь є високорентабельною на відміну від інших сегментів АПК навіть у період дії воєнного стану в Україні [47].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження за темою нашої роботи проводили у господарстві «Дзялів» (с. Кам'яногірка Жмеринського району Вінницької області).

З літературних джерел відомо, що Жмеринський район був утворений 7 березня 1923 року. Загальна площа району складає 1,13 тис. км² (112,7 тис.га), що становить 0,2 % від території України. Жмеринський район відноситься до Правобережного Лісостепу та розташовується на заході Вінниччини [34].

З Шаргородським районом межує на півдні, із двома районами (Літинський, Вінницький) – на півночі, Барським – на заході, із Хмельницькою областю і Тиврівським районом – на сході [18].

Район має гарне водне забезпечення: по його території несуть свої води невеликі річки (Мурафа, Рів, Мурашка, Рівець) із утворенням плеса ставків. Притоки річок спокійні, тихоплинні, повноводні. Нерідко вони утворюють [34].

До адміністративної території Жмеринського району входить 68 сіл із селищем міського типу (Браїлів). Місто обласного значення – Жмеринка [34].

Для рельєфу району характерною є хвиляста рівнина із невеликим схилом на схід та південний схід. Водно-ерозійний характер рельєфу притаманний для його балочної системи, але це дає змогу використовувати сільськогосподарську техніку [34].

Грунтові води залягають на глибині 3,0-25,0 м, в балках – 0,5-1,5 м. За хімічним складом води Жмеринського району гідрокарбонатно-кальцієві, із мінералізацією до 1 г/л, загальною жорсткістю – 5,53-8,09 мг-екв. [34].

Ґрунти району відносяться до сірих лісових опідзолених та сірих лісових суглинкових, із низьким умістом гумусу (0,8-1,8 %). Це пояснює той

факт, що без додаткових зусиль та витрат на цих землях неможливо отримувати значні врожаї сільськогосподарських культур [45].

М'яка зима (мін температура до мінус 33°C), тепле літо (макс температура повітря до $\pm 38^\circ\text{C}$), характерні для району, створюють передумови розвитку сільського господарства [18].

В межах району корисні копалини представлені місцевими будівельними матеріалами і торфами. Місцеві будівельні матеріали – це каміння будівельне, вапняки для випалювання на вапно, карбонатна сировина, піски для викладки і штукатурних розчинів, цегельно-черепична сировина [34].

У Жмеринському районі розміщені наступні торф'яні родовища: Згарівське (в плавнях р. Згарівки); Курилівське (на 12 км північно-західніше від райцентру в плавнях струмка); Лозове (в плавнях р. Лозової); Мурафське (в плавнях р. Мурафи); Петранівське (на 20 км північно-західніше м. Жмеринки в плавнях струмка); Рожецьке (на 19 км північно-західніше від Жмеринки, в плавнях р. Думка) [34].

На території Жмеринського району знаходиться 20 об'єктів із загальною площею 1269,06 га ПЗФ Вінниччини [51].

Село Кам'яногірка розташоване за 12 км від районного центру (м. Жмеринка) та залізничної станції. Площа села становить 21,7 км². Відомо, що до 1946 року село називалося Дзялів. Відноситься до Станіславчицької територіальної громади.

Основною спеціалізацією сільськогосподарських підприємств Станіславчицької територіальної громади є вирощування зернових культур – пшениці, жита, ячменю, кукурудзи, гречки) та технічних культур – соняшнику, сої, озимого ріпаку, цукрових буряків).

Загальна площа сільськогосподарських земель становить 30,124 тис.га, з них: ріллі – 20,493 тис. га, багаторічних насаджень – 0,452 тис. га [34].

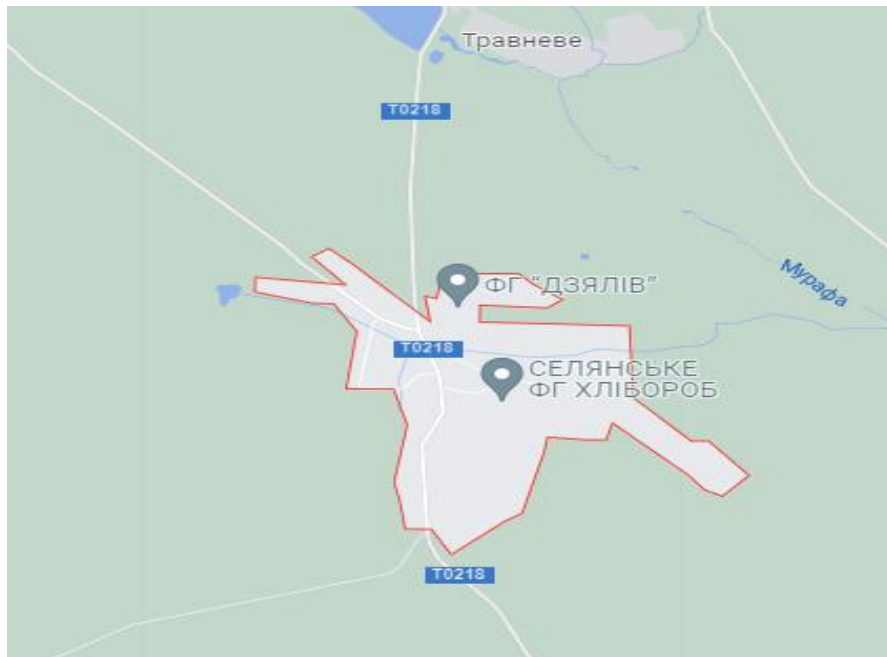


Рис.2.1. Карта с. Кам'яногірка

Господарською діяльністю займається близько 15 господарств різної форми власності, з яких: ФГ, ТОВ (СТОВ), СХК, які мають в користуванні сільськогосподарські землі.

2.2. Методи досліджень

Дослідження з вивчення інтенсивності накопичення важких металів овочами в умовах закритого ґрунту проводили на території фермерського господарства «Дзялів».

Відбір проб ґрунту відбирали методом “конверта” із кожної ділянки окремо (відбирали зразки ґрунту вагою від 0,1 до 0,5 кг з чотирьох точок по кутах і однією в центрі ділянки; подрібнювали, ретельно перемішували ґрунт з усіх 5 проб; упаковували близько 1 кг змішаної проби ґрунту в поліетиленовий мішечок і прикладали пояснювальний текст: П.І.Б., адреса, глибину взяття зразків, номер розрізу і час відбору проби) [44].

Ґрунт відбирали перед посівом культур. Кожний зразок був пронумерований і відправлений в лабораторію для визначення в ньому важких металів.

З метою здійснення дослідження за темою роботи нами було визначено окремі овочі, які є популярними серед видів овочів, вирощуваних у закритому ґрунті на продаж (огірки, помідори, червоний перець, цибуля).

Овочі для проведення аналізу відбирали методом точкових проб із кожної дослідної ділянки, очистивши від ґрунту відправляли у лабораторію для проведення визначення в продукції важких металів [16].

Визначення важких металів проводили атомно-абсорбційним методом (за допомогою якого наразі можна визначати до сімдесяти елементів, переважно металів) [15].

Для отримання оцінки можливого переходу рухомих форм токсикантів в рослини із ґрунту визначали коефіцієнт небезпеки важких металів за формулою [29]:

$$K_{\text{неб.}} = \frac{\text{концентрація важких металів у овочах}}{\text{гранично допустима концентрація важких металів у овочах}}$$

Для оцінки ступеня небезпечності елемента-забруднювача визначали коефіцієнт накопичення за формулою [29]:

$$K_{\text{нак.}} = \frac{\text{фактична концентрація важких металів у овочах}}{\text{фактична концентрація важких металів у ґрунті}}$$

Позитивні дані будуть мати коефіцієнт небезпеки менший або рівний одиниці [29].

РОЗДІЛ 3

НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ОВОЧАМИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЇХ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

Ґрунт є середовищем для живлення рослин та формування урожаю. Водночас із необхідними елементами живлення з ґрунту можуть потрапляти шкідливі речовини в рослини та їх продукцію.

Високою небезпекою серед токсикантів характеризуються важкі метали, які потрапляють в ґрунти внаслідок антропогенної діяльності. Більша частина важких металів потрапляє в ґрунти з мінеральними добривами, порівняно менша – з органічними добривами, опадами та викидами.

Відомо, що вміст важких металів у ґрунті, воді та повітрі більшості регіонів України перевищує ГДК. Важкі метали за високої мобільності та біологічної активності включаються у біологічний кругообіг, створюють несприятливі умови для виробництва безпечної та якісної продукції.

Т.М. Мислива зазначає: «ґрунти є природними накопичувачами важких металів у довкіллі та головним джерелом забруднення суміжних середовищ, включаючи вищі рослини. Майже дев'яносто відсотків важких металів, потрапивших у навколишнє середовище, акумулюються ґрунтом, мігруючи в природні води, вони поглинаються рослинами та включаються в трофічні ланцюги, надходячі до організму людини» [29].

Наразі широко практикується вирощування овочевих культур в умовах закритого ґрунту. Необхідно відмітити, що з року в рік спостерігається підвищення обсягів такої продукції. Вирощування овочевої продукції в умовах закритого ґрунту має свої особливості, зокрема, використання для штучного поливу води, підживлення органічними добривами (наприклад, перегній, послід), що має певний вплив на врожайність. За такого вирощування спостерігається різна інтенсивність транслокації елементів живлення, а також токсикантів (важких металів) у рослини та їх продукцію.

Аналіз моніторингу забруднення ґрунтів важким металами в умовах ФГ «Дзялів», відображений в табл. 3.1, свідчить про те, що концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді не перевищує ГДК.

Таблиця 3.1 – Вміст важких металів у ґрунтах, мг/кг

Номер ділянки	Важкі метали					
	Свинець			Кадмій		
	Факт. вміст	ГДК	$K_{неб}$	Факт. вміст	ГДК	$K_{неб}$
I	1,42	6,0	0,23	0,13	0,7	0,18
II	1,47	6,0	0,24	0,12	0,7	0,17
III	1,48	6,0	0,24	0,18	0,7	0,25
IV	1,43	6,0	0,23	0,22	0,7	0,31
В середньому	1,45	-	0,23	0,16	-	0,22

Характеризуючи вміст важких металів у ґрунтах необхідно відмітити, що перевищення ГДК по свинцю та кадмію не виявлено.

Рівень забруднення ґрунтів свинцем був у межах від 1,42 до 1,48 мг/кг; кадмієм – від 0,12 до 0,22 мг/кг (при нормі 6,0 по свинцю і 0,7 по кадмію). Уміст свинцю у ґрунтах був нижчим за ГДК у 4,13 раза, а кадмію – у 4,37 раза.

Характеризуючи коефіцієнт небезпеки важких металів у ґрунтах необхідно відмітити, що даний показник не перевищував нормативну величину, яка складає 1,0.

Так, коефіцієнт небезпеки свинцю коливався від 0,230 до 0,240, що в середньому склало 0,235 і було нижчим за нормативний показник у 4,3 раза. Коефіцієнт небезпеки кадмію був у межах 0,17 – 0,31, що в середньому склало 0,22 і було нижче за нормативний показник у 4,5 раза.

Результати досліджень (табл. 3.2) свідчать, що вміст цинку у ґрунтах коливався від 2,14 мг/кг до 2,78 мг/кг, що в середньому склало 2,32 мг/кг, тобто менше за гранично допустиму концентрацію у 9,9 раза.

Таблиця 3.2 – Вміст важких металів-мікроелементів у ґрунтах, мг/кг

Номер ділянки	Важкі метали					
	Цинк			Мідь		
	Факт. вміст	ГДК	$K_{неб}$	Факт. вміст	ГДК	$K_{неб}$
I	2,31	23	0,10	0,32	5,0	0,06
II	2,78	23	0,12	0,41	5,0	0,08
III	2,08	23	0,09	0,38	5,0	0,07
IV	2,14	23	0,09	0,44	5,0	0,09
В середньому	2,32	-	0,10	0,38	-	0,07

Коефіцієнт небезпеки цинку у ґрунтах коливався від 0,09 до 0,12 (в середньому склало 0,10), що у порівнянні із ГДК було у 10 разів нижче.

Вміст міді у ґрунтах був у межах від 0,32 мг/кг до 0,44 мг/кг, що в середньому склало 0,38 мг/кг, тобто у 13,1 раза нижче за гранично допустимий рівень. Коефіцієнт небезпеки міді у ґрунтах був у межах від 0,06 до 0,09 (в середньому – 0,07), що нижче за граничний показник у 71,4 раза.

Результати досліджень з вивчення в овочевій продукції важких металів (табл. 3.3) показали, що концентрація свинцю була в межах від 0,064 мг/кг до 0,080 мг/кг, кадмію – від 0,005 мг/кг до 0,008 мг/кг, що не перевищувало ГДК.

Таблиця 3.3 – Інтенсивність накопичення важких металів у овочевій продукції в умовах закритого ґрунту, мг/кг

Овочі	Важкі метали					
	Свинець			Кадмій		
	Факт. вміст	ГДК	$K_{неб}$	Факт. вміст	ГДК	$K_{неб}$
Червоний перець	0,08	0,1	0,8	0,008	0,03	0,25
Помідори	0,07	0,1	0,71	0,006	0,03	0,20
Огірки	0,064	0,1	0,64	0,005	0,03	0,16
Цибуля	0,068	0,1	0,68	0,0065	0,03	0,21

Так, вміст свинцю був нижчим за ГДК у червоному перці у 1,25 раза, квасолі у 2,3 рази, помідорах – у 1,47 раза, огірках – у 1,56 раза та цибулі – у 1,47 раза.

Уміст кадмію був нижчий за ГДК у червоному перці у 3,7 раза, помідорах – у 5,0 раза, огірках – у 6,0 раза, цибулі – у 4,6 раза.

Найвища концентрація свинцю і кадмію була виявлена у червоному перці. Зокрема, вміст свинцю і кадмію в червоному перці був вищим порівняно з помідорами у 1,14 раза і 1,33 раза, огірками – у 1,25 раза і 1,6 раза, цибулею – у 1,25 раза і 1,23 раза.

Коефіцієнт небезпеки свинцю коливався від 0,64 до 0,80, що в середньому склало 0,70 (нижче за граничний показник 1,0 – у 1,4 раза). Коефіцієнт небезпеки кадмію був у межах 0,16 – 0,26, що в середньому склало 0,21 (нижче за граничний показник 1,0 – у 4,1 раза).

Результати досліджень (табл. 3.4) показали, що вміст цинку в овочах був у межах 2,6 мг/кг – 4,7 мг/кг, тоді як міді – від 0,71 мг/кг до 0,91 мг/кг. Найвищий уміст цинку виявився у червоному перцю, а міді – у цибулі.

Уміст цинку і міді в червоному перці, помідорах, огірках та цибулі був нижче за гранично допустиму концентрацію у 2,1 раза і 6,8 раза; 3,2 раза і 6,0 раза; 3,8 раза і 6,4 раза; 3,5 раза і ,5 раза відповідно.

Уміст цинку в червоному перці був вищим порівняно з помідорами у 1,51 раза, огірками – у 1,8 раза, цибулею – у 1,67 раза, тоді як уміст міді у цибулі був вищим порівняно із червоним перцем, помідорами, огірками у 1,28 раза, 1,1 раза, 1,18 раза відповідно.

Аналізуючи коефіцієнт небезпеки цинку у овочах (табл. 3.4) необхідно відмітити, що даний показник коливався від 0,71 до 0,91.

Найвищий коефіцієнт небезпеки цинку зафіксовано у червоному перці, який склав 0,47; порівняно із помідорами, огірками та цибулею даний показник був вищим у 1,46 раза, 1,8 раза, 1,67 раза відповідно.

Таблиця 3.4 – Інтенсивність накопичення важких металів-мікроелементів у овочевій продукції в умовах закритого ґрунту, мг/кг

Овочі	Важкі метали					
	Цинк			Мідь		
	Факт. вміст	ГДК	$K_{неб}$	Факт. вміст	ГДК	$K_{неб}$
Червоний перець	4,7	10	0,47	0,71	5,0	0,14
Помідори	3,1	10	0,31	0,83	5,0	0,16
Огірки	2,6	10	0,26	0,77	5,0	0,15
Цибуля	2,8	10	0,28	0,91	5,0	0,18

Коефіцієнт небезпеки міді був у межах 0,14 – 0,18. Найвищий коефіцієнт небезпеки міді спостерігався у цибулі (0,18). Порівняно із червоним перцем, помідорами та огірками коефіцієнт небезпеки міді був вищим відповідно у 1,28 раза, 1,12 раза та 1,2 раза.

Характеризуючи коефіцієнт накопичення важких металів у овочевій продукції (табл. 3.5) необхідно відмітити, що даний показник по свинцю був у межах від 0,036 до 0,057 та по кадмію – від 0,027 до 0,061.

Найвищий коефіцієнт накопичення як свинцю, так і кадмію було відмічено у червоному перці.

Таблиця 3.5 – Коефіцієнт накопичення важких металів у овочевій продукції

Овочі	Коефіцієнт накопичення					
	Свинець			Кадмій		
	Факт. вміст, мг/кг		$K_{нак}$	Факт. вміст, мг/кг		$K_{нак}$
	у ґрунті	у овочах		у ґрунті	у овочах	
Червоний перець	1,42	0,080	0,056	0,13	0,008	0,61
Помідори	1,47	0,070	0,047	0,12	0,006	0,050
Огірки	1,78	0,064	0,036	0,18	0,005	0,027
Цибуля	1,43	0,068	0,047	0,22	0,0065	0,029

Зокрема, коефіцієнт накопичення свинцю у червоному перці був вищим порівняно з помідорами у 1,19 раза, огірками – у 1,55 раза, цибулею – у 1,19 раза. Коефіцієнт накопичення кадмію у червоному перці був вищим у 1,22 раза порівняно з помідорами, у 2,2 раза і 2,1 раза порівняно з огірками та цибулею.

Результати досліджень з вивчення коефіцієнта накопичення важких металів-мікроелементів (табл. 3.6) у овочевій продукції показали, що даний показник по цинку був у межах від 1,11 до 2,03 та по міді – від 2,0 до 2,2.

Таблиця 3.6 – Коефіцієнт накопичення цинку і міді в овочевій продукції

Овочі	Коефіцієнт накопичення					
	Цинк			Мідь		
	Факт. вміст, мг/кг		K _{нак}	Факт. вміст, мг/кг		K _{нак}
	у ґрунті	у овочах		у ґрунті	у овочах	
Червоний перець	2,31	4,7	2,03	0,32	0,71	2,2
Помідори	2,78	3,1	1,11	0,41	0,83	2,0
Огірки	2,08	2,6	1,25	0,38	0,77	2,0
Цибуля	2,14	2,8	1,30	0,44	0,91	2,1

Найвищий коефіцієнт накопичення цинку і міді спостерігався у червоному перці. Так, коефіцієнт накопичення цинку у червоному перці був вищим порівняно з помідорами, огірками та цибулею у 1,8 раза, 1,62 ра та 1,56 раза. Коефіцієнт накопичення міді у червоному перці склав 2,2, що було більше порівняно з помідорами у 1,1 раза, огірками – у 1,1 раза та цибулею – у 1,04 раза.

Аналіз отриманих даних щодо інтенсивності накопичення важких металів (свинець, кадмій, цинк, мідь) овочами в умовах закритого ґрунту виявив, що розподіл важких металів у овочах (червоний перець, помідори, огірки, цибуля) характеризувався неоднорідністю.

Так, за результатами досліджень (рис. 3.1) встановлено, що у червоному перці вміст кадмію, коефіцієнт накопичення та коефіцієнт

небезпеки був нижчим у 10 разів, 7,0 разів та 3,1 раза відповідно, порівнюючи зі вмістом свинцю.

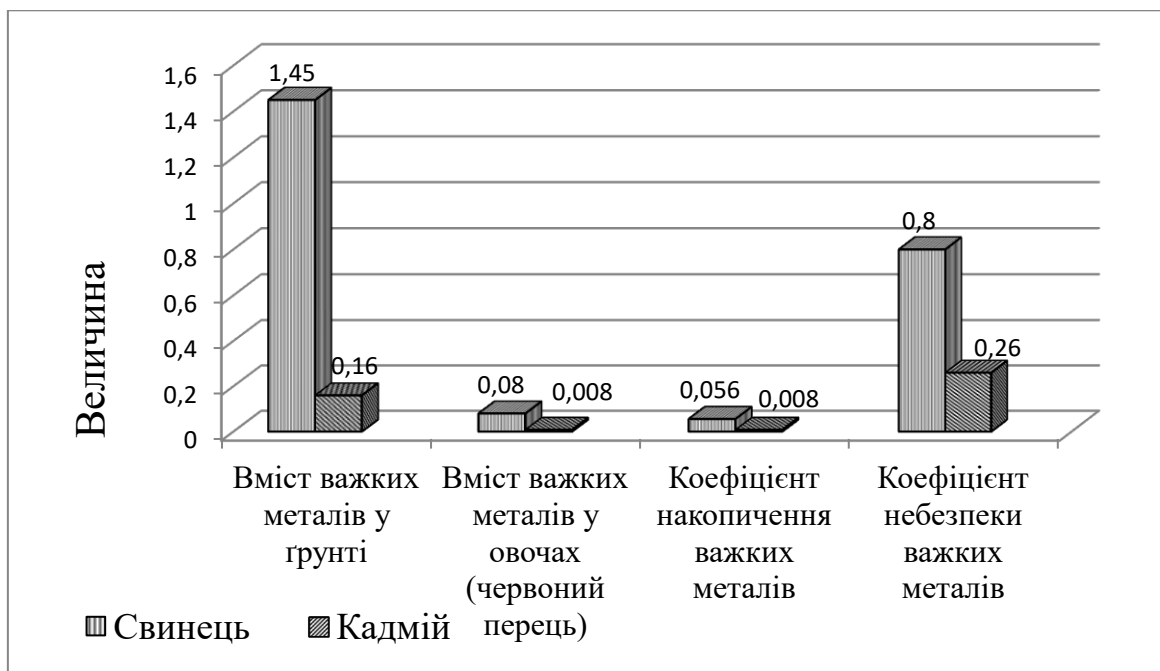


Рис. 3.1. Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення червоного перцю

У плодах помідорів (рис. 3.2) уміст кадмію був нижчим у 1,8 раза, коефіцієнт накопичення у 9,4 раза та коефіцієнт небезпеки у 3,5 рази ніж по свинцю.

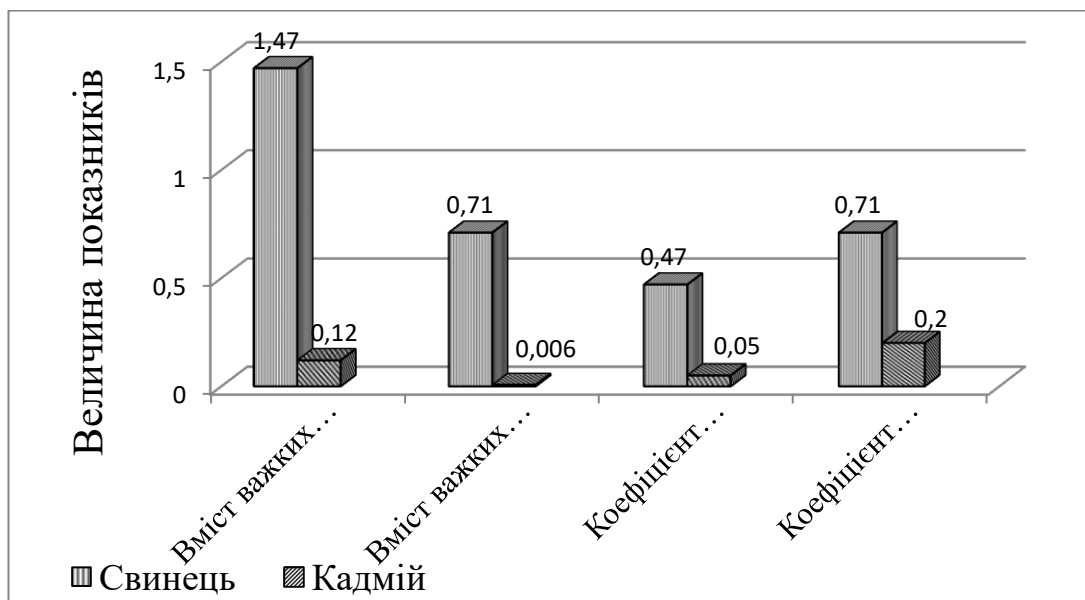


Рис. 3.2. Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення плодів помідорів

За результатами досліджень (рис. 3.3) вміст кадмію, коефіцієнт накопичення та коефіцієнт небезпеки у був нижчим у 12,8 раза 1,33 раза та 4,0 раза як порівняти зі свинцем

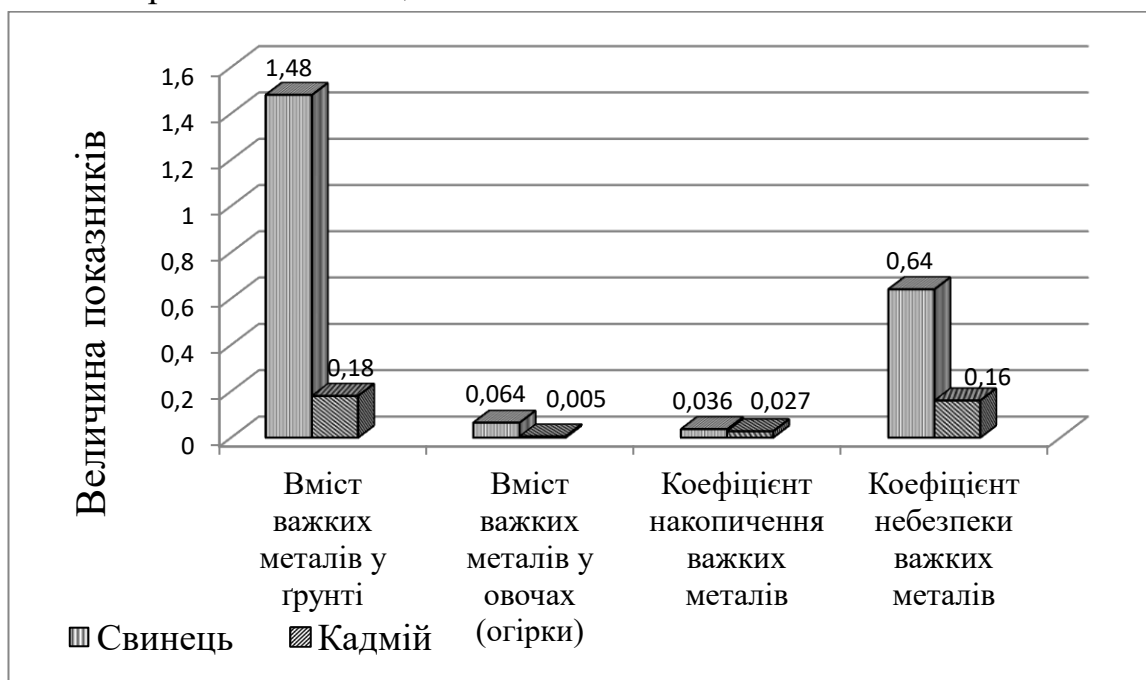


Рис. 3.3. Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення плодів огірків

Уміст кадмію у цибулі, коефіцієнт накопичення та небезпеки (рис. 3.4) був нижчим у 1,04 раза, 1,6 раза та 3,2 раза відповідно, порівняно зі свинцем.

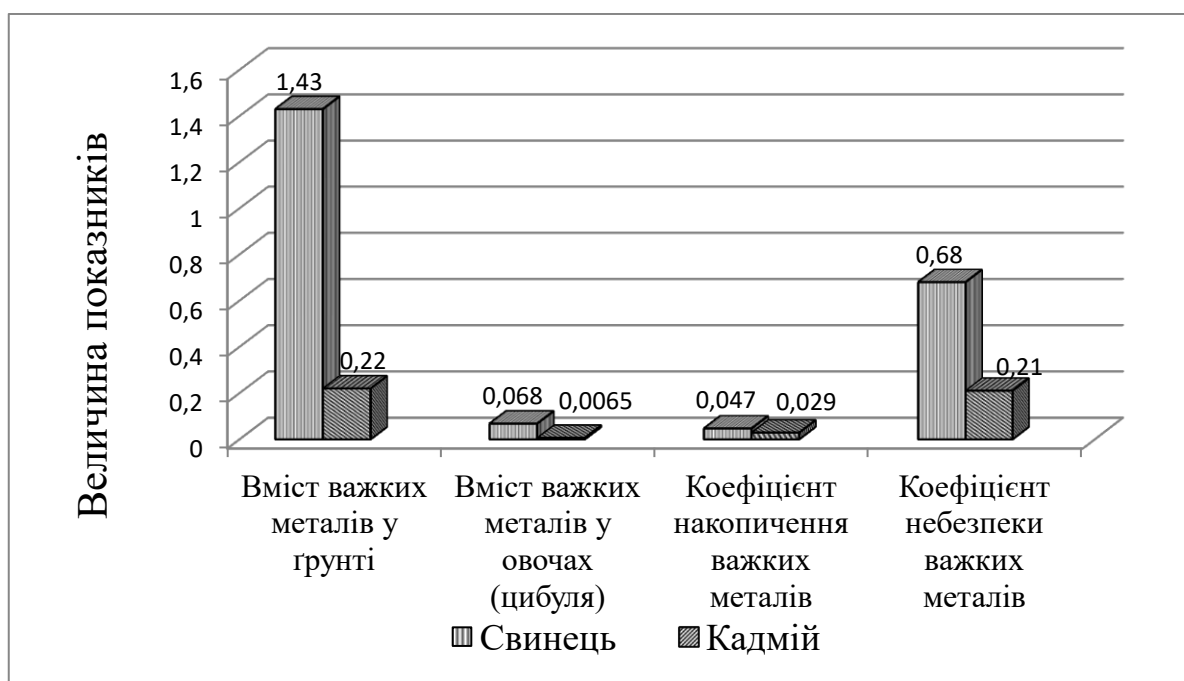


Рис. 3.4. Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення цибулі

За результатами досліджень (рис. 3.5) встановлено, що вміст та коефіцієнт небезпеки міді у червоному перці був нижчим у 6,6 раза і 3,3 раза порівняно з цинком.

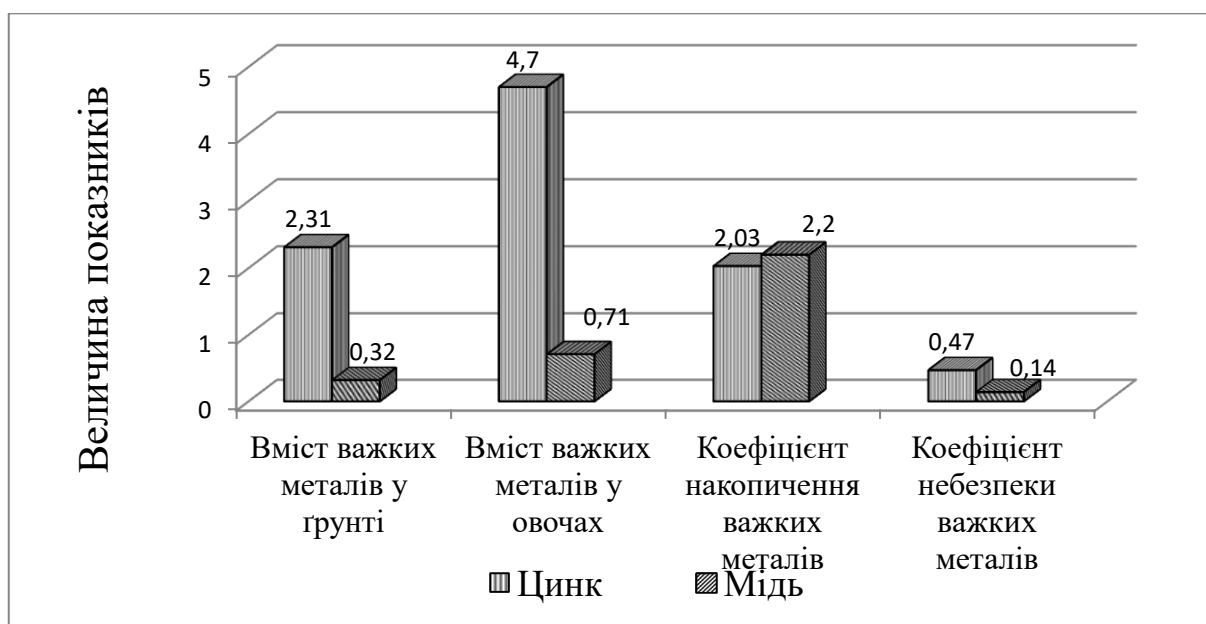


Рис. 3.5. Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення червоного перцю

У плодах помідорів вміст міді та коефіцієнт небезпеки цього мікроелементу був нижчим у 3,8 раза та 1,9 раза відповідно порівняно із цинком.

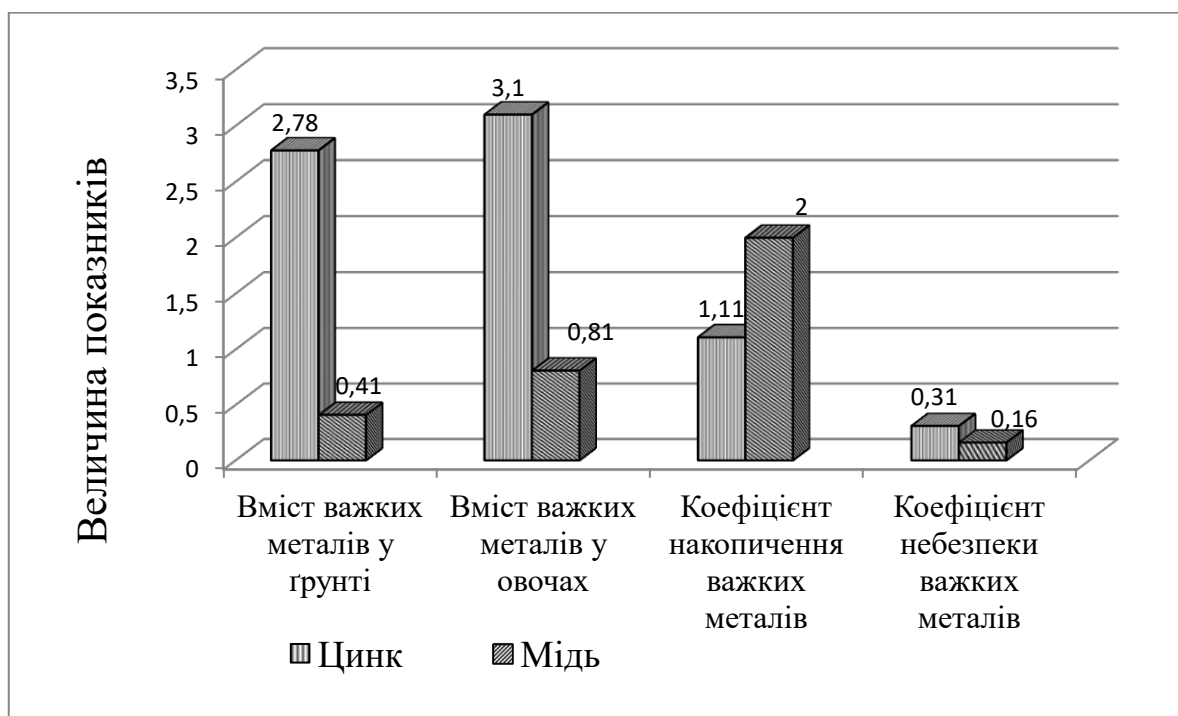


Рис. 3.6. Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення плодів помідорів

За результатами досліджень (рис. 3.7) встановлено, що у плодах огірків вміст і коефіцієнт небезпеки міді був нижчим у 3,3 раза і 1,7 раза відповідно порівняно з цинком.

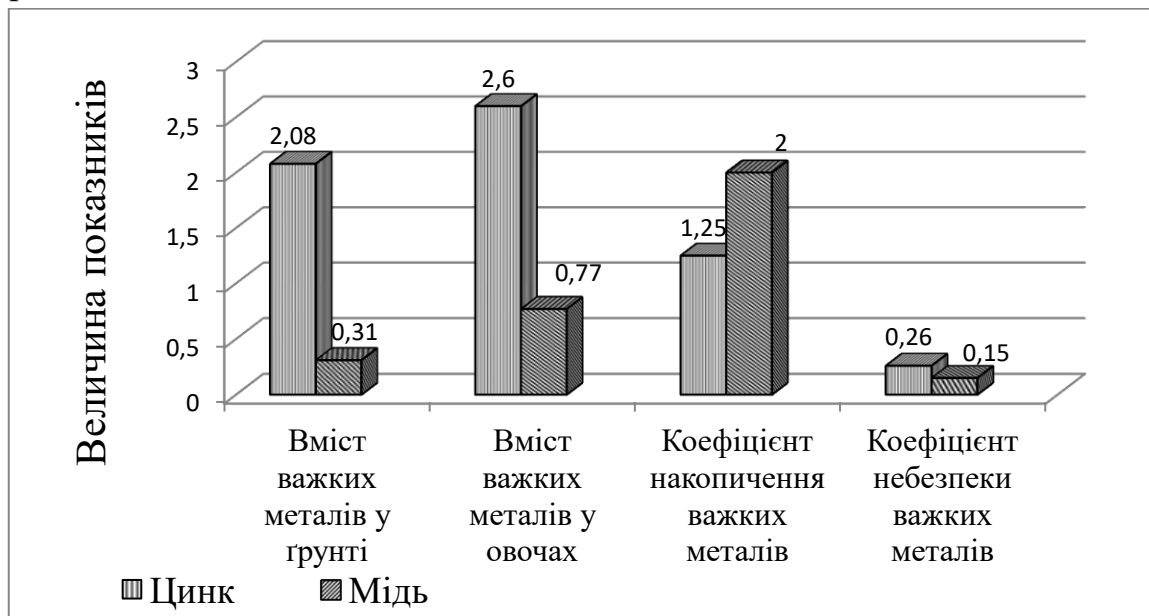


Рис.3.7. Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення плодів огірків

Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення цибулі (рис. 3.8) свідчить, що вміст міді та коефіцієнт небезпеки цього мікроелементу був нижчим у 3,1 раза та 1,5 раза відповідно порівняно із цинком.

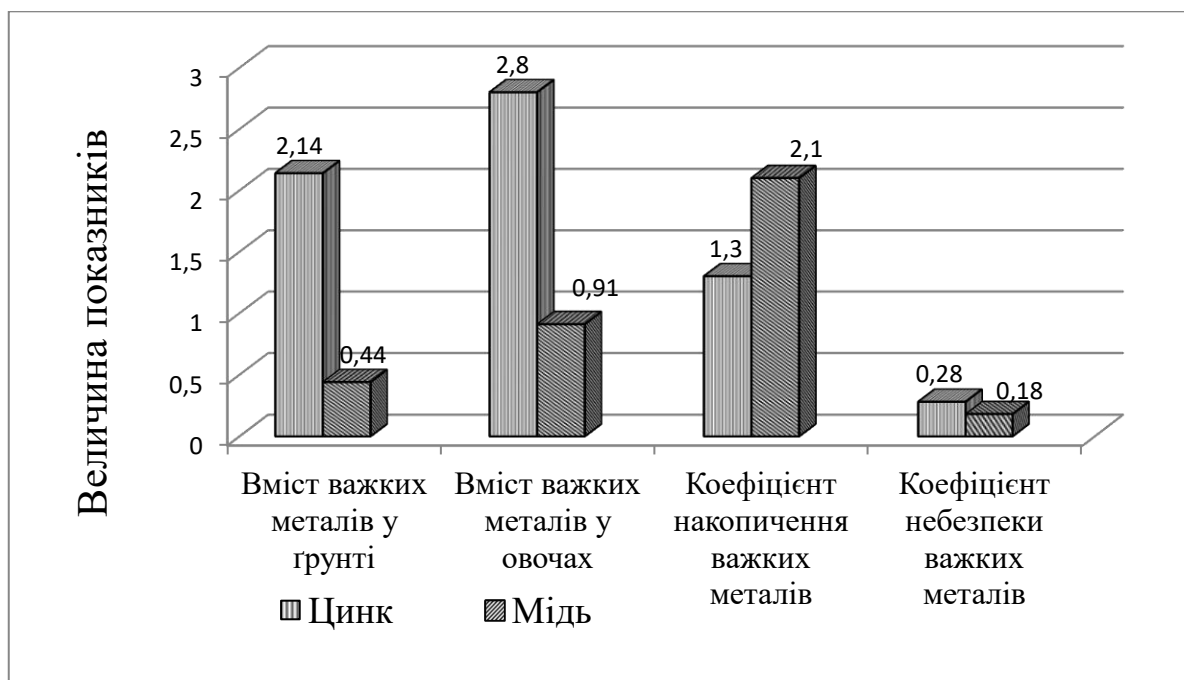


Рис. 3.8. Порівняльна характеристика показників оцінки забруднення цибулі

Отже, результати наших досліджень показали, що всі досліджені овочі закритого ґрунту (червоний перець, помідори, огірки, цибуля) містили важкі метали (свинець, кадмій, цинк, мідь) у концентрації меншій за ГДК. У розрізі окремих видів овочів високу акумулюючу здатність по відношенню до свинцю, кадмію та цинку демонстрував червоний перець, а до міді – цибуля.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Серед низки прав і свобод людини на конституційному рівні закріплено право на охорону праці (ст. 43 Конституції України), незалежно від громадянства, соціального статусу, певних переконань, роду занять, сфери економічної діяльності, в якій вона реалізує свої здібності [26].

Проблеми охорони праці наразі виступають актуальними й для забезпечення життя і здоров'я працівників села та їх соціального захисту. Адже у сільському господарстві в останні протягом останніх років відбувається ріст фермерських та особистих селянських господарств, які можуть або використовують найману працю.

Нині роботи в сільськогосподарському підприємстві та на присадибній ділянці не можна розділити за часом їх виконання чи застосування засобів виробництва (мобільних сільськогосподарських машин, ручного механізованого та електрифікованого інструменту тощо). Сільськогосподарське виробництво нині залишається однією з найбільш травмонебезпечних галузей економіки України. Рівень смертельного травматизму в АПК поступається лише вугільній галузі [11].

Так, В. Ткачов – начальник відділу Управління організації державного нагляду, планування робіт та нагляду за промисловою безпекою, на транспорті, у зв'язку, в АПК та соціально-культурній сфері Держгірпромнагляду зазначає, що за 9 місяців 2020 року в АПК травмовано 733 працівники проти 833 за аналогічний період минулого року. Загальний рівень травматизму зріс лише у Вінницькій, Івано-Франківській, Львівській, Рівненській та Харківській областях; зростає рівень смертельного травматизму. За дев'ять місяців цього року на підприємствах агросектора загинуло 88 працівників, що на 9 осіб (або на 11 %) більше, ніж за аналогічний період минулого року. Біля 60 % смертельних нещасних випадків від усіх, що відбулися в АПК, сталися в агровиробництві.

Найбільше смертельно травмовано працівників на підприємствах АПК Донецької області – 8, Хмельницької – 7, Одеської та Харківської областей – по 6 осіб. Загалом нинішній рівень смертельного травматизму в агрокомплексі України не набагато перевищує показник країн Європейського Союзу. Якщо в нашому АПК торік отримали смертельні травми 4 особи на кожні 100 тисяч працівників, то, наприклад, у Німеччині та Італії цей показник в середньому по всіх галузях становить 2-3 особи [46].

Загальна картина виробничого травматизму в АПК конкретизується такими деталями:

- найбільше нещасних випадків зі смертельним наслідком цього року сталося з механізаторами – 19. До найбільш травмонебезпечних професій належать також водії, яких цього року загинуло 10, та сторожі (охоронці), яких загинуло 6;
- основними видами подій, які призвели на підприємствах АПК до нещасних випадків зі смертельним наслідком, є: – дія рухомих частин обладнання, машин (19% від кількості загиблих); – падіння предметів, матеріалів тощо (16%); – падіння потерпілого (15%).

Як свідчать дані статистики, основними причинами смертельного травматизму в АПК є невиконання працівниками вимог інструкцій з охорони праці, порушення Правил дорожнього руху та порушення вимог безпеки під час експлуатації транспортних засобів.

Свій вплив справляють також такі фактори:

- неналежне функціонування системи управління охороною праці на всіх рівнях;
- слабка професійна підготовка кадрів;
- експлуатація обладнання та сільськогосподарської техніки, що вичерпали свій ресурс;
- залишкове фінансування агропідприємствами заходів з охорони праці [46].

Далеко не на всіх підприємствах є служби охорони праці, особливо у невеликих агропідприємствах і фермерських господарствах. Крім того, у районних управліннях агропромислового розвитку та на підприємствах більшість фахівців з охорони праці обіймають свої посади за сумісництвом.

Підтвердженням вищезазначеного є порушення нормативно-правових актів з охорони праці, виявлені під час перевірок агропідприємств з безпеки виконання весняних польових та зернозбиральних робіт, проведених Держгірпромнаглядом, а саме:

- не проводиться навчання працівників з питань охорони праці;
- працівники не забезпечуються спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту;
- не здійснюється контроль за випуском на лінію транспортних засобів, не проводяться передрейсові медогляди трактористів-машиністів і водіїв;
- незадовільний технічний стан машин і обладнання.

Войналович О.В. зазначає, що серед професій сільськогосподарського виробництва найнебезпечнішою залишається професія механізатора (тракториста-машиніста), адже ресурс наявного в Україні машинно-тракторного парку, здебільшого сформованого ще за часів колгоспів і радгоспів, за багатьма оцінками технічного стану майже вичерпаний. Ця оцінка стосується не стільки великих сільськогосподарських підприємств, що інколи мають можливість залучати нову, наприклад придбану за умов лізингу, іноземну техніку, а більшості орендних чи фермерських господарств, що продовжують експлуатувати сільськогосподарські машини, виготовлені 15-20 років тому і більше. Парк сільськогосподарської техніки України фізично і морально застарів; ступінь зношення машин і механізмів, що пояснюється їх роботою за високих рівнів перевантаження протягом тривалого періоду, досягає 90-95 %; техніку, як правило, не ремонтують у спеціалізованих майстернях, а тому під час ремонту не відновлюють елементи, що визначають безпеку сільськогосподарського агрегату. Зокрема, середній період експлуатації тракторів в Україні вже перевищив 20 рік

(згідно з ТУ ресурс тракторів – 8-10 років), що становить реальну загрозу травмування механізаторів. І якщо наявні у деталях мобільних сільськогосподарських машин пошкодження часто не є причинами нещасних випадків з важкими наслідками, то необхідність виконання ремонтних робіт у польових умовах часто призводить до травмування, адже техніку в полі ремонтують у стислі терміни ненавчені працівники, як правило, з порушенням норм охорони праці [11].

Дію небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які виникають при технологічних процесах, за визначенням Рудницького Б. та Спіріна А., можна мінімізувати або зовсім уникнути, якщо вжити організаційних та організаційно – технічних запобіжних заходів та засобів. Це, в першу чергу, підтримання належного стану задіяної техніки та її грамотної експлуатації, а також дотримання основ безпеки працюючих. Наряду з необхідністю посилення контролю і нагляду за станом охорони праці в рослинницькій галузі, слід наголосити на те, що в переважній більшості нещасних випадків організаційні причини є основними. Також особливу увагу потрібно надати поліпшенню ефективності навчання з питань охорони праці [38].

Також необхідно зазначити, що для сільськогосподарського виробництва важливим є відстеження соціально-гігієнічних умов праці та стану здоров'я працівників агропромислового комплексу.

У форматі забезпечення нормативних умов праці за критеріями важкості виконання робіт і відсутності засобів колективного та індивідуального захисту жителі села, вони є майже найменш захищеними у державі.

Статистика профзахворювань за останні роки свідчить: із загальної кількості працівників, які щороку набувають статус професійно хворих, лише близько піввідсотка є працівниками сільськогосподарського виробництва. Тобто лише одному двом працівникам села у рік на всю область вдається підтвердити статус професійно хворого й оформити належну пенсію. Ці показники не можна визнати такими, що об'єктивно характеризують здоров'я

сільських працівників з огляду на кількість шкідливих і небезпечних чинників виробничого довкілля у сільському господарстві. Втрачають здоров'я механізатори на тракторах і комбайнах застарілих конструкцій, доярки та інші тваринники, переміщаючи великі вантажі, зварювальники, яких не забезпечують респіраторами, та інші категорії працівників. Із різних причин, зокрема через обтяженість додатково власним господарством, вони не мають змоги своєчасно звернутися за належною медичною допомогою [11].

Отже, для зменшення рівня травматизму в агропромисловому господарстві необхідно насамперед посилити відповідальність керівників підприємств, а саме: притягати до адміністративної відповідальності керівників і посадових осіб у разі виявлення порушень норм охорони праці; забороняти експлуатацію обладнання, яке загрожує травмуванню працівників; направляти подання до прокуратури на посадових осіб, які не дотримуються вимог нормативно-правових актів з охорони праці; направляти керівникам підприємств і вищестоящих органів подання про невідповідність займаним посадам працівників.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

На сучасному етапі погіршення стану навколишнього природного середовища та здоров'я людини все більше уваги приділяється питанням екологізації продуктів харчування, в тому числі і продукції овочівництва, та виробництва такої продукції за екологічними та органічними технологіями для підвищення безпечності продукції.

У сучасних умовах розвитку рослинництва і овочівництва високі та якісні врожаї сільськогосподарських та овочевих культур формуються за оптимальних факторів освітлення, температури, вологи, ґрунту та якості органо-мінерального живлення цих рослин. Характерною рисою є те, що ресурси всіх указаних факторів є відновлювальними, і тільки елементи живлення, що входять до складу основної продукції, відчужуються разом з нею.

Сівозміни із застосуванням добрив, насамперед органічних, є основою науково обґрунтованих технологій вирощування польових і овочевих культур у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах України.

При вирощуванні культурних рослин без застосування як органічних, так і мінеральних добрив не досягаються позитивні рівні врожайності, і тому має місце дисбаланс між умістом гумусу і елементів живлення рослин. Таким чином, технологічні витрати на вирощування культурних рослин польової або овочевої сівозміни доцільно оцінювати в період вегетаційного періоду і у попередні вегетаційні роки.

Основними шляхами оптимізації захисту овочевих культур закритого і відкритого ґрунту є встановлення екологічно та економічно обґрунтованого рівня застосування хімічного методу, розробка рівнів і порогів шкідливості для групи шкідливих організмів, розробка технологій розведення нових біоагентів для захисту овочевих культур від шкідників та оцінювання за

новими моделями моніторингу ризику щодо акліматизації карантинних шкідників овочевих [19].

В умовах постійного здорожчання ресурсів для городництва закритого ґрунту, майбутнє стоїть за виробниками, які використовують високоінтенсивні енергозберігаючі технології. Мова йде про великі тепличні підприємства, що мають по 6 – 10 і більше гектарів закритого ґрунту, яких в Україні налічується понад 50.

Процес концентрації виробництва триває і нині. Дрібніші виробники овочевої продукції, що не витримують тиску високих цін на енергоносії, змушені переходити на весняно-літнє вирощування ранніх овочів у захищеному ґрунті, адже вони виявляють здатність гнучкіше реагувати на потреби ринку. Великі виробники зосереджуються на основних споживчих культурах, а дрібніші – економічно виграють за рахунок розширення асортименту або вирощування великовагових та екзотичних овочів, які мають в ринковому сегменті вищу ціну, а також екологічно чистої продукції на природному ґрунті.

Введення в практику захисту рослин нових технологічних рішень, агентів біометоду є одним із основних заходів із екологізації овочівництва. До 2050 р. частка біологічного методу в захисті овочевих культур у світі прогнозується до 35-50%.

У сучасному агробізнесі овочівництво нині є одним із перспективних видів економічної діяльності передусім з огляду на стан впровадження інновацій і технологічних рішень, що суттєво відрізняє цю галузь серед інших за рівнем ефективності й масою одержуваного доходу з 1 га.

У світі за різними експертними оцінками площі під закритим ґрунтом для вирощування сільськогосподарських культур складають близько 0,5-0,7 млн га та продовжують щорічно зростати. Водночас нині за даними досліджень та аналізу державної статистичної інформації загальна площа захищеного ґрунту в усіх категоріях господарств України становить майже 7069,8 га, з яких у господарствах населення розміщено 6694,6 га, або 95% від

усієї їх площі, а на підприємствах різних організаційно-правових форм – 2 га, зокрема у фермерських господарствах близько 12,3 га (рис. 5.1). Це досить небагато, враховуючи наявний значний ресурсний потенціал, ринки збуту та зростання попиту [23].



Рис. 5.1. Розподілення різних категорій господарств за площею захищеного ґрунту, яка використовувалась для виробництва продукції рослинництва у 2020 році (Складено за даними досліджень і аналізу інформації Держслужби статистики)

На регіональному рівні основні площі захищеного ґрунту традиційно зосереджені навколо великих міст й агломерацій. Адже ця продукція короткого терміну зберігання, попит на яку формується міським населенням. Нині в цих регіонах розміщено близько 85% усіх площ, зайнятих під захищеним ґрунтом [23]. Здебільшого в цих господарствах вирощують овочеві культури, попит на які постійно зростає (рис. 5.2).

Лідруючі позиції у розвитку виробництва аграрної продукції захищеного ґрунту займають господарства Чернігівської (1718,9 ц/га), Донецької (1897,9 ц/га), Миколаївської (1934,6 ц/га) та Харківської (1999,4

ц/га) областей. Зокрема, по окремих овочевих культурах – помідорах й огірках найвищий рівень досягнуто в Миколаївській і Харківській областях [23].

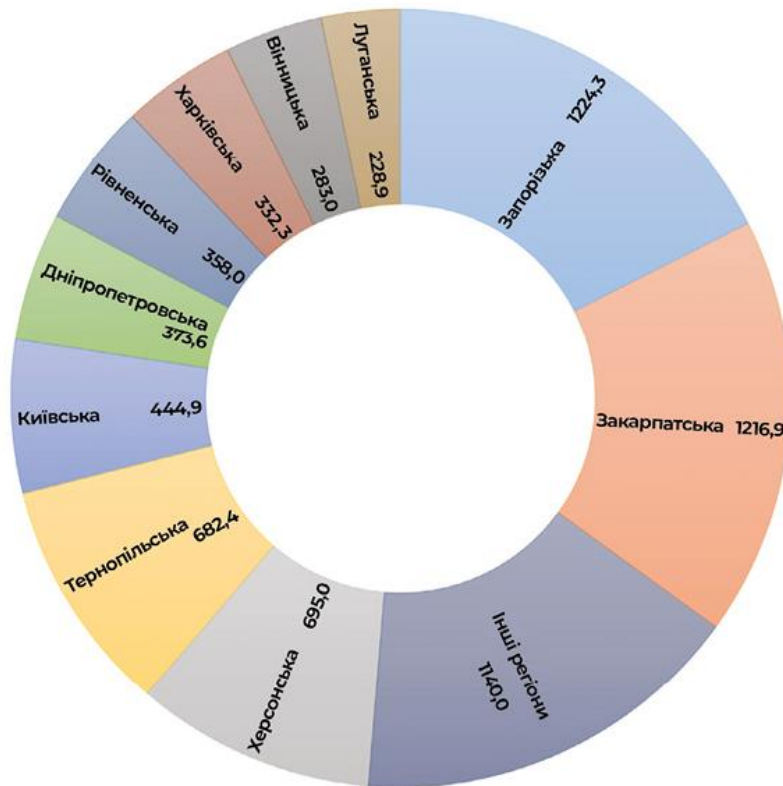


Рис.5.2. Розподілення регіонів із найбільшою площею захищеного ґрунту, яка використовувалась для виробництва продукції рослинництва у 2020 році

Серед культур захищеного ґрунту найбільш високоврожайними є вирощування буряка столового (7437,4 ц/га), баклажанів (1029,5 ц/га), помідорів (821 ц/га), огірків і корнішонів (758,6 ц/га). Досить перспективним напрямом в агробізнесі є розвиток технологій захищеного ґрунту у вирощуванні ягідних культур. Загалом це досить економічно вигідний напрям агробізнесу, який за дотримання технології та формування ефективного ланцюга просування продукції за принципом виробництво-збут-споживач може забезпечити отримання із 1 га щонайменше 1–2 млн гривень доходу [23].

Щодо підвищення ефективності овочівництва закритого ґрунту зазначимо, що такі заходи здійснені у Японії: місце розміщення (скло, плівка), значне збільшення площ у плівкових теплицях; структура культур; нові види матеріалу для накриття скляних і плівкових теплиць; введення автоматизованих програм, що контролюють рН, умови росту овочевих, забарвлення листка, товщину стебла, стан рослини; автоматизацію контролю за кількістю і якістю світла, вмістом сухої речовини і цукру; новий погляд на використання продукції; сушіння, замороження, переробка; нове устаткування для фасування і сортування; основні підходи до якості: смак, свіжість, харчова безпека; пакування, інформація, спрямована на виробництво екологічно чистої продукції.

Спеціалісти Норвегії передбачають для підвищення ефективності овочівництва закритого ґрунту такі заходи, як: використання кількох теплозберігаючих екранів; нові типи економних ламп для досвічування; регулюючі системи використання природного газу та вуглекислого газу; чіткий контроль температури та вологості на різних етапах росту і розвитку овочевих рослин для закритого ґрунту [24].

Причинами, що стримують збільшення обсягів в Україні виробництва овочевої продукції закритого ґрунту:

- відсутність прямої фінансової допомоги галузі з боку держави;
- низький рівень агротехнологій при виробництві продукції через недостатність ресурсного і технологічного забезпечення, що стосується технологій, адаптованих для окремих сортів і гібридів овочевих, точного висіву, використання касетної розсади, внесення регуляторів росту та пестицидів;
- відсутність державної підтримки за рахунок економічних важелів: пільгового кредитування й оподаткування, прямої підтримки виробників, відшкодування витрат на здешевлення матеріально-технічних ресурсів;

- при відсутності вітчизняного машинобудування і переробної галузі внаслідок високих цін на зарубіжні аналоги, недостатнє використання нової техніки, що збільшує собівартість вирощеної овочевої продукції;

- високі ціни на природний газ і електроенергію, які становлять 60 % собівартості продукції;

- відсутність можливості формувати великі обсяги для реалізації, у більшості виробників відсутність устаткування із сортування і пакування, недосконале законодавство з регулювання експортно-імпортних операцій у овочівництві, відсутність системи сертифікації господарств відповідно до світових стандартів якості і норм екологічної безпеки.

Основними напрямми вирішення вищезазначених проблем можуть стати:

- створення правових, фінансових і організаційних умов ефективного функціонування механізму виробництва, переробки, зберігання і реалізації якісної овочевої продукції;

- розробка, удосконалення і застосування ресурсозберігаючих, екологобезпечних технологій виробництва нових високоврожайних, високоякісних вітчизняних сортів і гібридів овочевих культур;

- забезпечення інноваційно-інвестиційного розвитку ринкової інфраструктури у овочівництві;

- отримання державної підтримки для виробництва елітного насіння з метою формування вітчизняних сортових ресурсів овочевих культур;

- створення сприятливих умов для застосування інноваційних та інвестиційних проектів і удосконалення законодавчої бази з регулювання експортних операцій овочевої продукції;

- впровадження стандартизації і сертифікації овочевої продукції, що дозволить експортувати вітчизняні овочі закритого та відкритого ґрунту і продукцію їх переробки закордон в країни європейського союзу;

– збільшення кількості тепличних підприємств зі збільшенням площі вирощування та виробництва валової продукції для мінімізації імпорту овочевої продукції;

– застосування страхового механізму, коли у випадку зниження ціни на ринку овочевої продукції нижче 90% собівартості втрачена вигода (вартість продукції в ринкових цінах) поверталась би в повному обсязі;

– зменшення митного збору на ввезення устаткування для виробництва і переробки овочевої продукції;

– удосконалення системи збуту овочів дрібних товаровиробників і забезпечення ринків експрес-приборами для перевірки якості овочевої продукції;

– компенсація витрат на холодильне устаткування й електроенергію з метою популяризації заморожування овочів [19, 24].

ВИСНОВКИ

1. Аналіз умісту важких металів у ґрунтах показав, що концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді у ньому не перевищувала ГДК, які складають відповідно 6,0 мг/кг; 0,7 мг/кг; 23 мг/кг; 5,0 мг/кг.
2. За вирощування овочів в умовах закритого ґрунту зі вмістом свинцю, кадмію, цинку та міді відповідно 1,45 мг/кг, 0,16 мг/кг, 2,32 мг/кг та 0,80 мг/кг перевищень ГДК у плодах червоного перцю, помідорів, огірків та цибулі не виявлено.
3. Найвищий уміст свинцю, кадмію, цинку та міді виявлено у червоному перці, тоді як найнижчий по свинцю і кадмію – у огірків, а цинку і міді – у помідорів.
4. Коефіцієнт накопичення у овочах свинцю був у межах 0,036-0,057, кадмію – 0,027-0,061, цинку – 1,11-2,03, міді – 2,0-2,2.
5. Коефіцієнт небезпеки свинцю у овочах склав 0,23-0,24, кадмію – 0,17-0,31, цинку – 0,28-0,47, міді – 0,14-0,18, що не перевищувало граничний поріг 1,0.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барабаш О.Ю., Тараненко Л.К., Сич З.Д. Біологічні основи овочівництва. К.:Арістей, 2005. 350 с.
2. Белоусова К. Міндовкілля і ґрунти: земля пішла на милість аграріям. *Екополітика: веб-сайт*. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/mindovkillya-i-grunti-zemlya-pishla-na-milist-agrariyam/> (дата звернення: 16.05.2023).
3. Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І., Мілігула О.М. Міграція та накопичення свинцю і кадмію у ґрунті і рослинах під впливом добрив. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 20-23.
4. Борисюк Б.В., Журавель С.В., Залевський Р.А., Князева О.П. Особливості накопичення рослинами кадмію та свинцю залежно від норм добрив. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2012. Вип. 5. С. 99-102.
5. Будзяк В., Будзяк О. Овочівництво у системі продовольчої безпеки держави *Scientia Fructuosa*. 2022. № 4. С. 16-25. DOI: 10.31617/1.2022(144)02.
6. Будзяк О.С. Деградація та заходи ревіталізації земель України. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. 2014. № 1-2. С. 57-64.
7. Бурлака Н.І., Панько В.В. Екологічні наслідки деградації ґрунту та інноваційні шляхи її подолання. *Агросвіт*. 2020. № 7. С. 80–86. DOI: 10.32702/2306-6792.2020.7.80
8. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти) / С.П. Кармазиненко, І.В. Кураєва, А.І. Самчук, Ю.Ю. Войтюк, В.Й. Манічев. К.: Інтерсервіс, 2014. 168 с.
9. Ватаманюк О.В., Яковець Л.А. Накопичення Рb і Сb у зерні сільськогосподарських культур під час зберігання в умовах зміни клімату. *Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. 3-5 жовтня. 2018 р.* Миколаїв. 2018. С. 205-206.

- 10.Вдовенко С.А., Гетман Н.Я., Дідур І.М. Інтенсивність накопичення розторопшею плямистою свинцю та кадмію на різних ґрунтах. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 15-21.
- 11.Войналович О.В., Голод В.П. Роль охорони праці у соціально-економічному розвитку сільських територій. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2013. Вип. 181(1). С. 65-70.
- 12.Вплив війни на довкілля. Земля і ґрунти. Державна екологічна інспекція Південно-Західного округу: веб-сайт. URL: <https://ecology.od.gov.ua/2023/05/vplyv-vijny-na-dovkillya-zemlya-i-grunty/> (дата звернення: 22.05.2023).
- 13.Гіль Л.С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 1. Закритий ґрунт. Навчальний посібник /Л.С. Гіль, А.І. Пашковський, Л.Т. Сулима. Вінниця: Нова Книга, 2008. 367 с.
- 14.Господаренко Г.М. Агрохімія. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2015. 376 с.
- 15.ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 117 с.
- 16.ДСТУ ISO 874-2002 (ISO 874:1980, IDT) Фрукти та овочі свіжі. Відбір проб. Чинний від 10.01.2003.
- 17.Екологічна оцінка природних умов життя населення України – агроекологічні умови : веб-сайт. URL: <http://only-maps.ru> (дата звернення: 22.04.2023).
- 18.Еколого-географічна характеристика Вінницької області: веб-сайт. URL: <http://www.geograf.com.ua> (дата звернення: 20.06.2023).

19. Еколого-економічне обґрунтування комплексних систем захисту сільськогосподарських культур у сучасних сівозмінах: веб-сайт. URL: <http://ir.znau.edu.ua> (дата звернення: 20.06.2023).
20. Жеребна Л.О. Вплив важких металів, що містяться в мінеральних добривах, на якість рослинницької продукції. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2001. Вип. 61. С. 193-197.
21. Закон України «Про Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року» (Відомості Верховної Ради 2019, № 16). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 16.04.2023).
22. Закон України «Про Охорону земель» від 18.12.2017 р. No 39. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15> (дата звернення: 16.04.2023).
23. Кернасюк Ю.В. Агроіндустрія закритого ґрунту: інновації та продуктивність. *Агробізнес сьогодні*. 2021: веб-сайт. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/22078-ahroindustriia-zakrytoho-gruntu-innovatsii-ta-produktyvnist.html> (дата звернення: 20.06.2023).
24. Кисляченко М. Ф. Еколого-економічні перспективи розвитку овочівництва закритого ґрунту в умовах ринкових відносин в Україні. *Продуктивність агропромислового виробництва. економічні науки*. 2013. Вип. 23. С. 62-68.
25. Козьякова Н.О., Макаренко Н.А., Кавецький В.М. Міграція важких металів у системі «ґрунт–рослина» – екотоксикологічний критерій їх небезпечності. *Науковий вісник НАУ*. 2000. Вип. 32. С. 365–370.
26. Конституція України: Конституція Верхов. Ради України від 28.06.1996 № 254к/96-вр. 1996. №30. Ст. 141.
27. Куцак Р.С., Кунєва Л.В. Проблема контролю якості і безпеки свіжих овочів і фруктів в умовах продовольчих ринків міста Дніпропетровськ. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та*

- екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2014. Vol. 2. № 1. С. 148-153.
- 28.Литвин С.О. Як окупація Херсона змінить ціни на овочі та фрукти : веб-сайт. URL: <https://agroreview.com/content/yakokupacziya-hersona-zminyt-sziny-na-ovochi-ta-frukty> (дата звернення: 20.05.2023).
- 29.Мислива Т.М., Надточій П.П., Герасимчук Л.О. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище. Житомир, 2011. 50 с.
- 30.Мудрак О. Екологічна безпека Вінниччини: монографія. Вінниця: Міська друкарня, 2008. 456 с.
- 31.Наказ «Про затвердження Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства» від 27.10.1997, № 171: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98#Text>
- 32.Нестеренко С.А., Агєєва І.В., Сурженко Н.В. Організація виробництва: навчальний посібник. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2017. 304 с.
- 33.Новаковський Л.Я., Канаш О.П., Леонець В.О. Консервація деградованих малопродуктивних орних земель України. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 11. С. 54-59.
- 34.Паспорт Жмеринського району за 2019 рік: веб-сайт. URL: <https://zhmrada.gov.ua/%D1%96storichna-dov%D1%96dka/pasport-rajonu.html> (дата звернення: 20.06.2023).
- 35.Разанов С., Куценко М., Разанова А. Агроекологічні наслідки війни та способи підвищення ефективності відновлення ґрунтів в період реабілітації. *International research and practice conference "Sustainable restoration of agricultural landscapes affected by military activities"* (30.09.2023-04.10.2023). С. 1-2. DOI: 10.36994/978-966-388-681-7-2023-71-1-71.

- 36.Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., Піддубна А.М. Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування. *Агробіологія*. 2022. № 1. С. 107-113. doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-107-113.
- 37.Разанов С.Ф., Разанова А.М. Інтенсивність накопичення розторопшею плямистою міді в умовах польових сівозмін. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 2(17). С. 177-187.
- 38.Рудніцький Б. О., Спірін А. В., Мамалига В. С. Агроекологічні аспекти ведення насінництва кормових трав та головні напрямки безпеки праці при цьому. *Сільськогосподарські науки. Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. Випуск 9(49). С. 186-197.
- 39.Свіжі овочі. Класифікація овочів : веб-сайт. URL: <https://studfiles.net> (дата звернення: 20.05.2023).
- 40.Тихонова Н.О. Баланс виробництва та споживання овочевої продукції в Україні. *Глобальні та національні проблеми економіки*. Миколаїв: МНАУ, 2016. Вип. 11. С. 28-31.
- 41.Ткачук О.П., Яковець Л.А. Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. Вип. 4. С. 179-186.
- 42.Топчій Н.М. Вплив важких металів на фотосинтез. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Вип. 42 (2). С. 95-106.
- 43.Українські аграрії втрачають третину прибутків через ерозію ґрунтів - науковець: веб-сайт. URL: <https://www.ukrinform.ua> (дата звернення: 16.04.2023).
- 44.Хімічний аналіз ґрунту. Укрхіманаліз: веб-сайт. URL: <https://himanaliz.ua/uk/poslugi/khimichniy-analiz-gruntu/>
- 45.Цицюра Я.Г., Броннікова Л.Ф., Пелех Л.В. Ґрунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання: монографія Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 452 с.

46. Чому не зменшується рівень смертельного травматизму в АПК?: веб-сайт.
URL: <http://oppb.com.ua/content/chomu-ne-zmenshuietsy-a-riven-smertelnogo-travmatizmu-v-ark>. – Назва з екрана (дата звернення: 22.06.2023).
47. Шабля О.С., Рудь В.П., Косенко Н.П. Стан та перспективи розвитку галузі овочівництва в умовах війни. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 136-142. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.18.19>
48. Шабля О.С., Рудь В.П., Могильна О.М., Терьохіна Л.А. Інноваційні технології в овочівництві та їх ефективність. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 241-247. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.18.34>
49. Шумигай І.В., Коніщук В.В., Душко П.М. Біогеохімічні особливості важких металів агроєкосистем Лісостепу України. *Агроєкологічний журнал*. 2022. № 4. С. 105-114.
50. Яровий Г.І., Романов О.В. Овочівництво: навч посіб. Харків: ХНАУ, 2017. 376 с.
51. Яцентюк Ю. В., Канський В. С., Атаман Л. В. Відновлювальні території екомережі Жмеринського району Вінницької області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 33. С. 57-67.
52. Biyashev B., Drobitko A., Markova N., Bondar A., Pysmennyi O. Chemical analysis of the state of Ukrainian soils in the combat zone. *International Journal of Environmental Studies*. 2023. DOI: 10.1080/00207233.2023.2271754