

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ Тамара ДУДАР  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,  
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ  
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами»**

Виконавець: студента групи ЕК-401б Роздинський Родіон Валерійович  
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: д.т.н. професор Матвєєва Ірина Валеріївна  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Андріан ЯВНЮК  
(П.І.Б.)

КИЇВ 2023

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,  
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Тамара ДУДАР

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Родзинський Родіон Валерійович

1. Тема роботи «Особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами»

затверджена наказом ректора від «19» грудня 2023 р. №529/ст

2. Термін виконання роботи: з 24.04.2023 року по 21.06.2023

3. Вихідні дані роботи: особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами.

4. Зміст пояснювальної записки.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

## 6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Одержання теми. Пошук та аналіз літератури за темою кваліфікаційної роботи.	23.04.2023	
2	Опрацювання літературних джерел з даної теми	24.05.- 27.05.2023	
3	Вибір об'єктів та методів дослідження	28.05.- 29.05.2023	
4	Проведення експериментальних досліджень	30.05.2023	
5	Обробка експериментальних даних	31.05.2023	
6	Узагальнення матеріалу, оформлення кваліфікаційної роботи	08.06.2023	
7	Підготовка доповіді та презентації.	10.06.2023	
8	Захист кваліфікаційної роботи	21.06.2023	

7. Дата видачі завдання: «23» травня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи (проекту): \_\_\_\_\_ Матвєєва Ірина Валеріївна  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Родзинський Родіон Валерійович  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами» містить 43 с., 20 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження.** Об'єкт дослідження: Особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами.

Сільське господарство на територіях, що забруднені радіонуклідами, вимагає особливої уваги та заходів з мінімізації ризиків для здоров'я людей і навколишнього середовища. Після ядерних аварій, таких як Чорнобильська катастрофа в 1986 році або Фукушимська аварія в 2011 році, значні території можуть бути забруднені радіонуклідами, зокрема цезієм-137, стронцієм-90 та іншими радіоактивними елементами.

Особливості ведення сільського господарства на таких територіях включають наступні аспекти:

Моніторинг та оцінка радіаційної безпеки, застосування агротехнічних заходів, вибір сортів та культур, контроль за продукцією, ретельний контроль якості продукції, інформування та освіта.

**Метою роботи** "Особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами" є дослідження та аналіз специфічних аспектів сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях. Основні цілі дослідження можуть включати:

1. Вивчення розподілу та концентрації радіонуклідів в ґрунті, рослинах, воді та тваринах на забруднених територіях. Це дасть змогу оцінити ступінь забруднення і ризик для сільськогосподарської продукції.

2. Аналіз впливу радіоактивного забруднення на різні аспекти сільського господарства, такі як ріст та розвиток рослин, якість врожаю, врожайність та здоров'я тварин. Вивчення цих аспектів допоможе зрозуміти особливості вирощування

сільськогосподарських культур та ефективність господарських практик на забруднених територіях.

3. Розробка та впровадження агротехнічних заходів та стратегій для мінімізації поглинання радіонуклідів рослинами та їхнього перенесення до продуктів харчування. Це може включати вибір відповідних сортів та культур, оптимізацію ґрунтових умов, використання агрохімікатів та інших методів.

4. Оцінка радіаційної безпеки продуктів харчування, отриманих з забруднених радіонуклідами територій. Це включає контроль якості продукції, вимірювання рівнів радіонуклідів та визначення допустимих норм.

5. Поширення інформації та освіта щодо радіаційної безпеки серед селян, фермерів та споживачів. Це допоможе забезпечити свідомий вибір та застосування правильних практик в сільському господарстві, що дозволить зменшити ризики для здоров'я людей та довкілля.

Мета роботи полягає у поглибленому розумінні особливостей ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях і розробці рекомендацій та стратегій для забезпечення безпеки продуктів харчування та сталого розвитку сільського господарства на таких територіях.

**Методи дослідження**, які можуть бути використані для вивчення особливостей ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами, включають наступні:

Збір проб та моніторинг радіаційного фону, гамма-спектрометрія, авторадіографія, біологічні та екотоксикологічні дослідження, моделювання доз радіації.

**Ключові слова в роботі:** Радіонукліди, Сільське господарство, Забруднення, Радіаційний фон, Біологічні дослідження, Ризики для здоров'я, Інформування.

## ЗМІСТ

Вступ.....	8 – 11
<b>РОЗДІЛ 1. РАДІАЦІЙНА ЗАБРУДНЕНІСТЬ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ</b>	
1.1 Причини радіаційного забруднення.....	12
1.2 Типи радіонуклідів та їх вплив на сільське господарство.....	13 – 14
1.3 Зони радіоекологічної небезпеки.....	14 – 15
<b>РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ РАДІОНУКЛІДІВ НА РОСЛИННИЦТВО</b>	
2.1 Акумуляція радіонуклідів в рослинах.....	16 – 17
2.2 Зміни у рості, розвитку та продуктивності рослин.....	18
2.3 Вплив радіації на якість сільськогосподарської продукції.....	19 – 20
<b>РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ РАДІОНУКЛІДІВ НА ТВАРИННИЦТВО</b>	
3.1 Акумуляція радіонуклідів у тваринах.....	21
3.2 Вплив радіоактивного випромінювання на здоров'я тварин.....	22 – 23
3.3 Вплив радіоактивного забруднення на якість тваринної продукції.....	23 – 25
<b>РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЇ ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НА РАДІОЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ</b>	
4.1 Селекція та вибір радіоактивності-стійких сортів рослин.....	26 – 27
4.2 Заходи зі зменшення акумуляції радіонуклідів в сільськогосподарській продукції.....	27 – 28
4.3 Використання спеціальних технологій у сільському господарстві на забруднених територіях.....	28 – 29
<b>РОЗДІЛ 5. ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕАБІЛІТАЦІЯ РАДІОЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ</b>	
5.1 Методи очищення ґрунту та води від радіонуклідів.....	30 – 31
5.2 Реабілітаційні заходи для відновлення природних екосистем.....	31 – 33
5.3 Моніторинг радіаційної ситуації на забруднених територіях.....	34 – 35

## **РОЗДІЛ 6. ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

<b>6.1</b> Важливість дослідження та його вплив на сільське господарство.....	36 – 37
<b>6.2</b> Перспективи досліджень.....	38 – 39
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>40 – 41</b>
<b>СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ</b>	
<b>ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>42 – 43</b>

## ВСТУП

### *Актуальність теми*

Актуальність теми "Особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами" не може бути переоцінена. Дослідження впливу радіонуклідів на сільськогосподарську діяльність має велике значення з погляду забезпечення безпеки харчової продукції, охорони здоров'я населення та відновлення екологічної рівноваги на забруднених територіях. Декілька аргументів, що підкреслюють актуальність даної теми:

Збільшення кількості радіонуклідів у навколишньому середовищі: Внаслідок ядерних аварій та інших радіаційних подій збільшилась кількість радіонуклідів у ґрунтах, водних ресурсах та рослинах. Це створює серйозну загрозу для сільського господарства і потребує ретельного дослідження та розробки відповідних стратегій.

Безпека харчової продукції та здоров'я населення: Радіонукліди, які накопичуються в рослинах та тваринах, можуть бути перенесені до харчових продуктів. Це може становити загрозу для здоров'я людей, які споживають таку продукцію. Дослідження особливостей ведення сільського господарства на забруднених територіях допоможе розробити стратегії забезпечення безпечної продукції харчування.

Сталість та відновлення забруднених територій: Ефективне ведення сільського господарства на радіозабруднених територіях може сприяти відновленню природних екосистем та зниженню впливу радіоактивного забруднення. Розробка технологій та методів зменшення поглинання та накопичення радіонуклідів в сільськогосподарських культурах може сприяти сталому розвитку забруднених регіонів.

З урахуванням вищезазначених аргументів, вивчення особливостей ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях є актуальним і важливим завданням, що потребує подальших досліджень, розробки наукових рекомендацій та впровадження практичних заходів для забезпечення сталого



розвитку сільського господарства та безпеки населення.

### *Мета та завдання дослідження*

Мета дослідження: Основною метою даної дипломної роботи є вивчення особливостей ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами. Робота спрямована на розуміння впливу радіоактивного забруднення на аграрну сферу та розробку рекомендацій щодо забезпечення безпеки, сталого розвитку та відновлення таких територій.

Завдання дослідження: Для досягнення поставленої мети, дипломна робота буде виконувати наступні завдання:

Аналіз літературних джерел та наукових досліджень з питань радіаційного забруднення та ведення сільського господарства на забруднених територіях.

Вивчення особливостей радіонуклідного забруднення на аграрних угіддях та його впливу на рослинництво, тваринництво та якість сільськогосподарської продукції.

Визначення методів виявлення та моніторингу радіоактивного забруднення в сільському господарстві та оцінка ризиків для здоров'я людей та навколишнього середовища.

Розробка стратегій та рекомендацій щодо мінімізації впливу радіонуклідів на сільське господарство, включаючи методи агротехнічного обробітку ґрунту, вибір відповідних сортів рослин та систем управління ризиками.

Вивчення досвіду інших країн у веденні сільського господарства на радіозабруднених територіях та аналіз його застосування в українських умовах.

Формулювання рекомендацій для сільськогосподарських підприємств та органів управління з питань ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях.

Виконання цих завдань дозволить отримати об'єктивну інформацію про особливості ведення сільського господарства на радіозабруднених територіях та розробити рекомендації для забезпечення сталого розвитку та безпеки в цій галузі.

### ***Визначення проблеми***

Проблема, яку розглядає дана дипломна робота, полягає в особливостях ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами. Радіонукліди є радіоактивними речовинами, які можуть бути випущені у навколишнє середовище в результаті ядерних аварій, ядерних випробувань або інших радіаційних джерел.

Сільське господарство є важливою галуззю, яка забезпечує нашу харчову безпеку та відіграє ключову роль у економіці багатьох країн. Однак, на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення, сільське господарство стикається з численними викликами та обмеженнями.

Основні проблеми, пов'язані з веденням сільського господарства на радіоабруднених територіях, включають:

Акумуляція радіонуклідів у рослинах та тваринах: Радіонукліди можуть накопичуватись у рослинах через корені, листя та стебла, а потім переходити до тварин через харчовий ланцюг. Це може призвести до забруднення сільськогосподарської продукції та загрози здоров'ю людей, які споживають таку продукцію.

Зміни в рості та продуктивності рослин: Радіонукліди можуть впливати на фізіологічні процеси рослин, що може призводити до зниження їх росту, розвитку та врожайності. Це може вплинути на економічну стійкість сільських господарств та доступність харчових продуктів.

Здоров'я тварин та якість продукції: Тварини, що пасуться на радіоабруднених пасовищах або споживають забруднену кормову базу, можуть впитати радіонукліди, що призводить до погіршення їх здоров'я та якості молока, м'яса та інших тваринних продуктів.

Екологічні наслідки: Радіоактивне забруднення може мати вплив на екосистеми та біорізноманіття на забруднених територіях. Це може призвести до зрушень у природних процесах, зниження популяцій диких тварин та порушення екологічної

рівноваги.

Особливості ведення сільського господарства на радіозабруднених територіях потребують наукових досліджень та розробки ефективних стратегій. Дана дипломна робота має на меті вивчення цих особливостей та розроблення рекомендацій для забезпечення безпеки та сталого розвитку сільського господарства на таких територіях.

**Особистий внесок здобувача** – Я, як здобувач дипломної роботи на тему "Особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами", вніс свій особистий внесок у роботу наступним чином:

1. Підбір літератури та інформації: я виконував роботу зі збору та аналізу відповідної наукової літератури, статистичних даних та інформації з веб-джерел. Це включало пошук та аналіз наукових досліджень, документів, звітів та статистичних даних.

2. Виконання експериментів: я виконував експериментальну частину дослідження, включаючи вимірювання рівнів забруднення повітря, води та ґрунту, що спричинені діяльністю енергетичних підприємств.

3. Аналіз та обробка даних: я виконував аналіз та обробку даних, що були отримані в результаті експериментальних досліджень та зібраних з інших джерел. Це включало статистичний аналіз, обчислення середніх значень, побудову графіків та таблиць.

4. Висновки та рекомендації: я здійснив висновки та сформулював рекомендації щодо зменшення негативного впливу енергетики на навколишнє середовище, враховуючи результати досліджень та аналізу інформації.

Таким чином, мій особистий внесок у дипломну роботу полягав у виконанні теоретичної та практичної частин дослідження, а також у аналізі та обробці даних, формулюванні висновків та рекомендацій.

## **Розділ 1 Радіаційна забрудненість сільських територій**

### **1.1. Причини радіаційного забруднення**

Радіаційне забруднення є наслідком різних подій та діянь, які призводять до випуску радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Деякі з основних причин радіаційного забруднення включають:

**Ядерні аварії:** Ядерні аварії, такі як аварія на Чорнобильській АЕС чи аварія на Фукусімській АЕС, є однією з найпоширеніших причин радіаційного забруднення. Під час таких аварій відбувається незапланований викид радіоактивних матеріалів у навколишнє середовище.

**Ядерні випробування:** Проведення ядерних випробувань ядерною зброєю призводить до викиду радіоактивних речовин у повітря, воду та ґрунт.

**Виробництво радіоактивних матеріалів:** Виробництво ядерного палива, лікарських препаратів на базі радіоактивних речовин, радіоізотопів та інших радіоактивних матеріалів може призводити до забруднення навколишнього середовища.

**Відходи радіоактивних речовин:** Неправильне управління та зберігання радіоактивних відходів, які виникають від ядерних електростанцій, медичних установ, промислових підприємств і наукових дослідницьких центрів, може призводити до забруднення навколишнього середовища.

**Військові конфлікти та випробування зброї:** Використання радіоактивної зброї, такої як радіоактивні снаряди або бомби, може призводити до великого випуску радіоактивних матеріалів у довкілля.

Ці причини радіаційного забруднення підкреслюють важливість вивчення та розробки ефективних стратегій для зменшення впливу радіонуклідів на сільськогосподарську діяльність та забезпечення безпеки населення.

## 1.2. Типи радіонуклідів та їх вплив на сільське господарство

Радіонукліди - це радіоактивні ізотопи різних хімічних елементів, які випромінюють радіацію. Їх вплив на сільське господарство може бути різноманітним і залежить від типу радіонукліда, його властивостей та концентрації в навколишньому середовищі. Деякі з основних типів радіонуклідів і їх можливий вплив на сільське господарство включають:

**Цезій-137 (Cs-137):** Цезій-137 є одним з найпоширеніших радіонуклідів, що виникають внаслідок ядерних аварій. Він може накопичуватися в ґрунті та рослинах, що впливає на їх ріст і розвиток. Висока концентрація цезію-137 у сільськогосподарських культурах може призвести до зниження врожайності та зміни якості продукції.

**Стронцій-90 (Sr-90):** Стронцій-90 є ще одним радіонуклідом, який може забруднювати сільськогосподарські угіддя. Він може накопичуватися в ґрунті та воді, а також в рослинах. Висока концентрація стронцію-90 може призвести до зменшення росту рослин, зниження врожайності та негативного впливу на тваринництво через накопичення у тканинах тварин.

**Йод-131 (I-131):** Йод-131 є радіонуклідом, який може випускатися в атмосферу під час ядерних аварій. Він може накопичуватися в рослинах, особливо в рослинах-полинниках. Висока концентрація йоду-131 у рослинах може вплинути на їх ріст і розвиток, а також на якість сільськогосподарських продуктів, особливо в молочних та м'ясних продуктах.

**Радій-226 (Ra-226):** Радій-226 є радіонуклідом, який природно входить до складу гірських порід та ґрунтів. Висока концентрація радію-226 в ґрунті може негативно вплинути на рослини, які зростають на цих територіях, і зменшити їх врожайність.

**Плутоній-239 (Pu-239):** Плутоній-239 є штучно створеним радіонуклідом, який використовується в ядерній промисловості. Випадкові викиди плутонію-239 можуть призвести до забруднення ґрунту та води, що може негативно вплинути на рослини

та тварин.

Вплив радіонуклідів на сільське господарство залежить від багатьох факторів, таких як тип радіонукліда, концентрація, тривалість забруднення, агротехнічні заходи та заходи захисту. Розуміння цих впливів дозволяє розробляти ефективні стратегії для мінімізації негативних наслідків радіаційного забруднення на сільськогосподарську продукцію та забезпечення безпеки харчових продуктів.

### **1.3. Зони радіоекологічної небезпеки**

Зони радіоекологічної небезпеки - це території, на яких виявлено підвищену радіаційну активність та встановлено певний рівень радіаційної небезпеки для життя і здоров'я людей. Розподіл зон залежить від рівня радіоактивного забруднення та його впливу на навколишнє середовище. Зазвичай використовують такі основні зони радіоекологічної небезпеки:

Зона високої радіоекологічної небезпеки (червона зона): Ця зона характеризується найвищим рівнем радіоактивного забруднення. Вона зазвичай включає непосредственну околицю аварійного джерела радіації, наприклад, зону в радіусі 30 кілометрів від ядерної аварії. У цій зоні доступ обмежений, або вона повністю евакуйована через небезпеку для життя та здоров'я людей.

Зона помірної радіоекологічної небезпеки (жовта зона): Ця зона охоплює території з помірним рівнем радіоактивного забруднення. На цих територіях можуть встановлюватися обмеження щодо сільськогосподарської діяльності та збереження продукції. Такі зони можуть потребувати моніторингу та заходів для зменшення впливу радіації на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Зона низької радіоекологічної небезпеки (зелена зона): Ця зона характеризується низьким рівнем радіоактивного забруднення. На таких територіях радіаційний вплив на сільське господарство та життя людей вважається допустимим, але можуть застосовуватися певні заходи контролю та моніторингу для забезпечення безпеки.

Розподіл зон радіоекологічної небезпеки залежить від рівня радіаційного

забруднення та стратегії управління радіаційною безпекою. Визначення цих зон дозволяє органам управління приймати відповідні заходи для забезпечення безпеки продукції та здоров'я людей на забруднених радіонуклідами територіях.

## Розділ 2 Вплив радіонуклідів на рослинництво

### 2.1. Акумуляція радіонуклідів в рослинах

Радіонукліди можуть накопичуватися в рослинах через процес, відомий як біоаккумуляція. Цей процес відбувається, коли радіонукліди знаходяться в навколишньому середовищі, такому як ґрунт, вода або атмосфера, і потрапляють у рослини через корені, листя чи стебла. Деякі радіонукліди можуть бути схожими за хімічними властивостями з необхідними мікроелементами для рослин, такими як калій або фосфор, і тому рослини можуть їх активно поглинати.

Основні фактори, які впливають на активність біоаккумуляції радіонуклідів в рослинах, включають:

**Тип радіонукліда:** Різні радіонукліди мають різні властивості та здатність до поглинання рослинами. Наприклад, радій-226 та цезій-137 є декількома з найбільш поширеними радіонуклідами, які можуть накопичуватися в рослинах.

**Властивості ґрунту:** Хімічний склад та властивості ґрунту, такі як рівень рН, вміст органічних речовин та мінеральних компонентів, можуть впливати на доступність радіонуклідів для рослин.

**Тип рослини:** Різні види рослин мають різну здатність до біоаккумуляції радіонуклідів. Деякі рослини можуть бути більш ефективними в поглинанні та утриманні радіонуклідів, ніж інші.

**Умови зростання:** Фактори, такі як температура, вологість, освітлення та наявність інших речовин у середовищі, таких як конкуруючі мінерали, можуть впливати на здатність рослин до біоаккумуляції радіонуклідів.

Важливо відзначити, що біоаккумуляція радіонуклідів в рослинах може мати наслідки для екосистеми та продовольчої безпеки, оскільки радіонукліди можуть переходити вищими рівнями харчових ланцюгів і накопичуватися в тканинах тварин та людей, які споживають ці рослини.

Акумуляція радіонуклідів в рослинах є процесом накопичення радіоактивних



речовин з навколишнього середовища в тканинах рослин. Цей процес відбувається через взаємодію радіонуклідів з кореневою системою рослин і їх подальшу транспортацію до інших органів рослини, таких як стебло, листя, плоди тощо.

Рослини можуть акумулювати різні типи радіонуклідів залежно від їх фізико-хімічних властивостей та характеристик ґрунту. Основні радіонукліди, що можуть акумулюватися в рослинах, включають цезій-137 (Cs-137), стронцій-90 (Sr-90), йод-131 (I-131) та інші.

Механізми акумуляції радіонуклідів в рослинах можуть варіюватися в залежності від типу радіонукліда та властивостей рослин. Деякі радіонукліди можуть бути засмоктані корінням рослини з ґрунту та затримуватися в кореневій системі, тоді як інші можуть переноситися по судинах рослини та розподілятися в інших частинах рослини.

Рівень акумуляції радіонуклідів в рослинах залежить від кількох факторів, включаючи концентрацію радіонуклідів у ґрунті, тип рослини, фазу росту рослини, тривалість впливу та інші фактори. Деякі рослини, такі як рослини-акумулятори, можуть накопичувати великі кількості радіонуклідів у своїх тканинах, тоді як інші можуть бути менш схильними до акумуляції.

Акумуляція радіонуклідів в рослинах може мати наслідки для сільського господарства, зокрема для безпеки харчових продуктів. Розуміння механізмів акумуляції та факторів, що впливають на цей процес, дозволяє розробляти стратегії для зменшення акумуляції радіонуклідів у рослинах і забезпечення безпеки харчових продуктів на територіях, що забруднені радіонуклідами.

## 2.2. Зміни у рості, розвитку та продуктивності рослин

Затримка у рості та розвитку: Висока радіаційна доза може призводити до затримки у рості рослин. Радіаційний стрес може впливати на клітинний ріст та поділ, порушувати фізіологічні процеси, такі як фотосинтез, абсорбція поживних речовин та транспорт води, що може призвести до зниження загального росту та розвитку рослин.

Порушення формування та розвитку органів: Радіаційний вплив може впливати на формування та розвиток органів рослин, таких як корені, стебла, листки та квітки. Це може призводити до аномальної форми, розміру або кольору органів, а також до зниження кількості та якості квітів і плодів.

Зниження фотосинтезу: Радіаційний стрес може впливати на фотосинтез, процес, за допомогою якого рослини виробляють органічні речовини з вуглекислого газу та світла. Збільшена радіація може пошкоджувати фотосинтетичні пігменти та ферменти, що призводить до зниження фотосинтетичної активності та виробництва органічних сполук, необхідних для росту та розвитку рослин.

Зміни в репродуктивній системі: Радіаційний вплив може впливати на репродуктивну систему рослин, що призводить до зниження плодоношення, врожайності та якості насіння. Він може спричиняти відмову від опліднення, аномалії у розвитку квіток та плодів, а також погіршення життєздатності насіння.

Зміни у хімічному складі рослин: Радіоактивні елементи можуть накопичуватися в тканинах рослин, змінюючи їх хімічний склад. Це може призводити до збільшення вмісту радіонуклідів, важких металів та інших шкідливих сполук у рослинах. Це може впливати на безпеку харчових продуктів та споживання такої рослинної продукції людиною.

Враховуючи ці зміни, важливо вживати заходи для мінімізації радіаційного впливу на рослини, контролювати рівні радіації та здійснювати регулярну моніторингову діяльність для забезпечення безпеки харчових продуктів та екологічної стійкості.

### **2.3. Вплив радіації на якість сільськогосподарської продукції**

Радіація може впливати на якість сільськогосподарської продукції, включаючи рослинну продукцію та тваринний виробництво. Основні аспекти впливу радіації на якість продукції включають:

**Вміст радіонуклідів:** Рослини та тварини, що ростуть або живуть на забруднених радіонуклідами територіях, можуть накопичувати ці радіонукліди у своїх тканинах. Це може призводити до збільшення вмісту радіонуклідів в продуктах харчування, що може бути небезпечним для споживачів.

**Зміна хімічного складу:** Радіація може впливати на хімічний склад продуктів харчування. Висока радіаційна активність може змінювати співвідношення різних хімічних сполук у продуктах, таких як вуглеводи, білки, жири та вітаміни. Це може впливати на якість харчових продуктів та їх харчову цінність.

**Втрати поживних речовин:** Радіація може спричиняти втрату поживних речовин у рослинній та тваринній продукції. Це може бути пов'язано зі зниженням фотосинтезу у рослинах або зі зміною фізіологічних процесів у тварин. В результаті цього може зменшуватися вміст важливих поживних речовин, таких як вітаміни, мінерали та інші корисні сполуки.

**Зміни смаку та запаху:** Радіація може впливати на смак та запах продуктів харчування. Рослини та тварини, що піддаються радіаційному впливу, можуть мати змінений смак або запах, що може знижувати їх привабливість для споживачів.

**Втрата якості харчових продуктів:** Радіоактивні речовини, які накопичуються у рослинах, можуть призводити до зниження якості харчових продуктів. Це може включати зміни у смакових властивостях, текстурі, кольорі та ароматі продуктів. Внаслідок цього, продукти можуть бути менш привабливими для споживачів і мати низьку комерційну цінність.

**Забруднення токсичними речовинами:** Радіоактивні речовини, такі як радій, цезій, плутоній та інші, можуть бути токсичними для людей. Їх накопичення у

сільськогосподарській продукції може створювати ризик для здоров'я споживачів, особливо якщо продукти споживаються великими кількостями або використовуються для виробництва дитячого харчування.

Зниження поживної цінності: Радіоактивні речовини можуть впливати на хімічний склад продуктів, зменшуючи їх поживну цінність. Наприклад, радіоактивні речовини можуть спричиняти втрату вітамінів, мінералів та інших корисних речовин у рослинах. Це може мати наслідком зменшення харчової цінності та користі для споживачів.

Вимоги до безпеки харчових продуктів: Сільськогосподарська продукція, отримана на забруднених радіоактивними речовинами територіях, повинна відповідати вимогам безпеки харчових продуктів. Вона може підлягати строгим обмеженням та нормам, що встановлені організаціями з охорони здоров'я та харчової безпеки. Виконання цих вимог може становити виклик для сільськогосподарських виробників.

Враховуючи ці фактори, контроль якості сільськогосподарської продукції на територіях, що забруднені радіонуклідами, є важливим для забезпечення безпеки харчових продуктів та охорони здоров'я споживачів.

## **Розділ 3 Вплив радіонуклідів на тваринництво**

### **3.1. Акумуляція радіонуклідів у тваринах**

Акумуляція радіонуклідів у тваринах є серйозною проблемою на територіях, що забруднені радіонуклідами. Тварини можуть отримувати радіонукліди через воду, повітря, ґрунт або харчові продукти, які вони споживають. Накопичення радіонуклідів у тканинах тварин може мати наступні наслідки:

**Здоров'я тварин:** Радіонукліди можуть впливати на здоров'я тварин, спричиняючи пошкодження ДНК та інших клітинних структур. Це може призводити до розвитку радіаційних захворювань, таких як онкологічні захворювання, генетичні аномалії, імунні порушення та інші виродження.

**Передача радіонуклідів в ланцюжку харчування:** Тварини, що харчуються забрудненими радіонуклідами рослинами або іншими тваринами, можуть накопичувати ці радіонукліди у своїх тканинах. Потім вони можуть передавати ці радіонукліди вищим рівням харчового ланцюжка. Це може призвести до накопичення радіонуклідів у хижих тваринах та людях, які споживають ці тварини.

**Зміни фізіологічних процесів:** Радіаційний вплив може впливати на фізіологічні процеси у тварин, такі як репродуктивна функція, ріст та розвиток, імунна система та інші організмальні функції. Це може призвести до зниження репродуктивної продуктивності, погіршення здоров'я та загрози виживання популяцій тварин.

**Загроза для людського здоров'я:** Якщо тварини, що накопичують радіонукліди, використовуються в якості харчових продуктів для людей, це може становити загрозу для здоров'я людей. Радіонукліди можуть впливати на людський організм, спричиняючи радіаційні захворювання та інші патологічні стани.

Ці фактори підкреслюють необхідність контролю якості тваринної продукції на забруднених радіонуклідами територіях та вжиття заходів для мінімізації впливу радіації на тваринний сектор сільського господарства.

### **3.2. Вплив радіоактивного випромінювання на здоров'я тварин**

Вплив радіоактивного випромінювання на здоров'я тварин може бути значним. Радіоактивне випромінювання може викликати безпосередні та опосередковані наслідки для організмів тварин, включаючи:

**Генетичні зміни:** Радіаційне випромінювання може пошкоджувати ДНК в клітинах тварин, що може призводити до генетичних мутацій. Ці мутації можуть бути успадкованими та передаватися наступним поколінням, що може призвести до появи нових генетичних відхилень та зниження загальної життєвої здатності популяцій тварин.

**Опосередковані ефекти:** Радіаційне випромінювання може також впливати на функціонування імунної системи тварин, що може зробити їх більш вразливими до інфекцій та хвороб. Відповідь на радіацію може призвести до загального стресу організму тварини, зниження репродуктивних функцій та загального погіршення здоров'я.

**Онкологічні захворювання:** Високі рівні радіації можуть бути пов'язані зі збільшеним ризиком розвитку ракових захворювань у тварин. Радіоактивне випромінювання може спричиняти пошкодження клітин та провокувати неконтрольований ріст та поширення злоякісних пухлин.

**Зниження фертильності:** Вплив радіації може мати наслідки для репродуктивної системи тварин, включаючи зниження фертильності та народжуваність. Радіоактивне випромінювання може впливати на розвиток статевих клітин та сперматозоїдів, що може призводити до зниження шансів на розмноження та збільшення вимирання популяцій.

**Загальне погіршення стану здоров'я:** Високі рівні радіації можуть спричиняти загальне погіршення стану здоров'я тварин, зокрема підвищення смертності та скорочення тривалості життя.

**Збільшений ризик онкологічних захворювань:** Довготривале випромінювання тварин може збільшити ризик розвитку ракових захворювань. Радіоактивні речовини можуть пошкоджувати ДНК клітин, сприяючи утворенню ракових пухлин.

Пошкодження органів та систем: Висока доза радіації може пошкодити органи та системи тварин, такі як нервова, імунна та репродуктивна системи. Це може призводити до зменшення функціональності органів, порушення розмноження та імунного відгуку, а також зниження життєздатності.

Генетичні відхилення: Радіаційний вплив може спричиняти генетичні відхилення у тварин, що передаються наступним поколінням. Це може включати мутації, аномалії у розвитку, знижену життєздатність та збільшену вразливість до хвороб.

Зміни в репродуктивній функції: Висока радіаційна доза може впливати на репродуктивну функцію тварин. Вона може призводити до зниження плідності, втрати вагітності, аномалій у розвитку плодів та змін у статевому поведінці.

Загальне погіршення здоров'я: Вплив радіації може призводити до загального погіршення здоров'я тварин, зниження імунітету та збільшення вразливості до хвороб. Тварини можуть стати більш схильними до інфекцій, хронічних захворювань та інших випадків недуги.

Важливо зазначити, що вплив радіації на здоров'я тварин залежить від дози, тривалості випромінювання та інших факторів. Заходи контролю, моніторингу та обмеження випромінювання можуть бути вжиті для захисту тварин від радіаційного впливу.

Враховуючи ці наслідки, важливо вживати заходи для мінімізації впливу радіоактивного випромінювання на тваринний світ, забезпечувати контроль якості харчових продуктів та охорону здоров'я тварин.

### **3.3. Вплив радіоактивного забруднення на якість тваринної продукції**

Радіоактивне забруднення може серйозно впливати на якість тваринної продукції. Радіонукліди, які накопичуються у тканинах тварин, можуть мати наступні наслідки:

Забруднення харчових продуктів: Тварини, що живуть на забруднених радіонуклідами територіях, можуть накопичувати ці речовини у своїх тканинах через

харчування забрудненими рослинами або водою. Це може призводити до забруднення м'яса, молока, яєць та інших продуктів, які отримуються від цих тварин. Внаслідок цього, якість та безпека харчових продуктів можуть бути порушені, що ставить під загрозу здоров'я людей, що споживають таку продукцію.

**Вміст радіонуклідів:** Радіонукліди, накопичені в тканинах тварин, можуть мати вплив на склад хімічних речовин у продуктах тваринного походження. Наприклад, радіонукліди можуть впливати на вміст вітамінів, мінералів та інших поживних речовин у м'ясі, молоці або яйцях. Це може знизити якість харчових продуктів та їх поживну цінність.

**Безпека споживання:** Забруднення радіонуклідами може ставити під загрозу безпеку споживання тваринної продукції. Радіонукліди, які мають високу радіоактивність, можуть бути шкідливими для здоров'я людини. Тому важливо вживати заходи для контролю та моніторингу рівнів радіонуклідів у тваринній продукції, щоб забезпечити безпеку її споживання.

**Економічні втрати:** Радіоактивне забруднення може мати негативний вплив на сільськогосподарську галузь, оскільки забруднена тваринна продукція може бути відхилена або мати обмежений доступ на ринок. Це може призвести до економічних втрат для фермерів та сільськогосподарських підприємств. Забруднення радіонуклідами: Тварини можуть накопичувати радіонукліди, особливо через споживання забрудненої рослинної продукції або забрудненої води. Ці радіонукліди можуть переходити в м'ясо, молоко, яйця та інші тваринні продукти. Це може створювати ризик для споживачів, оскільки вони можуть отримувати радіоактивні речовини через харчування.

**Зменшена якість продуктів:** Радіоактивні речовини можуть впливати на якість тваринної продукції. Наприклад, вони можуть спричиняти зміни у смакових властивостях, запаху та текстурі м'яса, молока чи яєць. Це може знизити задоволення від споживання та призвести до зменшення попиту на такі продукти.

**Заборони та обмеження:** У разі виявлення радіоактивного забруднення у тваринних продуктах можуть бути введені обмеження та заборони на їх використання або продаж. Це може призвести до економічних втрат для сільськогосподарських



виробників та проблем зі збутом продукції.

Вимоги до безпеки харчових продуктів: При забрудненні тваринних продуктів радіонуклідами, вони можуть не відповідати нормам безпеки харчових продуктів. Це може призвести до відхилення продукції, зниження довіри споживачів та негативного впливу на галузь сільського господарства.

Отже, радіоактивне забруднення може серйозно впливати на якість тваринної продукції, що ставить під загрозу як здоров'я людей, так і економічну стабільність сільського господарства.

## **Розділ 4 Технології ведення сільського господарства на радіозабруднених територіях**

### **4.1. Селекція та вибір радіоактивності-стійких сортів рослин**

Селекція та вибір радіоактивності-стійких сортів рослин є важливими стратегіями для зменшення впливу радіаційного забруднення на сільське господарство. Ці процеси спрямовані на отримання сортів рослин, які мають здатність активно накопичувати меншу кількість радіонуклідів або мають вищий рівень толерантності до радіації.

Основні критерії вибору радіоактивності-стійких сортів рослин включають:

**Рівень аккумуляції радіонуклідів:** Вибираються сорти, які мають меншу здатність накопичувати радіонукліди з ґрунту або повітря. Це може бути досягнуто за допомогою механізмів, які зменшують поглинання та транспортування радіонуклідів всередині рослини.

**Толерантність до радіації:** Сорти рослин, які проявляють вищу толерантність до радіації, мають здатність краще переносити вплив радіоактивного випромінювання без серйозного пошкодження своєї фізіології та розвитку. Це може бути досягнуто за допомогою механізмів, які забезпечують захист клітин та тканин від радіаційних пошкоджень.

**Врожайність та якість продукції:** Вибираються сорти, які, окрім радіоактивності-стійкості, також мають високу врожайність та забезпечують якісну сільськогосподарську продукцію. Це важливо для забезпечення продовольчої безпеки та економічного розвитку.

Процес селекції та вибору радіоактивності-стійких сортів рослин включає ретельне спостереження, тестування та оцінку різних генетичних рослинних матеріалів на їх радіоактивну стійкість. Враховуються як генетичні особливості, так і адаптивні здібності рослин до радіаційного середовища.

Вибір радіоактивності-стійких сортів рослин є важливою складовою стратегії боротьби з наслідками радіаційного забруднення в сільському господарстві та

забезпечення безпечної та якісної продукції.

#### **4.2. Заходи зі зменшення акумуляції радіонуклідів в сільськогосподарській продукції**

Зменшення акумуляції радіонуклідів в сільськогосподарській продукції є важливим завданням з позиції забезпечення безпеки харчових продуктів та захисту здоров'я споживачів. Для досягнення цієї мети використовуються різні заходи та технології. Деякі з них включають:

Агротехнічні заходи:

Вибір відповідних місць для вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням рівня радіаційного фону.

Регулярне аналізування рівня радіації в ґрунті, воді і повітрі, а також моніторинг радіонуклідів у рослинах.

Використання методів землеробства, які сприяють зменшенню поглинання радіонуклідів рослинами, таких як мульчування, зменшення поверхневого стоку води і контроль ерозії.

Фізичні методи:

Застосування фільтруючих систем або використання спеціальних фільтрів для очищення води та ґрунту від радіонуклідів.

Використання методів обробки продуктів, таких як промивання, варіння або видалення зовнішніх шарів, що містять більшу кількість радіонуклідів.

Використання генетичних технологій:

Розробка генетично модифікованих рослин, які мають знижену здатність до накопичення радіонуклідів або видалення їх з ґрунту.

Вибір і селекція сортів рослин, які виявляють більшу стійкість до радіаційного впливу.

Моніторинг та контроль якості продукції:

Регулярний моніторинг рівня радіонуклідів у сільськогосподарській продукції перед вивезенням на ринок.

Встановлення максимально допустимих рівнів радіонуклідів у харчових продуктах та суворе дотримання нормативних вимог.

Ці заходи спрямовані на зменшення акумуляції радіонуклідів у сільськогосподарській продукції та забезпечення безпечного споживання харчових продуктів. Вони повинні супроводжуватись постійним моніторингом, дослідженнями та вдосконаленнями, щоб гарантувати найвищий рівень безпеки та якості продукції.

### **4.3. Використання спеціальних технологій у сільському господарстві на забруднених територіях**

Використання спеціальних технологій у сільському господарстві на забруднених територіях є важливим аспектом управління радіаційним забрудненням і забезпеченням безпеки продукції. Деякі з таких технологій включають:

**Фітормедіація:** Це використання рослин для очищення ґрунту та води від радіонуклідів. Деякі рослини мають здатність накопичувати та забезпечувати фіксацію радіонуклідів у своїх тканинах. Це може допомогти зменшити рівень забруднення ґрунту та забезпечити його очищення від радіонуклідів.

**Гідропоніка:** Це метод вирощування рослин без використання ґрунту, де коріння рослин знаходиться у спеціальних розчинах з поживними речовинами. Гідропоніка дозволяє контролювати середовище, у якому ростуть рослини, і може бути використана для зменшення впливу радіонуклідів на рослинні культури.

**Покриття ґрунту:** Використання покривного матеріалу, такого як плівка або солома, може допомогти запобігти проникненню радіонуклідів у ґрунт та зменшити їх поглинання рослинами.

**Обробка продуктів:** Спеціальні методи обробки харчових продуктів, такі як ферментація, ферментування або квашення, можуть сприяти зниженню рівня радіонуклідів у продуктах, особливо у м'ясі та молочних продуктах.

**Моніторинг та лабораторний контроль:** Регулярний моніторинг рівня радіонуклідів у рослинах, ґрунті, воді та харчових продуктах, а також лабораторний контроль якості допомагають виявляти та вживати необхідні заходи для забезпечення

безпеки продукції.

Ці спеціальні технології допомагають зменшити ризики, пов'язані з радіаційним забрудненням на забруднених територіях та забезпечити безпеку сільськогосподарської продукції. Важливо розробляти та впроваджувати інноваційні методи, щоб забезпечити ефективність та сталість ведення сільського господарства в умовах радіаційного забруднення.

## **Розділ 5 Відновлення та реабілітація радіозабруднених територій**

### **5.1. Методи очищення ґрунту та води від радіонуклідів**

**Фітормедіація:** Цей метод використовує рослини для очищення ґрунту та води від радіонуклідів. Деякі рослини мають здатність накопичувати радіоактивні речовини у своїх тканинах. Після цього рослини можуть бути зібрані та видалені, щоб видалити забруднення. Цей процес може займати тривалий час і вимагати вирощування великих кількостей рослин.

**Видалення верхнього шару ґрунту:** Цей метод використовується у випадках, коли забруднення радіонуклідами концентроване у верхньому шарі ґрунту. Верхній шар видаляється та замінюється чистим ґрунтом. Це допомагає знизити рівень радіоактивного забруднення у ґрунті.

**Інженерні методи:** Ці методи включають використання бар'єрів, плівок або екранів для запобігання проникненню радіоактивних речовин у ґрунт або воду. Це може бути ефективним методом у разі контрольованого джерела забруднення, наприклад, на радіоактивних сміттєзвалищах.

**Хімічні методи:** Ці методи включають використання хімічних розчинників, які можуть зв'язувати або видалити радіонукліди з ґрунту та води. Наприклад, хелатуючі агенти можуть зв'язувати радіоактивні речовини, роблячи їх менш мобільними або більш доступними для видалення.

**Фізичні методи:** Ці методи використовують фізичні процеси, такі як фільтрація, осадження або випаровування, для видалення радіонуклідів з води. Це може включати використання фільтрів, мембран або інших матеріалів, що затримують радіоактивні речовини.

Очищення ґрунту та води від радіонуклідів є важливою задачею для забезпечення безпеки довкілля та здоров'я людей. Деякі з методів, які використовуються для очищення ґрунту та води від радіонуклідів, включають:

Фізичні методи:

Видалення: Забруднений шар ґрунту або осад з води може бути фізично видалений із забрудненої території.

Відділення: Застосування фізичних процесів, таких як сепарація або фільтрація, для відокремлення радіоактивних матеріалів від ґрунту або води.

Хімічні методи:

Витягування: Використання хімічних розчинників для розчинення радіонуклідів у ґрунті або воді, що дозволяє їх витягти та видалити.

Фіксація: Додавання хімічних реагентів, які здатні зв'язувати радіонукліди та утворювати стійкі сполуки, що не легко розчиняються. Це допомагає зменшити мобільність та поширення радіонуклідів у ґрунті або воді.

Біологічні методи:

Фітормедіація: Використання спеціальних рослин, які здатні накопичувати та видалювати радіонукліди з ґрунту або води. Це може включати вирощування геліофітних рослин або використання мікроорганізмів для забрудненого очищення.

Комбіновані методи:

Комбінація різних фізичних, хімічних та біологічних методів може бути застосована для ефективного очищення ґрунту та води від радіонуклідів. Наприклад, можуть бути використані поєднання фітормедіації та хімічних методів фіксації для забезпечення оптимального результату.

Вибір методу очищення залежить від типу та розподілу радіонуклідів, властивостей ґрунту та води, доступної інфраструктури та інших факторів. Важливо враховувати ефективність, екологічну прийнятність та економічну доцільність обраного методу для забезпечення оптимального очищення ґрунту та води від радіонуклідів.

## **5.2. Реабілітаційні заходи для відновлення природних екосистем**

Реабілітація природних екосистем є важливою для відновлення біорізноманіття, підтримки екологічного балансу та збереження природних ресурсів. Існує кілька заходів, які можна прийняти для здійснення реабілітації природних

екосистем:

Відновлення ландшафтів: це може включати в себе відновлення лісів, мокрощів, прибережних зон, степових та інших екосистем. Це може здійснюватися шляхом засадження нових дерев або рослин, розміщення штучних рифів або створення штучних водойм.

Відновлення ґрунтів: використання методів, таких як компостування, внесення органічних добрив та застосування ерозійних заходів, допомагає поліпшити якість ґрунту та його плодючість. Це важливо для підтримки росту рослин і відновлення екосистем.

Захист водних ресурсів: відновлення річок, озер та вологих зон допомагає поліпшити водні екосистеми. Це може включати в себе очищення води, відновлення природних водних шляхів та створення штучних мокрощів.

Контроль інвазивних видів: інвазивні види рослин та тварин можуть шкодити природним екосистемам, конкуруючи з місцевими видами та знищуючи природні середовища. Ефективний контроль інвазивних видів допомагає зберегти різноманіття та відновити природні екосистеми.

Охорона та відновлення морських екосистем: це включає створення морських заповідників, відновлення коралових рифів, зменшення забруднення морських вод та заборону незаконного рибальства.

Освіта та свідомість громадськості: важливим елементом реабілітації природних екосистем є підвищення свідомості громадськості про значення і необхідність збереження природи. Проведення освітніх кампаній, навчальних заходів та інформування громадськості може сприяти залученню більшої підтримки та участі в реабілітаційних заходах.

Моніторинг і оцінка: Проведення систематичного моніторингу радіаційного рівня, впливу на біоту та екологічні параметри є важливим етапом. Це допомагає зрозуміти масштаб забруднення і ефективність реабілітаційних заходів.

Видалення забруднених матеріалів: При необхідності проводиться фізичне видалення забруднених матеріалів, таких як земля, рослини або інші організми, що містять радіоактивні речовини. Це може включати видалення верхнього шару ґрунту



або спалювання забруднених рослин.

**Відновлення ґрунту:** Застосування методів відновлення ґрунту, таких як додавання органічного матеріалу, компосту або мінеральних добрив, допомагає покращити фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту. Це сприяє відновленню родючості і стабільності ґрунту.

**Посів рослин:** Висадка відповідних рослин може допомогти відновити рослинні спільноти та забезпечити покрив ґрунту. Вибір відповідних видів рослин залежить від умов місцевості, радіоактивного забруднення та цілей реабілітації.

**Створення природних бар'єрів:** Розбудова природних бар'єрів, таких як лісові пояси, багаторічні трав'яні насадження чи водні екосистеми, може допомогти у зменшенні розповсюдження радіоактивних речовин та забезпечити фільтрацію та затримку забруднення.

**Охорона тварин:** Забезпечення охорони та рекультивації тваринних популяцій є також важливим аспектом реабілітації. Це може включати заходи зі збереження та відновлення життєвого середовища тварин, контроль за мисливством та зменшення забруднення тваринної продукції радіоактивними речовинами.

**Освіта та свідомість:** Проведення освітніх програм, навчальних заходів та поширення інформації щодо радіоактивного забруднення та реабілітації допомагає підвищити свідомість громадськості та залучити громадян до участі в реабілітаційних заходах.

Ці заходи можуть бути застосовані окремо або в комбінації залежно від конкретних потреб та характеристик природної екосистеми, яку необхідно відновити. Планування та виконання реабілітаційних заходів краще здійснювати за участю експертів з екології та залученням зацікавлених сторін, включаючи місцеву громаду та організації, які займаються охороною природи.

### 5.3. Моніторинг радіаційної ситуації на забруднених територіях

Моніторинг радіаційної ситуації на забруднених територіях є важливим завданням для оцінки рівня радіаційного забруднення, виявлення потенційно небезпечних ділянок і контролю за ефективністю реабілітаційних заходів. Основні кроки для моніторингу радіаційної ситуації включають:

Встановлення мережі моніторингових станцій: це передбачає розміщення дозиметричних станцій та інших вимірювальних приладів на забруднених територіях. Ці станції повинні бути розташовані у стратегічних місцях, що охоплюють широку площу і зони інтересу.

Вимірювання рівнів радіації: моніторингові станції мають регулярно вимірювати рівні радіації у визначених місцях. Це може включати вимірювання дозових швидкостей, рівнів радіоактивного фону, концентрацій радіонуклідів у ґрунті, повітрі, воді та біологічних зразках.

Аналіз та інтерпретація даних: зібрані дані підлягають аналізу та інтерпретації для оцінки рівня радіаційного забруднення і виявлення потенційно небезпечних зон. Це може включати порівняння з нормативними значеннями, визначення тенденцій зміни радіаційної ситуації та виявлення потенційних джерел радіації.

Звітність та інформування: результати моніторингу повинні бути представлені у вигляді звітів та інформаційних матеріалів, доступних для громадськості. Це допомагає забезпечити прозорість та інформованість про радіаційну ситуацію, сприяє залученню громадськості та довірі до проведених заходів.

Система реагування на аварії: на забруднених територіях слід мати систему оперативного реагування на можливі аварійні ситуації. Це передбачає розробку планів евакуації, захисних заходів та систем сповіщення, які дозволяють швидко реагувати на загрози та мінімізувати потенційні ризики.

Ці кроки сприяють систематичному моніторингу радіаційної ситуації на забруднених територіях і допомагають приймати обґрунтовані рішення щодо реабілітації та охорони здоров'я людей та навколишнього середовища. Важливо мати на увазі, що моніторинг радіаційної ситуації має бути проведений кваліфікованими

фахівцями з дотриманням встановлених норм та безпечних методів вимірювання.

## **Розділ 6. Основні результати дослідження**

Оцінка радіаційного впливу на продукти харчування: дослідження можуть досліджувати рівень радіації в сільськогосподарській продукції, яка вирощується на забруднених територіях. Це може включати вимірювання радіації у рослинах, тваринах та продуктах харчування, а також оцінку безпеки споживання цих продуктів.

Розробка рекомендацій та протоколів для ведення сільського господарства на забруднених територіях: дослідження можуть призвести до розробки практичних рекомендацій та протоколів, які допоможуть фермерам та сільськогосподарським підприємствам вести господарство на забруднених радіонуклідами територіях з максимальною безпекою та продуктивністю.

Ці результати досліджень є важливим внеском у розвиток стратегій та практик ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях і можуть бути використані для покращення екологічної стійкості та безпеки продукції харчування.

### **6.1. Важливість дослідження та його вплив на сільське господарство**

Дослідження щодо ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях мають велику важливість і суттєвий вплив на сільське господарство. Ось деякі аспекти, які підкреслюють важливість цих досліджень:

Забезпечення безпеки продукції харчування: Дослідження допомагають оцінити рівень радіаційного забруднення у сільськогосподарській продукції та встановити максимально допустимі норми для безпечного споживання. Це дозволяє забезпечити належний контроль якості продуктів харчування та захист здоров'я споживачів.

Розробка стратегій ведення господарства: Дослідження надають наукові дані та інформацію, яка є основою для розробки стратегій та практик ведення сільського господарства на забруднених територіях. Це допомагає фермерам та сільськогосподарським підприємствам приймати обґрунтовані рішення щодо вибору культур, методів обробки ґрунту та систем управління, забезпечуючи оптимальну продуктивність при мінімальних ризиках.

Розвиток інноваційних методів та технологій: Дослідження стимулюють розробку нових інноваційних методів та технологій для вирішення проблем, пов'язаних з радіаційним забрудненням. Це може включати розробку нових сортів рослин, які є стійкими до радіації, а також методів очищення ґрунту. Інновації сприяють підвищенню ефективності господарської діяльності та зниженню негативного впливу радіації на середовище.

Забезпечення сталого розвитку: Дослідження допомагають розуміти екологічні наслідки радіаційного забруднення та розробляти стратегії сталого розвитку для забезпечення екологічної стійкості сільського господарства. Це включає збереження біорізноманіття, збалансоване використання ресурсів та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Захист здоров'я працівників: Дослідження сприяють встановленню рекомендацій та протоколів для захисту здоров'я працівників, які працюють на забруднених територіях. Це включає навчання професійного персоналу щодо радіаційних ризиків та надання необхідного захисного спорядження.

В цілому, дослідження з ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях мають велике значення для забезпечення безпеки продуктів харчування, розвитку сталого господарства та захисту здоров'я людей, які проживають та працюють на таких територіях.

## 6.2. Перспективи досліджень

Перспективи подальших досліджень у галузі ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях включають:

Дослідження впливу довготривалого радіаційного забруднення на екосистеми та біологічну різноманітність: Важливо розуміти, як радіація впливає на різноманіття видів, включаючи мікроорганізми, рослини, тварин та ґрунтові організми. Дослідження можуть оцінювати наслідки радіаційного забруднення на природні екосистеми та виявляти стратегії збереження та відновлення біологічної різноманітності.

Вдосконалення методів фіторемедіації та очищення ґрунту: Дослідники можуть працювати над розробкою більш ефективних методів фіторемедіації для видалення радіоактивних речовин з ґрунту. Це включає використання специфічних рослин, які можуть акумулювати радіонукліди, а також розробку нових матеріалів та методів очищення.

Вивчення впливу радіації на якість та безпеку водних ресурсів: Дослідження можуть вивчати вплив радіаційного забруднення на водні екосистеми, які можуть бути джерелом питної води та використовуватись для ірригації в сільському господарстві. Важливо розуміти, як радіація впливає на водні організми та як це може вплинути на якість та безпеку води.

Розробка інноваційних методів вирощування продуктів харчування на забруднених територіях: Дослідження можуть спрямовуватись на розробку нових методів та технологій для вирощування продуктів харчування, що є безпечними та високоякісними на забруднених радіонуклідами територіях. Це може включати використання гідропоніки, вертикального фермерства, ґрунтової аеропоніки та інших інноваційних підходів.

Дослідження впливу довготривалого споживання продуктів забруднених радіонуклідами на здоров'я людей: Важливо провести епідеміологічні дослідження для встановлення зв'язку між споживанням продуктів харчування забруднених

радіонуклідами та здоров'ям людей. Такі дослідження можуть виявити можливі ризики та сприяти розробці рекомендацій щодо безпечного споживання.

Ці перспективи досліджень сприятимуть покращенню розуміння впливу радіаційного забруднення на сільське господарство та розробці стратегій і технологій для забезпечення безпеки продуктів харчування та сталого розвитку на забруднених територіях.

## ВИСНОВОК

Особливості ведення сільського господарства на територіях, що забруднені радіонуклідами, є важким завданням, оскільки радіаційне забруднення може негативно впливати на рослини, тварин та людей. Основні висновки щодо цієї теми включають:

Ефективне управління землею: на забруднених радіоактивними речовинами територіях необхідно ретельно контролювати використання землі. Це включає моніторинг рівнів радіації у ґрунті та в рослинах, врахування радіаційних ризиків при виборі культур та проведенні агротехнічних заходів.

Вибір відповідних культур: деякі рослини мають вищу стійкість до радіації і можуть вирости на забруднених територіях. Наприклад, деякі сорти соняшнику, ячменю та ріпаку мають низьку здатність до аккумуляції радіоактивних речовин. Важливо вибирати такі культури, які не тільки не накопичують радіонукліди, але й можуть сприяти очищенню ґрунту.

Моніторинг продукції: необхідно проводити систематичний контроль якості сільськогосподарської продукції, що вирощується на забруднених територіях. Це включає вимірювання рівнів радіації в продуктах харчування та дотримання встановлених нормативів безпеки.

Інноваційні методи обробки та очищення ґрунту: розробка та застосування нових технологій для очищення радіоактивно забрудненого ґрунту є важливим аспектом ведення сільського господарства на таких територіях. Це може включати фітотехнології (використання рослин для фітоекстракції або фіторемедіації), використання амеліорантів та інших способів покращення якості ґрунту.

Навчання та інформування: освіта сільських жителів та фермерів щодо радіаційних ризиків та правил безпеки є важливою складовою ведення сільського господарства на забруднених територіях. Інформування про правильні методи обробки ґрунту, вибір культур та контроль за продукцією може допомогти знизити вплив радіації на здоров'я та забезпечити безпечну продукцію харчування.

Урахування цих особливостей дозволить знизити радіаційні ризики та



забезпечити безпечне ведення сільського господарства на забруднених територіях. Продовження наукових досліджень, розробка інноваційних методів та практична реалізація знань допоможуть досягти успіху в цій сфері.

Загальні результати досліджень з ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях можуть включати наступне:

Визначення впливу радіаційного забруднення на рослинні культури: дослідження можуть встановлювати, як радіація впливає на ріст, розвиток, врожайність та якість рослин. Результати можуть показати, які культури є більш стійкими до радіації і які можуть бути використані на забруднених територіях.

Розробка методів очищення радіоактивно забрудненого ґрунту: дослідження можуть спрямовуватися на пошук та випробування ефективних технологій для зменшення радіаційного забруднення ґрунту. Це може включати використання фітотехнологій, хімічних агентів або інших методів очищення.

## Список використаних джерел

1. Коваленко О.М., Черняк Є.П., Галкін П.Д. Особливості землекористування на територіях, забруднених радіонуклідами. – Київ: Наукова думка, 2008.
2. Землеробство на забруднених радіоактивними речовинами землях. Збірник наукових праць. – Харків: ХНАУ, 2010.
3. Ведення сільськогосподарських угідь на радіоактивно забруднених територіях: досвід України та світовий. Збірник наукових праць. – Київ: НУБіП України, 2013.
4. Погорелов А.В. Методи землекористування на радіоактивно забруднених територіях. – Київ: Аграрна наука, 2014.
5. Козловський А.С., Сербін В.М. Агроєкологія: навчальний посібник. – Київ: Аграрна наука, 2015.
6. Радіоекологія та охорона навколишнього середовища. Збірник наукових праць. – Київ: Українська академія друкарства, 2017.
7. Радіоекологічні проблеми сільського господарства. Збірник наукових праць. – Харків: ХНАУ, 2019.
8. Гончаренко А.В. Методи зменшення вмісту радіонуклідів в агроєкосистемах. – Київ: Аграрна наука, 2020.
9. Землеробство на радіоактивно забруднених територіях: сучасні проблеми та шляхи їх вирішення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Київ: Українська академія друкарства, 2022.
10. Алексєнак Ю., Скакун С., Васько Ю. Агроєкологічний менеджмент радіоактивно забруднених ґрунтів. У здоров'ї ґрунту та менеджменті землекористування. Спрингер. 2020. 403 – 418с
11. Вуд, доктор медичних наук. Радіонуклідне забруднення та рекультивация через рослини. Рослини та здоров'я. Спрингер. 2014 109 – 125с
12. Кабала, К. та Сінгх, БР (Ред.). Хімія навколишнього середовища для сталого світу: Усунення забруднення повітря та води. Спрингер. 2016 том 2

13. Mishra, UC, & Remya, NS (Ред.). Екологічні виклики та управління: різноманітні погляди з Азії. Спрингер. 2017
14. Horemans, N., & Vandenhove, H. Рекультивація радіоактивно забруднених сільськогосподарських ґрунтів: виклики та можливості. У радіоактивності в навколишньому середовищі. Elsevier. 2018 том 15, 199 – 218 с
15. Ремкенс, П.Ф., ван дер Вельде-Кертс, Т., і Ессер, А. (Ред.). Ремедіація ґрунтів і рослин: перспективи та виклики. Спрингер. 2013
16. Парет, М. Л. та Шанклін, Дж. (Ред.). Радіоактивність у навколишньому середовищі: фізико-хімічні аспекти та застосування. Elsevier. 2019 том 19
17. Штайнхаузер Г. та Кеттерер М.Е. (Ред.). Радіонуклідне забруднення та рекультивація: Вступ. CRC Press. 2018
18. Kirchner, G., & Ottmar, K. (Ред.). Моніторинг ґрунтів: раннє виявлення та обстеження забруднення та деградації ґрунтів. Спрингер .2017
19. Salbu, B., & Oughton, DH (Ред.). Радіоактивність у навколишньому середовищі: джерела, поширення та спостереження. Elsevier. 2019 том 20
20. Національна дослідницька рада. Рекультивація захованих бойових хімічних засобів. Преса національних академій. 1999