

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.05- МКР. 2158 “С”. 2023.11.23. 23 ПЗ

КИБИ ОЛЕКСАНДРА ІВАНОВИЧА

2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 504.5:628.4.047:631.4:635

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
захисту рослин, біотехнологій та
екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
загальної екології, радіобіології та
безпеки життєдіяльності

_____ Коломієць Ю.В.
(підпис) (ПІБ)

_____ Клепко А.В.
(підпис) (ПІБ)

« _____ » _____ 2024 р.

« _____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Визначення реальних коефіцієнтів переходу та накопичення для гречки та картоплі
виращеної на дерново-підзолистих ґрунтах забруднених радіонуклідами»

Спеціальність 101 екологія
(код і назва)

Освітня програма Екологічний контроль та аудит (назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

кандидат сільськогосподарських наук, доцент _____ Ладика М.М.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник освітньої кваліфікаційної роботи

кандидат біологічних наук, доцент _____ Ілленко В.В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав

_____ Киба О.І.
(підпис) (ПІБ)

КИЇВ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

доктор біологічних наук, с.н.с. Клепко А.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Кибі Олександр Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 101 екологія

(код і назва)

Освітня програма Екологічний контроль та аудит

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Визначення реальних коефіцієнтів переходу та накопичення для гречки та картоплі вирощеної на дерново-підзолистих ґрунтах забруднених радіонуклідами» затверджена наказом ректора НУБіП України

від “ ” 20 р. №

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.11.15

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи опрацювання літератури, закладання пробного майданчика, проведення польових робіт, проведення камеральних робіт, вимірювання активності ^{137}Cs в зразках ґрунту, обробка та обговорення отриманих результатів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Дослідити γ -фон досліджуваної території.
2. Відібрати зразки ґрунту на досліджуваних територіях, визначити питому активність ^{137}Cs та щільність забруднення ґрунту.
3. Визначити середні значення коефіцієнтів накопичення та коефіцієнтів переходу для зерна гречки та картоплі.
4. Провести аналіз отриманих даних та зробити висновки про отримані результати коефіцієнтів накопичення та переходу ^{137}Cs в досліджуваній сільськогосподарській продукції

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання “ 23 ” листопада 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Ілленко В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Киба О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Випускна магістерська робота на тему «Визначення реальних коефіцієнтів переходу та накопичення для гречки та картоплі вирощеної на дерново-підзолистих ґрунтах забруднених радіонуклідами» викладена на 61 сторінці машинописного тексту, містить 8 таблиць, 15 рисунків. Список використаних джерел нараховує 40 літературних посилань з них 21 інтернет-джерел

Актуальність роботи: Після аварії на Чорнобильській АЕС в навколишнє середовище потрапила велика кількість радіонуклідів, основними з яких є ^{90}Sr та ^{137}Cs . Внаслідок цього велика кількість територій стала забрудненою, а більшість сільськогосподарських угідь українського полісся стали непридатними для використання, так як частина територій потрапила в зону Відчуження, а на інших територіях вміст радіонуклідів перевищував допустимий рівень.

Дана робота направлена на визначення того, наскільки безпечно, або небезпечно, вирощувати сільськогосподарські культури на забруднених територіях, а також визначення рівня забруднення сільськогосподарської продукції, яка вирощується на даній території та встановлення взаємозв'язку між рівнем забруднення території, та рівнем забруднення отриманої продукції на даній території.

Метою роботи було дослідити продукцію, отриману на території біля населеного пункту Народичі, Коростенського району, Житомирської області, значні площі сільськогосподарських угідь якого є забрудненими радіонуклідами після аварії на Чорнобильській АЕС.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні **завдання**:

1. Дослідити γ -фон досліджуваної території.
2. Відібрати зразки ґрунту на досліджуваних територіях, визначити питому активність ^{137}Cs та щільність забруднення ґрунту.

3. Визначити середні значення коефіцієнтів накопичення та коефіцієнтів переходу для зерна гречки та картоплі.
4. Провести аналіз отриманих даних та зробити висновки про отримані результати коефіцієнтів накопичення та переходів ^{137}Cs в досліджуваній сільськогосподарській продукції

Предмет дослідження: питома активність та щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , коефіцієнти накопичення та переходу ^{137}Cs

Об'єкт дослідження: сільськогосподарські угіддя, забруднені радіонуклідами після аварії на Чорнобильській АЕС

КЛЮЧОВІ СЛОВА: коефіцієнт накопичення, коефіцієнт переходу, ^{137}Cs , радіонуклід

Зміст

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури	10
1.1. Природно-кліматична та радіологічна характеристика території українського полісся	10
1.1.1. Погодно-кліматичні умови	10
1.1.2. Ґрунтовий покрив	11
1.1.3. Радіоактивне забруднення території.....	13
1.2. Характеристика основних радіоактивних ізотопів чорнобильського викиду.....	15
1.3. Особливості накопичення радіонуклідів овочевими культурами	18
1.3.1. Накопичення ^{137}Cs в продукції овочівництва залежно від типу ґрунту	18
1.3.2. Накопичення ^{137}Cs картоплею, залежно від сортових особливостей	20
1.4. Горизонтальна міграція радіоактивних речовин у навколишньому середовищі	21
1.5. Особливості вирощування гречки	26
1.6. Особливості вирощування картоплі	28
РОЗДІЛ 2. Предмет, об'єкт, методи та методики дослідження	33
2.1. Умови та місце проведення дослідження.....	33
2.2. Прилади та методика вимірювання потужності гамма-фону на території	37
2.3. Відбір проб ґрунту, підготовка та проведення вимірювання активності ^{137}Cs	41
2.4. Методика визначення щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs	44
РОЗДІЛ 3. Результати експериментальних досліджень.....	46
3.1. Місця проведення експериментальних досліджень	46
3.2. Результати вимірювання потужності γ -фону на досліджуваних полях	47
3.3. Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , питома активність ^{137}Cs у бульбах картоплі та гречці.....	50
3.4. Розрахунок коефіцієнтів накопичення та переходу та прогнозування рівня забруднення продукції.....	52
ВИСНОВКИ.....	57

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	58
------------------------------	----

Вступ

Дану тему магістерської роботи було обрано через те, що потрібно проводити дослідження на територіях, які були забруднені внаслідок аварії на ЧАЕС. Після аварії вже минуло доволі багато часу (38 років), і отримані ще на початку 90-х років дані про рівні забруднення потребують оновлення, а деякі території вже стали придатними для господарського використання, проте до деяких територій все ще потрібно обмежити доступ.

Актуальність роботи: Після аварії на Чорнобильській АЕС в навколишнє середовище потрапила велика кількість радіонуклідів, основними з яких є ^{90}Sr та ^{137}Cs . Внаслідок цього велика кількість територій стала забрудненою, а більшість сільськогосподарських угідь українського полісся стали непридатними для використання, так як частина територій потрапила в зону Відчуження, а на інших територіях вміст радіонуклідів перевищував допустимий рівень.

Метою роботи було дослідити продукцію, отриману на території біля населеного пункту Народичі, Коростенського району, Житомирської області, значні площі сільськогосподарських угідь якого є забрудненими радіонуклідами після аварії на Чорнобильській АЕС.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні **завдання**:

1. Дослідити γ -фон досліджуваної території.
2. Відібрати зразки ґрунту на досліджуваних територіях, визначити питому активність ^{137}Cs та щільність забруднення ґрунту.
3. Визначити середні значення коефіцієнтів накопичення та коефіцієнтів переходу для зерна гречки та картоплі.
4. Провести аналіз отриманих даних та зробити висновки про отримані результати коефіцієнтів накопичення та переходів ^{137}Cs в досліджуваній сільськогосподарській продукції

Також дана робота направлена на спрощення процедури радіоекологічної оцінки, що полегшить класифікацію забруднених радіонуклідами територій на різні зони, що в свою чергу може запобігти подальшому використанню забруднених ділянок в сільськогосподарських цілях. А відповідно це допоможе уникненню отримання забрудненої сільськогосподарської продукції понад значень допустимих рівнів, що позитивно позначиться на зменшенні дози внутрішнього опромінення і загальному здоров'ї населення.

РОЗДІЛ 1. Огляд літератури

1.1. Природно-кліматична та радіологічна характеристика території українського полісся

Наймасштабнішого радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС зазнала зона Українського Полісся, а саме північні райони Київської, Житомирської, Рівненської та Волинської областей, північні та західні райони Чернігівської області. Ці території займають площу 11768 тис. га, що становить 19,5% від загальної території України

1.1.1. Погодно-кліматичні умови

Клімат Українського Полісся помірно-континентальний. Зима м'яка, з відлигами – вдень переважна температура $-2 - -4^{\circ}\text{C}$, вночі – $-5 - -7^{\circ}\text{C}$. Сніговий покрив потужністю 15–30 см встановлюється у другій половині грудня, ґрунт промерзає на глибину 30–60 см.

Безморозний період у цьому регіоні триває 150–170 днів. Літо тепле, з денною температурою $21-23^{\circ}\text{C}$ і нічною $15-17^{\circ}\text{C}$. Опади часто мають вигляд злив із грозами, максимальний рівень — 170 мм на добу. Вегетаційний період у Поліссі — 194–210 днів, із температурою понад 10°C — 154–163 дні, понад 15°C — 79–108 днів. У липні середня температура сягає $23-26^{\circ}\text{C}$, іноді до $30-32^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів — 500–800 мм, переважають західні та північно-західні вітри зі швидкістю 2,0–3,5 м/с[1].

Через перевищення опадів над випаровуванням формується промивний водний режим, що призводить до заболочування низин. Осушення на Поліссі змінило ландшафт, знизивши рівень підґрунтових вод і змінивши баланс вологості ґрунтів. Це створює сприятливі умови для вирощування холодостійких культур, таких як різні сорти капусти, коренеплоди, а також огірки, кабачки, гарбузи, горох і квасолі. Невеликі площі займають томати, перець і баклажани, які вирощують з розсади[2].

1.1.2. Ґрунтовий покрив

Вологий клімат, легкий механічний склад і некарбонатність переважної більшості ґрунтових порід, майже суцільна (в минулому) лісова підстилка призвела до переважання на Поліссі ґрунтів підзолистого типу. Ґрунти Українського Полісся переважно дерново-підзолисті (76,5% території), різні за механічним складом і ступенем вмісту підзолу, з низьким вмістом чорнозему і підвищеною кислотністю (рис.1.1.).

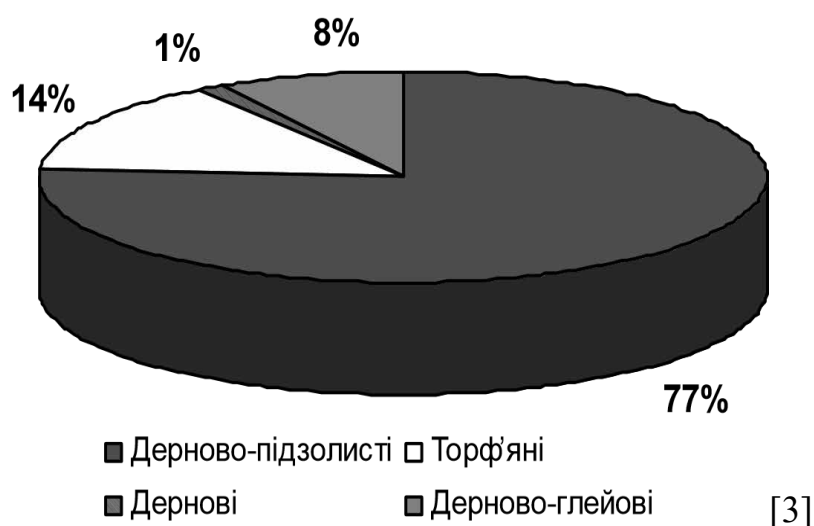


Рис.1.1 Типи ґрунтів на території Українського Полісся

Великі площі займають піщані і піщано-суглинисті, дерново-підзолисті ґрунти, сформовані на кристалізованих відкладах старої алювіальної формації. Значні площі займають дерново-підзолисті супіски, сформовані на морені. Вміст елементів живлення для дерново-підзолистих ґрунтів залежить від їхньої механічної структури. На територіях, які зазнають затоплення, превалюють болотисті ґрунти[3].

Найбільші площі тут вкриті двома типами дерново-підзолистих ґрунтів: 1) дерновопідзолисті, приховано-підзолисті, підзолисто-дернові піщані ґрунти та їх глеюваті відміни на воднольодовикових і давньоалювіальних відкладах

слабохвилястих дренованих зандрових рівнин і давніх терас; 2) дерново-підзолисті і підзолисто-дернові піщані ґрунти та їх глеюваті відміни на давньоалювіальних і воднольодовикових відкладах, підстелених мореною слабохвилястих слабодренованих зандрових рівнин і давніх терас.

Дерново-підзолисті ґрунти, поширені у всьому Поліському регіоні, займають рівнинні площі та підвищені елементи рельєфу. Ілювіальний горизонт збагачений на глинисті частки з прошарками до 30 см і більше, що створює сприятливий водний режим і запобігає швидкому просочуванню опадів та радіонуклідів (РН) по ґрунтовому профілю. Гумусовий горизонт 16–25 см, з вмістом гумусу 0,6–1,5%. Ці ґрунти придатні для вирощування усіх культур, але потребують вапнування та удобрення.

Підтип дерново-середньопідзолисті ґрунти займають переважно вододільні простори, складені супіщаними водно-льодовиковими та льодовиковим відкладами. Ці ґрунти мають хороші водно-фізичні властивості та родючість. Негативною властивістю цих ґрунтів є підвищена кислотність.

Торфові ґрунти мають низьку гідролітичну кислотність (52 – 102 мг-екв/100 г ґрунту), низький ступінь насиченості основами (50–65%), незначну кількість рухомих форм макро- і мікроелементів. В них практично відсутні вторинні мінерали, що може відобразитися на ступені фіксації РН в ГВК таких ґрунтів. Болотні ґрунти поділяються на болотні (немає торфового горизонту), торфувато-болотні (торфовий горизонт до 20 см), торфово-болотні ґрунти (торфовий горизонт 20–50 см).

В осушених торфових ґрунтах болотна стадія ґрунтоутворення змінюється на дернову, мінералізація органічних речовин відбувається швидко. Ці ґрунти можна використовувати під посіви багаторічних трав, овочевих, кормових і ярих культур. Ґрунти слабо забезпечені рухомим калієм, тут ефективні калійні добрива. Значний ефект дають і фосфорні добрива. Органічні та азотні добрива на болотних ґрунтах не застосовують до повної мінералізації торфу[4].

1.1.3. Радіоактивне забруднення території

Протягом 38 років після аварії на ЧАЕС радіаційна ситуація на забруднених територіях значно покращилася. Спостерігаються суттєві зміни в розподілі радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr , що відображено на сучасних мапах радіаційного забруднення України. Питома активність радіонуклідів у довкіллі зменшилася у 200 разів. Радіація на поверхні поза межами ЧАЕС представлена на 85% ^{137}Cs , на 10% – ^{90}Sr , і незначною часткою трансуранових елементів, зокрема ^{241}Pu . Природні процеси, такі як автореабілітація ґрунтів і зв'язування радіонуклідів у ґрунті, а також антропогенні заходи (дезактивація, контроль міграції радіонуклідів, зниження рівнів опромінення) суттєво сприяли покращенню ситуації[5].

Забруднення ґрунтів північних районів Полісся досі досягає 100 кБк/м^2 і більше. У Чернігівській області 96% сільськогосподарських земель мають рівень забруднення до 37 кБк/м^2 , а 4% – від 37 до 185 кБк/м^2 . У Рівненській, Волинській, Житомирській та Київській областях рівень забруднення також відрізняється: від 37 кБк/м^2 на більшості територій до понад 185 кБк/м^2 на деяких ділянках. Внаслідок ґрунтово-кліматичних умов, ^{137}Cs інтенсивно накопичується в сільськогосподарських рослинах, а в овочах, особливо в приватних господарствах, ще трапляються перевищення державних санітарних норм (ДР-2006). Радіологічний контроль та контрзаходи в приватному секторі здійснювати важче, що залишається серйозною проблемою[6].

Ситуація ускладнюється тим, що протягом понад 20 років на присадибних ділянках не виконувалося вапнування ґрунтів, ані внесення органічних, фосфорних і калійних добрив, необхідних для агрохімічного догляду за полями. Лише деякі фермерські господарства, які сьогодні виробляють близько 20% сільськогосподарської продукції, здійснюють такі заходи. Через зміну структури землекористування основна маса овочів тепер вирощується на присадибних

ділянках з дерново-підзолистими і торфово-болотними ґрунтами, що критичні з точки зору накопичення РН[7].

Інтенсивність потрапляння радіоактивних речовин у рослини зумовлена біологічними особливостями, агрохімічними показниками ґрунту, фізико-хімічними властивостями поливної води та метеорологічними умовами. Вирішальними факторами, що впливають на кореневе надходження радіонуклідів, є щільність забруднення ґрунту (прямопропорційно), тип ґрунту (вплив до 130 разів) та його агрохімічні властивості (до 6 разів), біологічні особливості рослин (до 50 разів), а також сортові різниці (до 10 разів). Із поливної води фактори включають її клас, мінералізацію, температуру, інтенсивність зрошення та активність радіонуклідів у воді[8].

Одним з чинників, які визначають рівень забруднення ^{137}Cs сільгосппродукції, є співвідношення його фізико-хімічних форм у ґрунті та розподіл по ґрунтовому профілю. Дослідження показали, що 85% ^{137}Cs перебуває у фіксованій і лише 12% – у водорозчинній та обмінній формі, що є доступними для рослин (табл.1.1.) [9].

Таблиця 1.1

Вміст фізико-хімічних форм ^{137}Cs в шарі 0-30 см дерново-підзолистого ґрунту у віддалений період після радіоактивних випадів

Форма ^{137}Cs	Вміст, % від загального
Фіксована	85±10
Обмінна	6,6±0,25
Водорозчинна	5,2±0,14
Кислоторозчинна	3,2±0,25

Установлено, що 80– 90% ^{137}Cs знаходиться в орному шарі ґрунту 0–30 см (рис. 1.2.), хоча співвідношення може дещо змінюватись по роках залежно

від особливостей обробітку ґрунту та погодних умов. Таким чином, природно-кліматичні умови Українського Полісся є сприятливими для інтенсивного надходження радіонуклідів у рослини.

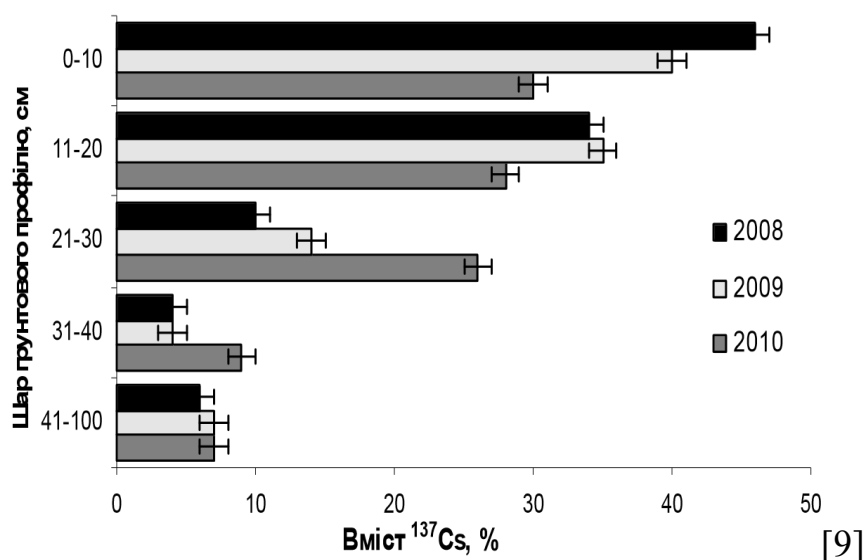


Рис. 1.2. Вертикальний розподіл питомої активності ^{137}Cs по ґрунтовому профілю, %

Радіологічна характеристика цієї території дає підстави стверджувати, що небезпека отримання сільськогосподарської продукції, вміст радіонуклідів у якій перевищує діючі гігієнічні нормативи, буде існувати іще протягом тривалого часу.

1.2. Характеристика основних радіоактивних ізотопів чорнобильського викиду

Радіоцезій (^{137}Cs) — це радіоактивний нуклід цезію з атомним номером 55 і масовим числом 137, який утворюється головним чином під час поділу ядер у ядерних реакторах та зброї.

Як один із ключових компонентів радіоактивного забруднення біосфери, ^{137}Cs зустрічається в осадах і відходах, що виникають на підприємствах з переробки атомних відходів. Ізотоп міцно сорбується ґрунтом і донними

відкладами, хоча у воді він переважно перебуває у вигляді іонів. Також його можна знайти у рослинах і в організмах тварин, включно з людиною. Найвищий коефіцієнт накопичення ^{137}Cs мають прісноводні водорості та арктичні наземні рослини, зокрема лишайники. У тварин цей ізотоп здебільшого концентрується у м'язах та печінці, а найбільше накопичення спостерігається у північних оленів і водоплавних птахів Північної Америки. Гриби, такі як маслюк, моховик, хрящ-молочник гірчак і польський гриб, також можуть активно накопичувати радіоцезій і є його «акумуляторами».

Активність одного грама ^{137}Cs досягає приблизно 3,2 ТБк. У таблиці 1.2 наведено динаміку накопичення ^{137}Cs в ядерному реакторі. Це біологічно активний радіонуклід з періодом напіврозпаду 30 років. Основні шляхи потрапляння до організму: інгаляційний — 75%; пероральний — 100% (через молоко) [10].

Таблиця 1.2

Динаміка накопичення ^{137}Cs (в % повної активності) у працюючому ядерному реакторі, грамів

1 год	1 доба	10 діб	1 місяць	5 місяців	1 рік	5 років	10 років
4×10^{-3}	0,002	0,02	0,07	0,44	1,98	18,24	31,58

^{90}Sr є одним із найпоширеніших продуктів розпаду, які вивільнялися в атмосферу з початку ядерних випробувань у 1945 році. Через тривалі фізичний та біологічний періоди напіврозпаду (28,6 і 49,3 роки відповідно), він вважається одним із головних джерел штучної радіації, що впливає на колективну дозу опромінення. Хімічно подібний до кальцію, ^{90}Sr може завдати шкоди організму, оскільки після потрапляння в ґрунт він легко проникає в організм людини, осідаючи в кістках через споживання їжі та води. Завдяки своїм фізико-хімічним

властивостям, ^{90}Sr відзначається високою мобільністю, що сприяє його швидкому розповсюдженню. Отже, контроль вмісту радіоактивного стронцію є ключовим елементом моніторингу радіаційної ситуації. Максимально допустимий рівень ^{90}Sr у питній воді, відповідно до Державних гігієнічних норм, становить 2 Бк/л. Вимірювання гамма-випромінюючих радіонуклідів, таких як ^{137}Cs , є відносно простими під час масових аналізів, проте ^{90}Sr , який випромінює лише бета-частинки з максимальною енергією 0,54 МеВ, потребує складних радіохімічних процедур для виявлення. Це робить аналіз трудомістким і затратним, оскільки вимагає спеціальних реактивів, матеріалів і обладнання.

Стронцій є майже повним хімічним аналогом кальцію, тому при потраплянні в організм він накопичується в тканинах і рідинах, що містять кальцій, як-от кістки та зуби. Це спричиняє потужний радіаційний вплив на внутрішні тканини. Особливо чутливий до цього випромінювання кістковий мозок, який постійно піддається дії стронцію. Радіація порушує хімічний склад живих речовин, структуру і функції клітин, що призводить до серйозних порушень метаболізму в тканинах. Це може викликати небезпечні захворювання, такі як рак крові (лейкемія) і рак кісток. Крім того, випромінювання здатне впливати на ДНК, викликаючи зміни, що можуть передаватися у спадок[11].

Трансуранові елементи — це радіоактивні хімічні елементи, які в періодичній системі розташовані після урану, маючи атомний номер понад 92. Усього відомо одинадцять трансуранових елементів (з атомними номерами від 93 до 103), що належать до групи актиноїдів. Елементи з атомним номером понад 103 називають трансактиноїдами.

Перший трансурановий елемент, нептуній (Np, порядковий номер 93), був синтезований у 1940 році шляхом бомбардування урану нейтронами. За ним були відкриті інші трансуранові елементи: плутоній (^{94}Pu), америцій (^{95}Am),

кюрій (^{96}Cm), берклій (^{97}Bk), каліфорній (^{98}Cf), ейнштейній (^{99}Es), фермій (^{100}Fm), менделевій (^{101}Md), нобелій (^{102}No) та лоуренсій (^{103}Lr). Також були синтезовані трансактиноїдні елементи з атомними номерами до 126, зокрема: ніхоній (^{113}Nh), флеровій (^{114}Fl), московій (^{115}Mc), ліверморій (^{116}Lv), теннессин (^{117}Ts) і оганесон (^{118}Og).

Ера достовірного синтезу трансуранових елементів розпочалася у 1940 році. Американські вчені Е. Макміллан і Ф. Ейблсон вперше отримали нептуній ($Z = 93$), а того ж року Г. Сиборг зі співробітниками синтезував плутоній ($Z = 94$). Назви цих елементів були дані на честь планет Нептуна і Плутона, що знаходяться в Сонячній системі за Ураном.

На сьогодні відомо 15 ізотопів нептунію та 15 ізотопів плутонію. Через те, що їх періоди напіврозпаду значно менші за вік Землі, ці ізотопи не збереглися з часу її формування. Ізотопи інших трансуранових елементів характеризуються ще коротшими періодами напіврозпаду. Усі трансуранові елементи були синтезовані шляхом бомбардування мішеней легкими частинками: нейтронами, протонами, дейтронами (ядрами важкого ізотопу водню) або альфа-частинками. Як мішені використовували елементи, ядра яких мали заряд на 1 або 2 одиниці менший за заряд синтезованого елемента.

1.3. Особливості накопичення радіонуклідів овочевими культурами

1.3.1. Накопичення ^{137}Cs в продукції овочівництва залежно від типу ґрунту

Міжнародні дослідники (МАГАТЕ) класифікують овочеві рослини за здатністю до накопичення радіонуклідів таким чином: для КП ^{40}K – квасоля→горох→картопля→капуста; для КП ^{137}Cs у піщаних ґрунтах – бобові→картопляні бульби→пряні трави→коренеплоди→листові овочі→фрукти, ягоди, плоди овочів; для КП ^{90}Sr у піщаних ґрунтах – пряні

трави→бобові→листові овочі→коренеплоди→фрукти, ягоди, плоди овочів→картопляні бульби[12].

За даними Бондаря П.Ф., у 1988-1989 рр. на дерновопідзолистих супіщаних ґрунтах Полісся овочеві культури за вмістом ^{137}Cs розташовувались так: петрушка→щавель→морква→редиска→картопля→часник→кріп→помідори→столовий буряк [13].

Згідно з Кашпаровим В.О., основні рослинні продукти харчування за КП ^{137}Cs мають такий порядок: листові овочі→фрукти→коренеплоди→зернові. Для КП ^{90}Sr характерний порядок: листові овочі→коренеплоди [14].

Найвищі показники КП ^{137}Cs серед овочевих культур зафіксовано для капусти на всіх досліджуваних типах ґрунту. Це, ймовірно, пояснюється тривалим вегетаційним періодом і високими вимогами капусти до вологості. З фізіологічної точки зору, плід капусти є вегетативним органом, а не репродуктивним, тому він накопичує більше калію та ^{137}Cs порівняно з коренеплодами та плодами гарбузових культур. Гарбузові мають коротший вегетаційний період і більш глибоку кореневу систему, через що накопичують найменше ^{137}Cs із ґрунту[15].

На дерново-підзолистому ґрунті різниця у накопиченні ^{137}Cs між капустою та гарбузовими досягає п'ятикратної (капуста – буряк – 1,1; капуста – морква – 1,4; капуста – кабачок – 2,3; капуста – патисон – 2,5; капуста – огірки – 2,7 разів). Серед коренеплодів моркви та буряка різниця становить 1,2 рази, а серед гарбузових – від 1,1 (між кабачками та патисонами) до 2,2 (між кабачками та гарбузами).

На торфово-болотному ґрунті різниця між овочевими культурами досягає чотирикратної (капуста – буряк – 1,2; капуста – морква – 1,4; капуста – кабачок – 2,4; капуста – патисон – 2,4; капуста – огірки – 2,8; капуста – гарбузи – 3,8 рази). Різниця між морквою та буряком незначна і складає 1,1 рази, а у гарбузових вона

менша, ніж на попередньому типі ґрунту, і становить 1,2 (між кабачками та огірками) і 1,6 (між кабачками та гарбузами) рази.

З радіологічної точки зору, критичними для Полісся є торфові, торфово-глейові та торфово-болотні ґрунти, які містять значну кількість органічних речовин (20 – 60%) та мінімум глинистих мінералів і глинистої фракції, а також мають кислу реакцію ґрунтового розчину ($pH_{КСІ}$ 4,2 – 5,4). На таких ґрунтах у 1987-1988 рр. коефіцієнти переходу (КП) ^{137}Cs у ланцюгу «ґрунт – рослина» становили 3,7 – 30 (Бк/кг / (кБк/м²)), тоді як на дерново-підзолистих ґрунтах вони варіювали від 0,2 до 7,6 (Бк/кг / (кБк/м²)), залежно від технології вирощування культур[16].

У віддалений період після аварії (2008-2010 рр.) значення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs для конкретної овочевої продукції на одному типі ґрунту відрізнялися до 1,4 раз, що було обумовлено варіаціями агрохімічних характеристик в межах одного типу ґрунту в різних регіонах.

1.3.2. Накопичення ^{137}Cs картоплею, залежно від сортових особливостей

У 2008-2013 роках співробітники Інституту провели дослідження накопичення радіонуклідів ^{137}Cs у картоплі на території Житомирської області. Аналіз коефіцієнтів переходу ^{137}Cs у бульби різних сортів за групою стиглості показав, що на накопичення радіонукліду картоплею значно впливають біологічні особливості сорту та його приналежність до певної групи стиглості (табл.1.3.).

Таблиця 1.3.

Коефіцієнт переходу ^{137}Cs із дерново-підзолистого ґрунту в бульби картоплі у віддалений період після аварії, $y = \pm 25\%$

Сорт	Група стиглості*	Рік дослідження/Фаза розвитку**		
		2008	2009	2010

		IV	VI	IV	VI	IV	VI
Бородянська рожева	P	0,33	0,44	0,19	0,38	0,26	0,42
Світанок київський	CP	0,34	0,42	0,20	0,33	0,28	0,40
Билина	CC	0,28	0,40	0,17	0,31	0,23	0,34
Тетерів	СП	0,23	0,38	0,14	0,27	0,21	0,32

*P – ранній; CP – середньоранній; CC – середньостиглий; СП – середньопізній.

**IV – цвітіння; VI – досягання.

Сорти картоплі за зменшенням значень коефіцієнтів переходу ^{137}Cs із ґрунту до бульб розташовані наступним чином: ранній сорт Бородянська рожева > середньоранній Світанок київський > середньостиглий Билина > середньопізній Тетерів. При цьому значення КП ^{137}Cs для ранніх сортів Бородянська рожева і Світанок київський були подібними, різниця між середньостиглим Билина і середньораннім Світанок київський складала до 1,2 рази, а між середньопізнім Тетерів і ранніми сортами — до 1,4 рази.

На різних етапах розвитку картоплі зафіксовані відмінності в значеннях коефіцієнта переходу ^{137}Cs у бульби залежно від групи стиглості. Зокрема, у фазі досягання значення КП ^{137}Cs у бульби перевищували показники у фазі цвітіння в 1,4–1,7 рази [17].

1.4. Горизонтальна міграція радіоактивних речовин у навколишньому середовищі

Існує кілька типів міграції радіонуклідів:

- вітрова;
- водна;
- вертикальна;
- утворення летючих сполук.

Швидкість вітру, характер ґрунтової поверхні, дисперсність, форма частинок та їх закріплення на ґрунтово-рослинному покриві — всі ці фактори впливають на величину вторинної вітрової міграції радіонуклідів. Вітрова міграція відбувається в нижніх шарах атмосфери і має значний ефект на відстанях до 1-2 км. Дуже важкі частинки не можуть переміщатися таким шляхом, тому вони рухаються через зіткнення з меншими частинками. Цей процес називається сальтацією[18].

Дослідження показали, що з вітровою міграцією радіонуклідів можна ефективно боротися за допомогою задернування, проведення структурних меліорацій та мінімізації поверхневого обробітку ґрунту.

Поширення радіоізотопів у воді залежить від таких чинників:

- фізико-хімічних: адсорбція, йонний обмін, осадження, седиментація, флокуляція;
- біотичних: поглинання водними організмами, накопичення деяких із них як в організмах, так і в ґрунті.

На поведінку радіонуклідів у річках суттєво впливає хімічний склад води, її мінералізація, а також кількість і тип суспендованих частинок. У річках, де тверді суспендовані частинки схильні до осадження в певних місцях, значна частина радіоактивних продуктів затримується в цих ділянках, утворюючи локальні осередки забруднення.

Для оцінки ролі та напрямків водної міграції радіонуклідів слід застосовувати біогеохімічні методи, які використовують характеристики ландшафтних об'єктів (ґрунти, рослинність, водні ресурси) на генетично визначених ділянках, що відрізняються за віком, властивостями ґрунтів і порід, рельєфом, режимом зволоження та іншими факторами.

На шляху руху водних мас відбувається зменшення концентрації радіонуклідів через розбавлення забруднених вод "чистими" водами бокових приток.

Щодо переходу цезію до водної рослинності, можна встановити такий порядок:

Водорості > занурена у воду рослинність > прибережно-водні рослини > плаваючі рослини на поверхні.

На орних землях, що використовуються під посіви сільськогосподарських культур, в рік виноситься в середньому 1% ^{90}Sr разом з поверхневими водами. Міграція радіонуклідів до ґрунтових вод супроводжується їх переносом у річкові екосистеми.

Завдяки здатності утворювати комплекси з органічними речовинами, ^{90}Sr має високу міграційну активність. Це дозволяє йому перебувати в розчиненій катіонній, аніонній і нейтральній формах, що допомагає йому долати геохімічні бар'єри і досягати глибоких ґрунтових вод. Радіонукліди активно переміщуються в ландшафтах з перезволоженням, що збільшує ймовірність забруднення ґрунтових вод[19].

Щодо міграції радіонуклідів у ґрунті, їх переміщення відбувається горизонтально через вітрову ерозію ґрунту, змив радіоактивних речовин з атмосферними опадами та їх сток у низинні ділянки та гідрографічну мережу. Швидкість горизонтальної міграції радіонуклідів залежить від гідрометеорологічних умов (швидкість вітру на низькій висоті, кількість і інтенсивність опадів), фізико-географічних характеристик регіону (наприклад, рельєфу, рослинності), розсіяння радіоактивних аерозолей, їх фіксації в ґрунті і рослинності та інших факторів. Найшвидше переміщення радіонуклідів спостерігається під час інтенсивних дощів, коли радіоактивні речовини змиваються з листя, квітів та стебел рослин. Це також стосується весняного

танення снігу, коли відбувається значний поверхневий стік атмосферних опадів, накопичених зимою, до водозбірних басейнів і гідрографічної мережі, а також під час ерозії ґрунтів[20].

Поверхневий змив радіонуклідів

Кількісну оцінку поверхневого змиву радіонуклідів можна виконати за допомогою коефіцієнта змиву K . Цей коефіцієнт відображає частку загального запасу радіонуклідів у межах водозбору, що потрапляє у водойму разом із поверхневим стоком. Для водорозчинних форм радіонуклідів коефіцієнт змиву K розраховується за наступним співвідношенням:

$$K = A_p h (A_0 H),$$

(1.4.1)

де A_p – водорозчинна частина активності; A_0 – загальна активність; h – товщина шару поверхневого стоку, мм; H – загальний водозапас у місці відбирання проби.

Аналіз досліджень свідчить, що основна частина радіонукліду ^{90}Sr змивається у розчиненому стані, про що свідчить порівняння коефіцієнтів змиву в розчиненій і завислій формах. На відміну від цього, більшість ^{137}Cs змивається у завислому стані. Це зумовлено здатністю атомів цезію утворювати міцні зв'язки з глинистими матеріалами, які входять до складу дрібнодисперсної фракції ґрунту.

Для паливних частинок характерні загальні закономірності локальної горизонтальної міграції. У специфічних геоморфологічних умовах, де присутні зони накопичення і переносу піщаного матеріалу, розташовані на різних висотах та з'єднані руслом водних потоків, формуються області скупчення паливних частинок. Цей процес схожий на утворення зон концентрації важких акцесорних мінералів. Завдяки радіоактивності паливних частинок ці області накопичення можна легко ідентифікувати.

У таблиці 1.4 представлені дані щодо горизонтального переміщення паливних частинок на порівняно невеликі відстані. Концентрація церію, яка є індикатором вмісту паливних частинок у піщаних ґрунтах, змінюється від зони зносу до зони накопичення в 4–60 разів. За результатами досліджень горизонтального переносу радіонуклідів було зроблено висновок, що процеси локального переносу паливних частинок призводять лише до їх незначного переміщення, а не до збільшення диференціації розподілу радіоактивних елементів[21].

Таблиця 1.4

Концентрація¹⁴⁴Ce на ділянках локального переносу паливних частинок

Місце відбору проб (на 26.04.1986)	Концентрація ¹⁴⁴ Ce10 ⁻⁴ , Бк/кг		Відстань між точками відбору проб, м
	знос	накопичення	
Полігон3	0,4	3,1	30
Північний берег ставка-охолоджувача	4,8	80	3
Полігон 4	0,9	55	5
„Лісництво”, 9км західніше 4-го блоку	8,1	35	3,5
р. Прип'ять, правий берег біля парому	2,4	32	30

1.5. Особливості вирощування гречки

За останнє десятиліття площі, відведені під вирощування гречки в Україні, суттєво зменшилися. Водночас чимало господарств продовжують успішно займатися цією культурою та не планують припиняти її виробництво.

Поширеною є помилка, що гречку можна вирощувати на слабородючих і засмічених бур'янами ґрунтах. Особливості цієї культури, зокрема короткий вегетаційний період, тривале цвітіння і досягання, а також слабка коренева система, свідчать про її високу залежність від умов живлення та потребу в належному догляді.

Місце в сівозміні та підготовка ґрунту:

Гречка добре росте на родючих, чистих від бур'янів ґрунтах, забезпечуючи високий урожай за сприятливих умов. Водночас ця культура демонструє адаптивність і може зростати навіть на малородючих ґрунтах. Гречка здатна переносити різний рівень кислотності та родючості, що робить її придатною для вирощування на більшості українських ґрунтів із помірно кислим середовищем.

Оптимальними попередниками для гречки є зернові та колосові культури (озимі, зернобобові), а також просапні (цукровий буряк, картопля, кукурудза). Вони сприяють збереженню родючості ґрунту та забезпечують боротьбу з багаторічними бур'янами.

Агротехнічні заходи для вирощування гречки зосереджуються на двох основних аспектах: збереженні ґрунтової вологи та стимулюванні проростання бур'янів для їхньої подальшої ліквідації[22].

Сівба гречки:

В Україні культивуються два типи сортів гречки: індетермінантні (звичайні) та детермінантні.

Індетермінантні сорти характеризуються довшим вегетаційним періодом (на 2–3 тижні більше) і тривалим цвітінням. Вони ідеально підходять для господарств, які прагнуть отримати не лише зерно, а й мед.

Детермінантні сорти більше підходять аграріям, орієнтованим виключно на виробництво крупи та зерна.

При виборі сорту важливо враховувати його відповідність кліматичним і ґрунтовим умовам вашого регіону.

Щодо строків посіву, важливо дотримуватися оптимальних температурних умов. Гречку рекомендується сіяти, коли температура ґрунту на глибині сягає 10–12°C, а загроза весняних заморозків повністю мине. Ранні посіви можуть постраждати від заморозків, а запізнілі — від літньої посухи, що впливає на врожайність[23].

Добрива для гречки:

Ефективний захист і живлення гречки залежать від багатьох факторів, таких як вибір сорту, попередник, обробка насіння, використання добрив та захисних засобів.

Хлорвмісні добрива (наприклад, хлорид калію чи калійна сіль) не рекомендуються для цієї культури, оскільки вони можуть негативно впливати на її ріст.

Безводний аміак, який часто застосовують для кукурудзи чи соняшнику, також не підходить для гречки, оскільки повністю знищує ентомофауну, що є критичним для цієї медоносної культури.

Підживлення може бути ефективним за допомогою мікроелементів або стимуляторів росту. Особливо корисним є позакореневе внесення добрив, яке забезпечує рослини доступними поживними речовинами.

Біопрепарати — ідеальне рішення для гречки. Вони не шкодять ентомофауні, зокрема бджолам, і не накопичують шкідливих речовин, що є важливим через короткий вегетаційний період цієї культури. Таке живлення дозволяє зберегти природну рівновагу та отримати якісний урожай[24].

Збирання гречки:

Процес збирання гречки є ключовим етапом, що має свої особливості. Він може здійснюватися як прямим, так і роздільним способом.

Через тривалий період досягання цієї культури правильний вибір часу збору істотно впливає на урожайність. Оптимально починати збирання, коли 65–75% зерен на рослинах набувають бурого кольору. Це зазвичай відбувається в серпні або вересні залежно від погоди, морфотипу культури та термінів посіву.

Насіння, зібране в оптимальні строки, демонструє високу посівну якість, схожість та енергію проростання. Після скошування гречка залишається у валках протягом 3–5 днів, що залежить від розміру, вологості маси та погодних умов. Обмолочування проводять за вологості зерна 15–17% і вологості стебел та листків 30–36%.

Дотримання рекомендацій щодо вирощування, догляду та збирання гречки є запорукою отримання високого та якісного врожаю[25].

1.6. Особливості вирощування картоплі

Зяблевий та передсадивний обробіток ґрунту:

Система підготовки ґрунту визначається попередником, його станом та рівнем забур'яненості. Після збору врожаю зернових виконують луцення стерні на глибину 10–12 см із застосуванням важких дискових борін. Одночасно вносять азотні добрива (30–50 кг/га поживних речовин) для прискорення мінералізації соломи та залишків попередньої культури.

Через 10–12 днів поле знову дискують, боронують і засівають сидеральними культурами, такими як люпин, гірчиця біла, пелюшка чи редька олійна. Восени, у жовтні, сидерати разом із органічними добривами заробляють у ґрунт важкими дисковими боронами. Після ущільнення ґрунту проводять зяблеву оранку відвальними плугами без боронування.

На дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Полісся глибоке лушення або чизельний обробіток восени можуть замінити традиційну зяблеву оранку без втрати врожайності. Найбільш ефективним під картоплю є чизельний обробіток, який дозволяє збільшити врожайність на 10–15%, зменшити витрати до 30% і скоротити час обробки у 1,5–2 рази.

Підготовка садивного матеріалу:

Процес включає сортування, поділ на фракції, прогрівання або пророщування бульб. Перебирання насінневої картоплі проводиться до її проростання, при цьому відбираються бульби, уражені хворобами, домішки інших сортів та паростки. Для прискорення проростання, підвищення стійкості до ґрунтових інфекцій та зменшення тривалості вегетації рекомендується прогрівати бульби перед посадкою. Пророщування садивних бульб є ефективним способом для отримання ранньої продукції[26].

Удобрення картоплі:

Вирощування високого врожаю картоплі без додаткового внесення добрив у ґрунт є майже неможливим.

Найефективнішими добривами для картоплі є органічні, зокрема напівперепрілий гній ВРХ, який містить усі необхідні макро- і мікроелементи для росту і розвитку рослин. Органічні добрива повинні вноситися на всю площу, відведену під картоплю, але з кожним роком в Україні зменшується виробництво та внесення таких добрив.

Для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу на чорноземах необхідно вносити не менше 10-12 тонн органічної маси на 1 гектар ріллі, а на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах — 15-18 тонн/га.

Одним із способів насичення ґрунту органічною масою є використання сидеральних культур та післяжнивних решток зернових і технічних культур. Розроблені нами схеми короткоротаційних сівозмін дозволяють щорічно вносити в ґрунт на Поліссі України не менше 20-25 тонн органічної маси на 1 гектар ріллі в перерахунку на напівперепрілий гній.

В Інституті картоплярства створені органічно-мінеральні, сидерально-мінеральні та органічні системи удобрення картоплі в сівозміні. Крім органічних добрив, значну роль у удобренні картоплі відіграють мінеральні добрива. Вся площа, відведена під картоплю, повинна удобрюватися як органічними, так і мінеральними добривами.

Догляд за посівами картоплі:

Для основних ґрунтово-кліматичних зон України догляд за посівами практично однаковий. Виділяються дві основні системи догляду. Перша включає досходові та післясходові міжрядні обробітки ґрунту для його розпушення та боротьби з бур'янами. Також в систему догляду входять обробки посівів пестицидами для захисту від хвороб і шкідників, а також полив у разі дефіциту вологи.

Друга система догляду базується на ресурсозберігаючих технологіях вирощування картоплі, коли чотири-п'ять міжрядних обробіток замінюють одним заходом — формуванням гребенів. Гребені формуються після посадки бульб, коли їх паростки з'являються на поверхні ґрунту, за допомогою фрезерних або дискових міжрядних культиваторів. Для боротьби з бур'янами застосовують високоефективні гербіциди[27].

Збирання врожаю:

Для забезпечення якісного збирання врожаю необхідна своєчасна підготовка поля, що включає знищення картоплиння та, за потреби, розпушення ґрунту в міжряддях. Картоплиння можна знищити механічним або хімічним способом.

Збирати врожай картоплі слід, коли бульби досягають господарської стиглості. Збирання рекомендується проводити в суху, сонячну погоду і завершувати до зниження середньої добової температури повітря до +10°C.

Спосіб збирання картоплі обирають залежно від рівня врожайності, погодних умов, призначення бульб і наявності необхідної техніки.

На легких дерново-підзолистих ґрунтах картоплю збирають за допомогою комбайнів, а на важких ґрунтах — за допомогою картоплекопачів. Картоплю, вирощену за ресурсозберігаючою технологією, також збирають комбайнами.

Переробка картоплі:

Картопля є однією з ключових сільськогосподарських культур для переробної промисловості, оскільки з неї можна виготовляти різноманітні продукти, готові до споживання, а також напівфабрикати. Однак варто зазначити, що вимоги до картоплі, призначеної для виготовлення картоплепродуктів, значно відрізняються від картоплі столового призначення. Важливим чинником є сорт, який повинен мати господарсько цінні характеристики.

Основні вимоги до картоплі для виробництва харчових продуктів:

1. Високий вміст сухої речовини забезпечує більший вихід готової продукції. Збільшення вмісту сухої речовини на 1% підвищує вихід сушених продуктів на 1 кг з кожного центнера вихідного матеріалу. Крім того, чіпси й картопля фрі з високим вмістом сухої речовини

поглинають менше олії чи жиру. Тому для отримання продукту з мінімальними витратами енергії слід використовувати сорти картоплі з вмістом сухої речовини не менше 22%.

2. Мінімізація потемніння м'якоті сирих бульб, а також потемніння картоплі під час смаження або варіння є важливим фактором при переробці.
3. Високий вміст редукувальних цукрів може призвести до потемніння картоплі через утворення меланоїдинів, що дають гіркуватий присмак. Потемніння залежить від кількості редукувальних цукрів, які не повинні перевищувати 0,2% для чіпсів, 0,25% для картоплі фрі та 0,5% для інших продуктів.
4. Збирання картоплі має відбуватися при повній стиглості бульб, уникаючи зниження температури нижче критичного рівня (7-12°C, залежно від сорту), щоб не накопичувати редукувальні цукри. Крім того, при температурі ґрунту нижче 7°C картопля стає більш чутливою до пошкоджень. Дозрівання картоплі можна оцінити за динамікою сухої речовини в бульбах. Картоплю слід збирати, коли два з трьох зразків показують однакові значення сухої речовини, що вказує на її максимальну стиглість.
5. Форма, розмір і глибина залягання вічок бульб визначають кількість відходів при очищенні. Для картоплі фрі необхідні великі, однорідні за розміром бульби, щоб отримати рівну соломку. Для інших продуктів бажано сортувати картоплю за розмірами, оскільки більші бульби містять менше крохмалю, ніж середні або дрібні. Некалібровані бульби одного сорту можуть мати неоднорідний вміст сухої речовини. Тому картопля однакового розміру має мінімальні відхилення за питомою масою. Найбільш підходять для переробки округлі бульби, оскільки вони дають найменше відходів при чищенні[28].

РОЗДІЛ 2. Предмет, об'єкт, методи та методики дослідження

2.1. Умови та місце проведення дослідження

Для виконання роботи було взято ділянку на території Народицької об'єднаної територіальної громади, неподалік від якої також знаходиться заповідник "Древлянський".

Відомості про Народицьку територіальну громаду:

Народицька об'єднана територіальна громада утворена 25.10.2015 року відповідно до Закону України "Про добровільне об'єднання територіальних громад" від 05.02.2015 року № 157- VIII.

Народицька територіальна громада об'єднує 65 населених пунктів. В 2020 році рішенням сесії селищної ради №8 від 11.12.2020 року зі змінами внесеними рішенням сесії №264 від 13.07.2021 року та рішенням сесії №427 від 26.11.2021 року були утворені наступні старостинські округи:

1. Базарський старостинський округ з центром в с.Базар (с.Базар,с.Рудня Базарська, с.Великі Миньки, с.Колосівка, с.Листвинівка, с.Сухарівка, с.Бродник, с.Межиліска, с.Карпилівка, с.Осика, с.Голубієвичі, с.Буда-Голубієвичі, с.Вила, Недашківка, с.Васьківці, с.Заводне, с.Гуто-Мар'ятин, с.Славковиці, с.Рубежівка, с.Старий Кужіль, с.Сингаї).
2. Закусилівський старостинський округ з центром в с.Закусили (с.Закусили, с.Жерев, с.Бабиничі, с.Болотниця, с.Червоне, с.В'язівка, с.Слобода В'язівка, с.Липлянщина, с.Селець, с.Булів).
3. Заліський старостинський округ з центром в с.Залісся (с.Залісся, с.Давидки, с.Мотійки, с.Христинівка, с. Ноздрище, с.Радча, с.Нова Радча, с.Грезля, с.Стара Радча, с.Тичків, с.Вільхова, с.Ровба).
4. Норинцівський старостинський округ з центром в с.Норинці (с.Норинці, с.Клочки, с.Оржів, с.Савченки, с.Ласки).

5. Стародорогинський старостинський округ з центром в с.Старий Дорогинь (с.Старий Дорогинь, с.Снитище, с.Латаші, с.Новий Дорогинь, с.Одруби, с.Славенщина, с.Яжберень).

Адміністративним центром громади є смт Народичі. Площа Народицької територіальної громади становить 1284 кв. км. Громада розташована на північному сході області в межах Поліської низовини. Територією протікає річка Уж із трьома притоками: Жерев, Норинь і Грезля. Західна частина громади належить до Житомирського Полісся, а східна – до Київського. На півночі громада межує з Наровлянським районом Гомельської області Республіки Білорусь.



[29]

Рис 2.1. Територія Народицької ОТГ

Селище Народичі розташоване за 25 км від залізничної станції Овруч, на відстані 140 км від обласного центру та 170 км від Києва. Через територію

громади проходять автошляхи Коростень–Довляди (Республіка Білорусь) та Київ–Мінськ. Загальна протяжність автомобільних доріг у громаді становить 312 км.

Народицька територіальна громада зазнала найбільших втрат унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 23 липня 1991 року, 36 населених пунктів району було включено до зони обов'язкового відселення (включно з райцентром), ще 36 – до зони гарантованого добровільного відселення, а 8 – до зони посиленого радіоекологічного контролю. Через ряд причин було відселено лише частину цих населених пунктів, деякі – частково. Поступово відбувається очищення сільськогосподарських угідь від радіонуклідів, що дозволяє розширювати агропромисловість на території громади[29].

Відомості про заповідник «Древлянський»:

Географічне розташування:

Заповідник розташований у Народицькому районі Житомирської області, на південь і південний схід від смт Народичі, і займає площу 30 872,84 га. Основну частину цієї території займають ліси, що належать ДП «Народицький спецлісгосп», загальна площа яких становить 16 823 га, поділених на три лісництва: Народицьке (8 294 га), Кліщівське (5 034 га) та Заліське (3 495 га). Інші 57,7 га лісів входять до складу Радчанського лісництва ДП «Народицький лісгосп АПК». Решта території заповідника включає земельні фонди: 2 430 га належать Народицькій районній раді, 10 470,74 га – Народицькій селищній раді, 673,3 га – Мотійківській сільській раді та 418,1 га – Селецькій сільській раді[30].

Геологія:

Заповідник розташований на північному краю Українського кристалічного щита. Згідно з сучасними геологічними, північно-східна межа щита майже

проходить через центральну частину заповідника. Особливістю цієї території є близьке залягання кристалічних порід до поверхні, а в річкових долинах вони навіть виходять на поверхню.

Ґрунти заповідника «Древлянський» вирізняються значною різноманітністю, а на межах різних ландшафтів утворюють своєрідну мозаїку. Згідно з агроґрунтовим районуванням, заповідник належить до Малинського агроґрунтового району. Основну частину його території вкривають моренні відклади, які формують родючі ґрунти, що загалом багатші за типові центральнопільські ґрунти[31].

На похило-хвилястих рівнинах заповідника поширені дерново-середньопідзолисті супіщані ґрунти. На моренно-зандрових рівнинах переважають глинисто-піщані дерново-слабо- та середньопідзолисті ґрунти, сформовані на двошарових осадових породах. На еолових пісках і дюнах під сухими сосновими лісами трапляються бідні дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти або малорозвинені борові ґрунти без виражених горизонтів.

На деяких ізольованих лісових ділянках з лесоподібними суглинками сформувалися світло-сірі, подекуди сірі лісові суглинисті ґрунти, які є найродючішими в межах заповідника. В заплавах річок розвинулися торфово-глейові ґрунти, лучно-болотні, торфувато-мулисті оглеєні ґрунти, а на дренованих ділянках заплав трапляються лучно-чорноземні ґрунти.

Рослинність:

За даними О.О. Орлова (2012), рослинний покрив заповідника розподіляється наступним чином: ліси займають 54,68% території, луки – 34,58%, болота – 0,12%. Значну площу також займають антропогенні біотопи: землі населених пунктів становлять 2,75%, а перелоги – 7,87%.

З цього розподілу видно, що лісова рослинність домінує в заповіднику "Древлянський". У майбутньому лісистість території може зрости з 54,68% до близько 63% завдяки природному і штучному залісненню перелогів та переведенню молодих лісів на їхню територію[32].

Основну частину лісів становлять соснові насадження, що ростуть на річкових і моренних відкладах. Відчутну площу займають також дубово-соснові ліси, завдяки родючим ґрунтам на моренних відкладах. На височинах, зокрема на лесових островах, поширені сосново-дубові ліси з ліщиново-орляковим підліском. Деякі частини заповідника вкриті штучно висадженими сосновими лісами, що замінили природні сосново-дубові насадження, але зберегли багатство трав'яно-чагарничкового ярусу[33].

2.2. Прилади та методика вимірювання потужності гамма-фону на території

При виконанні дослідної частини дипломної роботи, нами були використані наступні прилади:

- 1) СТОРА-ТУ: Радіометр-дозиметр РКС 01 "СТОРА-ТУ" призначений для визначення еквівалентної дози та потужності еквівалентної дози гамма- і рентгенівського випромінювань, а також щільності потоку бета-частинок на поверхні.

Прилад застосовується в екологічних дослідженнях, навчальних установах, на промислових підприємствах для радіометричного та дозиметричного контролю. Також використовується для перевірки радіаційної чистоти в житлових приміщеннях, будівлях, на прилеглих територіях, у транспортних засобах, на побутових предметах, одязі та на ґрунтовій поверхні присадибних ділянок (рис. 2.1.). Технічні характеристики дозиметра:

- Діапазон потужності еквівалентної дози гамма та рентгенівського випромінювання (^{137}Cs), мкЗв / год 0,1 - 999

- Еквівалентна доза, мкЗв (^{137}Cs) 0,001 - 9999
- Щільність потоку бета-частинок ($^{90}\text{Sr}, ^{90}\text{Y}$) 5 - 10000
- Час накопичення еквівалентної дози, Мін 1 - 1440
- Енергетична залежність 25%
- Енергетичний діапазон зареєстрованої випромінювання, МеВ 0,05-3
- Час вимірювання, с, не більше 15
- Дискретність програмування порогових рівнів за потужністю дози, мкЗв / годину 0,01
- Дискретність програмування порогових рівнів по дозі, мЗв 0,01
- Дискретність програмування порогових рівнів за щільністю потоку, 103/см² · Мін 0,01
- Живлення 2 елемента типорозміру АА
- Час безперервної роботи від нових елементів живлення, годину 2500
- Діапазон робочих температур, ° з - 20 - 50
- Маса, кг 0,35
- Габаритні розміри, мм 215 75 30[34].



[34]

Рис. 2.2. Радіометр-дозиметр гамма - бета випромінювання РКС 01

2) Спектрометр МКГ-АТ1321 АТОМТЕХ:

Спектрометр МКГ-АТ1321 — компактний прилад для оперативного виявлення радіоактивних матеріалів і джерел випромінювання з можливістю ідентифікації радіонуклідів різного походження: природного, промислового та медичного

Спектрометр МКГ-АТ1321 — ключові характеристики:

- Компактний і високочутливий до гамма-випромінювання.
- Можливість аналізу спектра та ідентифікації радіонуклідів без необхідності підключення до комп'ютера.
- Вбудований GPS для геолокації вимірювань.
- Інтерфейси USB і Bluetooth для зв'язку з комп'ютером.
- Місткість пам'яті для збереження понад 700 спектральних файлів.
- Компактний і легкий, зі звуковою, світловою та вібраційною сигналізацією[35].

Сфери застосування спектрометра МКГ-АТ1321:

- Ліквідація аварій на об'єктах атомної енергетики.
- Протидія незаконному обігу радіоактивних матеріалів.
- Моніторинг приміщень та довкілля.
- Забезпечення радіаційної безпеки під час роботи з радіоізотопними джерелами.
- Радіаційний контроль у атомній промисловості, нафтогазовій сфері та інших галузях.
- Виробництво радіофармпрепаратів і застосування у ядерній медицині.
- Дозиметричне обстеження територій та створення радіаційних карт.

Спектрометр використовує сцинтиляційний детектор для вимірювання швидкості рахунку імпульсів гамма-випромінювання. Він аналізує дані для виявлення підвищеного рівня гамма-фону і проводить вимірювання амплітуд спектра. Обробка цих даних відбувається автоматично для визначення потужності дози та ідентифікації радіонуклідів, присутніх у джерелі гамма-випромінювання. Результати зберігаються в енергонезалежній пам'яті приладу[36].



[36]

Рис. 2.3. Спектрометр МКГ-АТ1321 АТОМТЕХ

3) Спектрометр енергії гамма-випромінювання СЕГ-001 "АКП-С"63 призначений для аналізу якісного та кількісного складу гамма-випромінюючих радіонуклідів у продуктах харчування, об'єктах довкілля, агропродукції, будівельних матеріалах та радіоактивних відходах.

Особливості:

- Спектрометр забезпечує визначення широкого спектра гамма-випромінюючих радіонуклідів.
- Захисна конструкція приладу розроблена для зручного використання та транспортування.
- Прилад підходить як для детальних експертних вимірювань, так і для швидкого контролю на перевищення допустимих рівнів, з результатами, доступними за кілька хвилин або навіть секунд[37].



[37]

Рис. 2.4. Спектрометр енергії гамма випромінювання СЕГ-001 "АКПС"-63

2.3. Відбір проб ґрунту, підготовка та проведення вимірювання активності ^{137}Cs

Проби ґрунту, відібрані на території плями, були належним чином промарковані та передані до лабораторії для вимірювання питомої активності радіонукліду ^{137}Cs . Для цього використовували гамма-спектрометр СЕГ-001 АКП-С-63.

Природна радіоактивність ґрунту головним чином зумовлена ізотопом ^{40}K , а також ізотопами урану, радію, торію, рубідію та інших елементів. Через різний хімічний склад ґрунтів її значення варіюється в межах $(0,2-2,0) \cdot 10^{-8}$ Кі/кг [$(0,74-7,40) \cdot 10^2$ Бк/кг] для сирової маси, що відповідає $0,3-3,5$ Кі/км² [$(1,00-12,75) \cdot 10^{10}$ Бк/км²] при товщині зразка 5 см.

Для відбору ґрунту методом "конверта" проби беруть у п'яти точках: у кутах і центрі квадрата зі стороною 100 метрів. Кожна проба має розмір 15×15 см і глибину 10 см. Контрольні точки повинні знаходитися на відстані не менше 200 метрів від доріг. Остаточна проба, масою 1 кг, складається з п'яти попередньо очищених від рослинності та добре перемішаних зразків.

Підготовка проб включає їх перенесення у заздалегідь підготовлені форми (рис. 2.5), маркування та висушування в сушильній шафі при температурі 105°C протягом 24 годин. Перед сушінням проби очищають від зайвої рослинності[37].



Рис. 2.5. Підготовка проб ґрунту до висушення

На рисунку 2.6 зображено підготовлені для висушування проби ґрунтів після їхньої попередньої обробки.



Рис. 2.6. Підготовлені проби

Після завершення етапу сушіння проби виймають із сушильної шафи та готують до наступного етапу – просіювання. Просіювання проводиться для ретельного очищення ґрунту від сторонніх домішок, таких як каміння, коріння рослин тощо. Для цього заздалегідь підготовлюють металеве сито, піднос і паперове покриття, на яке здійснюється просіювання ґрунту (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Етап просіювання ґрунту

Після просіювання ґрунт готують для вимірювання за допомогою спектрометра СЕГ-001 "АКП-С"-63. Спочатку підготовлюють ємності для ґрунту (денти+) об'ємом 130 см³, які попередньо зважують у порожньому стані. Потім у кожну ємність додають ґрунт і повторно зважують разом із пробєю. Після підготовки проби по черзі поміщають у спектрометр для проведення вимірювань[39].

2.4. Методика визначення щільності забруднення ґрунту ¹³⁷Cs

Методика визначення щільності радіоактивного забруднення ґрунту (поверхневої радіоактивності) на основі вимірювань питомої активності включає такі етапи:

1. Вимірювання питомої активності ґрунту. Для цього використовують радіометр, спектрометр або інший прилад, здатний фіксувати та вимірювати радіоактивне випромінювання.
2. Обчислення середньої питомої активності ґрунту. Проводять кілька вимірювань у різних точках, після чого визначають середнє значення питомої активності.

3. Застосування коефіцієнта конвертації. Вибирають відповідний коефіцієнт конвертації залежно від типу радіонукліда, який спричиняє забруднення, для перетворення питомої активності на щільність забруднення.
4. Розрахунок щільності забруднення. Щільність забруднення обчислюють шляхом множення середньої питомої активності на обраний коефіцієнт конвертації.

Ця методика дозволяє оцінити поверхневу радіоактивність ґрунту, проте її застосування обмежується лише поверхневим шаром і не враховує глибину проникнення радіоактивних речовин[40].

РОЗДІЛ 3. Результати експериментальних досліджень

3.1. Місця проведення експериментальних досліджень

Для проведення відбору зразків продукції сільського господарства, а саме – гречки та картоплі, було обрано території біля населеного пункту Народичі, Коростенського району, Житомирської області. Значні площі сільськогосподарських угідь є забрудненими радіонуклідами після аварії на Чорнобильській АЕС і дотепер належать до 2-ї та 3-ї зони радіоактивного забруднення. У 2023 році було проведено виїзд на місце проведення досліджень та виявлено посіви гречки на ділянках, що розміщені північніше населеного пункту Народичі (рис. 3.1).



Рисунок 3.1. Поле №1, на якому у 2023 році вирощувалась гречка

Площа поля №1, за результатами обчислення в додатку Google Earth становить 1,62 га. Тут було проведено вимірювання показників потужності γ -фону, відібрані зразки ґрунту та зерна гречки для подальших вимірювань питомої активності ^{137}Cs у лабораторії.

На північний-схід від населеного пункту Народичі розміщене відселене село Христинівка. На даний час там проживає кілька сімей, що повернулися. Поряд зі своїми домівками вони обробляють окремі ділянки, на яких вирощують необхідні культури, зокрема і картоплю. На рисунку 3.2 показано розташування земельної ділянки з картоплею, де проводили відбір зразків для визначення коефіцієнтів переходу та накопичення ^{137}Cs в бульби цієї культури.



Рисунок 3.2. Поле №2, на якому у 2023 році вирощувалась картопля

Площа поля №2, за результатами обрахунку в додатку Google Earth становить 0,13 га. Тут було проведено вимірювання показників потужності γ -фону, відібрані зразки ґрунту та бульб картоплі для подальших вимірювань питомої активності ^{137}Cs у лабораторії.

3.2. Результати вимірювання потужності γ -фону на досліджуваних полях

На початковому етапі досліджень було проведено гамма-зйомку відібраної ділянки для оновлення даних радіологічних показників. У пішому порядку пройдено вказану територію поля №1 і знято показники еквівалентної дози за допомогою дозиметра РКС-01 «СТОРА-ТУ» у 15 точках. Гамма-зйомку

території проводили на висоті 1 м над землею (рис. 3.3) із прив'язкою до географічних координат місцевості.

Також були проведені вимірювання гамма-фону і на полі №2, проте через невідомий технічний збій не вдалося відкрити створений трек з результатами вимірювань для його подальшого аналізу.



Рисунок 3.3. Поле №1, розташування точок вимірювання потужності γ -фону

Після розшифрування створеного застосунком GS Ecotest треку із результатами вимірювань потужності еквівалентної дози γ -випромінювання було створено таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Результати вимірювання γ -фону на полі №1

№ точки	Довгота	Широта	Значення γ -фону, мкЗв/год
1	29,063985	51,216225	0,16±0,03
2	29,064095	51,216400	0,17±0,04
3	29,064397	51,216487	0,16±0,03
4	29,064460	51,216367	0,17±0,03
5	29,064633	51,216038	0,18±0,04
6	29,064923	51,215882	0,18±0,04
7	29,064467	51,216775	0,15±0,03
8	29,064710	51,216837	0,17±0,04
9	29,064810	51,216628	0,15±0,04
10	29,064997	51,216130	0,14±0,04
11	29,064847	51,216780	0,15±0,03
12	29,064967	51,216545	0,16±0,04
13	29,065075	51,216928	0,21±0,05
14	29,065295	51,216288	0,20±0,05
15	29,065352	51,216018	0,18±0,04

Гамма-фон на полі №1 коливається в межах від $0,15\pm 0,03$ мкЗв/год до $0,21\pm 0,05$ мкЗв/год. Дане поле можна вважати нерівномірно забрудненим, адже різниця між мінімальним та максимальним значеннями перевищує 30%. При аналізі даних треку з допомогою додатку Google Earth, видно, що східна частина поля є більш забрудненою гамма-випромінюючими радіонуклідами (переважно за рахунок активності ^{137}Cs).

3.3. Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , питома активність ^{137}Cs у бульбах картоплі та гречці

Також на полі №1 було відібрано 3 зразки ґрунту методом «конверту» та проведено вимірювання питомої активності ^{137}Cs на гамма-спектрометрі кафедри загальної екології, радіобіології та БЖД. При відборі зразків, бур заглиблювали на глибину 20 см. Розміщення точок відбору проб показано на рис. 3.4.



Рисунок 3.4. Поле №1, точки відбору зразків ґрунту

У місцях відбору зразків ґрунту було також зібрано вегетативну масу рослин гречки, які після висушування в лабораторії, були оброблені вручну щоб отримати зразки зерна гречки для вимірювання питомої активності ^{137}Cs . Виявилось, що в наповненій зразком посудині Дента (об'єм 100 мл) не може бути визначена питома активність на сцинтиляційному гамма-спектрометрі, адже показники активності були нижчі за мінімально детектовані даним приладом у такому об'ємі зразка. Тому ці зразки додатково проходили вимірювання на гамма-спектроменті з напівпровідниковим детектором. Даний спектрометр розміщений у лабораторії інституту сільськогосподарської радіології НУБіП України.

Враховуючи меншу площу, на полі №2 було відібрано два зразки ґрунту. Розташування точок відбору показано на рис. 3.5. Також у місцях відбору зразків ґрунту були взяті бульби картоплі. Всі отримані зразки висушували та проводили вимірювання питомої активності ^{137}Cs в лабораторії.



Рисунок 3.5. Поле №2, точки відбору зразків ґрунту та бульб картоплі

В табл. 3.2 розміщені результати вимірювання питомої активності ^{137}Cs у зразках ґрунту та продукції (гречка та картопля) та результати розрахунків щільності забруднення території даним радіоактивним ізотопом, що далі будуть використані для розрахунку коефіцієнтів накопичення (Кн) і переходу (Кп).

Таблиця 3.2

Результати визначення параметрів забруднення ґрунту ^{137}Cs

№ точки відбору проби	Питома активність ^{137}Cs у ґрунті, Бк/кг	Питома активність ^{137}Cs у продукції, Бк/кг	Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , кБк/м ²	Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , Кі/км ²
Поле №1, гречка				

1	290±29	35±4,6	78,0±8	2,1±0,2
2	305±31	36±5,6	72,8±7	2,0±0,2
3	370±37	42±6,8	82,7±10	2,2±0,2
Поле №2, картопля				
4	448±35	1,4±0,7	110,2±11	3,0±0,3
5	460±45	2,6±1,8	117,8±12	3,2±0,3

Аналізуючи дані таблиці 3.2 варто відмітити, що зерно гречки мало вищу питому активність ^{137}Cs в порівнянні з бульбами картоплі. Якщо розглянути вимоги Державних гігієнічних нормативів "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді", затверджених наказом МОЗ від 03.05.2006 року №256, то для гречки встановлюється значення на рівні 50 Бк/кг, для картоплі – 60 Бк/кг (відповідно до пункту 3.1 згаданого вище документу). Отже, нами не було встановлено перевищення нормативів вмісту радіоактивного цезію у зразках гречки та картоплі. Для гречки найвищий зафіксований показник складає 84% від значення допустимого рівня. Для картоплі – всього трохи вище 4%. При цьому для поля №2 відмічені вищі рівні забруднення ґрунту ^{137}Cs .

3.4. Розрахунок коефіцієнтів накопичення та переходу та прогнозування рівня забруднення продукції

Отримані значення питомої активності ^{137}Cs для ґрунту та вирощеної на ньому продукції, а також величини щільності забруднення території ^{137}Cs були використані для розрахунку коефіцієнту переходу та коефіцієнту накопичення, відповідно до формул 3.1 та 3.2.

Коефіцієнт накопичення (K_H) ^{137}Cs з ґрунту у рослин - це відношення питомої активності радіонукліда в рослинах (Бк/кг) до питомої активності ґрунту (Бк/кг) в перерахунку на суху масу для зерна та на природну вологість для бульб картоплі (формула 3.1):

$$K_{II} = \frac{A_{\text{рослин}} (\text{Бк} / \text{кг})}{A_{\text{грунту}} (\text{Бк} / \text{кг})} \quad (3.1)$$

Коефіцієнт переходу (K_{II}) ^{137}Cs з ґрунту у рослини - це відношення питомої активності радіонукліда в рослинах (Бк/кг) до щільності забруднення території (кБк/м²) (формула 3.2):

$$K_{II} = \frac{A_{\text{рослин}} (\text{Бк} / \text{кг})}{A_{\text{грунту}} (\text{кБк} / \text{м}^2)} \quad (3.2)$$

Отримані результати розрахунків занесені до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Результати визначення K_{II} і K_{II}

№ точки відбору проби	Питома активність ^{137}Cs у ґрунті, Бк/кг	Питома активність ^{137}Cs у продукції, Бк/кг	Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , кБк/м ²	K_{II}	K_{II}
Поле №1, гречка					
1	290±29	35±4,6	78,0±8	0,121	0,449
2	305±31	36±5,6	72,8±7	0,118	0,495
3	370±37	42±6,8	82,7±10	0,114	0,508
Поле №2, картопля					
4	448±35	1,4±0,7	110,2±11	0,0031	0,0127
5	460±45	2,6±1,8	117,8±12	0,0057	0,0221

За результатами проведених досліджень були отримані середні значення коефіцієнтів накопичення: для зерна гречки – 0,118, для картоплі – 0,0044.

Середня величина коефіцієнту переходу для зерна гречки – 0,484, а для картоплі – 0,0174.

Отримані значення коефіцієнтів переходу для зерна гречки та бульб картоплі дозволяють виконати прогнозування рівнів забруднення ^{137}Cs для врожаю отриманого на інших полях з подібними ґрунтово-кліматичними умовами. У рамках виконання співробітниками кафедри загальної екології, радіобіології та БЖД наукового проекту за підтримки Національного фонду наукових досліджень України було отримано карту щільності забруднення сільськогосподарських угідь навколо населеного пункту Народичі (рис. 3.6).

Згідно з отриманими нами значеннями коефіцієнтів переходу для гречки і картоплі було виконано прогноз рівнів забруднення врожаю цих культур та оцінено потенційний ризик отримати продукцію з перевищенням допустимих рівнів вмісту ^{137}Cs . Отримані значення розміщено в таблиці 3.4.



Рис. 3.6. Фрагмент картосхеми щільності забруднення сільськогосподарських угідь ^{137}Cs навколо населеного пункту Народичі.

Таблиця 3.4

Характеристики забруднення ^{137}Cs орних угідь та прогнозований рівень забруднення зерна гречки та бульб картоплі при вирощуванні північніше с. Народичі

№ угіддя (рис. 3.6)	Площа угіддя, га	Середня щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²	Прогнозований рівень забруднення гречки, Бк/кг	Прогнозований рівень забруднення картоплі, Бк/кг
5	193,3	88,2	42,7	1,5
6	12,8	112,2	54,3	2,0
7	19,0	95,6	46,3	1,7
8	16,5	137,0	66,3	2,4
9	32,3	145,5	70,4	2,5
10	59,2	104,6	50,6	1,8
14	104,0	115,6	56,0	2,0
15	70,3	122,7	59,4	2,1
16	36,4	125,2	60,6	2,2
18	100,0	122,7	59,4	2,1
19	21,6	151,4	73,3	2,6

Відповідно до результатів розміщених у таблиці 3.4 виявлено високу імовірність перевищення допустимого рівня (ДР-2006) у зерні гречки. Для прогнозування було використано середню щільність забруднення ^{137}Cs для 11 полів площею 665,4 га. Як показують розрахунки, тільки на двох полях із

загальною площею 212,3 га прогнозований рівень забруднення зерна гречки радіоактивним цезієм не перевищуватиме 50 Бк/кг, а буде дещо нижче цього значення. Для решти 9 полів прогнозоване значення питомої активності ^{137}Cs у зерні гречки коливається від 50,6 Бк/кг до 73,3 Бк/кг. Гречка є відомою рослиною-калієфілом. Зерно цієї рослини багате калієм, хімічним аналогом якого є цезій. Тому при вирощуванні цієї культури в умовах забруднення ґрунту ^{137}Cs (ця рекомендація стосується полів 5 і 7) рекомендуємо використовувати калійні добрива, особливо якщо в ґрунті спостерігається дефіцит доступних форм цього хімічного ізотопу. Проте (решта полів, крім 5 і 7) при стійкому перевищенні значень ДР-2006 для продукції та нестачі коштів на необхідну кількість добрив, варто відмовитися від вирощування гречки на цих територіях та замінити її культурами з меншими значеннями коефіцієнту переходу. При цьому через 20-30 років ситуація має значно покращитися через фізичний розпад ^{137}Cs . Відповідно можна буде розглядати відновлення вирощування гречки на полях навколо населеного пункту Народичі.

Якщо розглядати результати прогнозування рівня радіоактивного забруднення ^{137}Cs бульб картоплі, то нами не зафіксовано перевищення нормативу ДР-2006 для цієї культури (60 Бк/кг). Прогнозована питома активність бульб картоплі коливається в межах від 1,5 Бк/кг до 2,6 Бк/кг. Тому вирощувати картоплю на полях навколо населеного пункту Народичі можна без обмежень, перевищення допустимого рівня ^{137}Cs у бульбах не буде.

ВИСНОВКИ

1. Потужність еквівалентної дози гамма-випромінювання на полі де вирощувалась гречка коливається в межах від $0,15 \pm 0,03$ мкЗв/год до $0,21 \pm 0,05$ мкЗв/год. Дане поле можна вважати нерівномірно забрудненим, адже різниця між мінімальним та максимальним значеннями перевищує 30%.
2. Питома активність ^{137}Cs у ґрунті досліджуваних полів знаходиться в межах 290 ± 29 Бк/кг – 460 ± 45 Бк/кг. Щільність забруднення території від $72,8 \pm 7$ кБк/м² до $117,8 \pm 12$ кБк/м².
3. За результатами проведених досліджень були отримані середні значення коефіцієнтів накопичення: для зерна гречки – 0,118, для картоплі – 0,0044. Середня величина коефіцієнту переходу для зерна гречки – 0,484, а для картоплі – 0,0174.
4. Не було встановлено перевищення нормативів вмісту радіоактивного цезію у зразках гречки та картоплі. Для гречки найвищий зафіксований показник складає 84% від значення допустимого рівня (50 Бк/кг). Для картоплі – всього трохи вище 4% (60 Бк/кг).
5. Результати прогнозування рівнів забруднення продукції за використання отриманих коефіцієнтів переходу показали, що при вирощуванні гречки у досліджуваних ґрунтово-кліматичних умовах та наявних рівнів забруднення ^{137}Cs існує висока імовірність отримати продукцію в якій будуть перевищені значення допустимих рівнів. Вирощувати картоплю на полях навколо населеного пункту Народичі можна без обмежень, перевищення допустимого рівня ^{137}Cs у бульбах не буде.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Біологічні основи овочівництва // О.Ю. Барабаш, Л.К. Гапоненко, З.Д. Сич – К.: Арістель, 2005. – 348 с.
2. Операційні технології виробництва овочів / [за ред. Болотських]. – К.: Урожай, 1988. – С. 192–211.
3. Практикум з ґрунтознавства / Петренко Л.Р., Капштик М.В., Вітвіцький С.В., Богданович Р.П. - К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2011. – 380 с.
4. Ґрунти Київської області / [за ред. С.О. Скорини]. – Київ, 1969. – 32 с.
5. Атлас радіоактивного забруднення території України. – К.: МНС, 2011. – 59 с.
6. Прістер Б.С. Сільськогосподарські аспекти проблем реабілітації радіоактивно забруднених територій і радіаційного захисту населення / Б.С. Прістер, Р.О. Богданов, Л.С. Перепелятникова, С.О. Кашпаров, Р.П. Перепелятников // Національна доповідь України “20 років Чорнобильської катастрофи: погляд в майбутнє”.– К.: Атіка, 2006. – С. 95–112.
7. Паньковська Г.П. Сучасні пріоритети розвитку аграрного виробництва на радіоактивно забруднених територіях Українського Полісся / Г.П. Паньковська, Л.А. Райчук, Д.П. Качур // Матеріали IV науково – практичної конференції молодих учених «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва», (1 – 4 червня 2010 р.), Київ, ІА УААН. – 2010. – С. 187–189.
8. Гродзинський Д-М. Радіобіологія: підручник / Д.М. Гродзинський. - К.: Либідь, 2000. - 448 с.
9. Особливості накопичення ^{137}Cs картоплею за різних умов вирощування : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16 / Швиденко Ірина Костянтинівна ; Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т агроєкології і природокористування. - Київ, 2017. - 20 с.
10. Характеристика ^{137}Cs URL:
nmuofficial.com/wpcontent/uploads/2016/06/M2L10-1.pdf

11. Гудков І.М., Кашпаров В.О., Паренюк О.Ю. Радіоекологічний моніторинг. Київ, 2018. 64 с.
12. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Technical reports series №.472. – Vienna: IAEA, 2010. – 194 p. – Режим доступу: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs472_web.pdf.
13. Операційні технології виробництва овочів / [за ред. Болотських]. – К.: Урожай, 1988. – С. 192–211.
14. Кашпаров В.А. Автореф. дис. докт. биол. наук: 03.00.01. Всероссийский НИИ сельскохоз. радиол, и агрокол. / В.А. Кашпаров. – Обнинск, 2000. – 48 с.
15. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: Підручник /М.М. Городній, С.Д. Мельничук, О.М. Гончар та ін. / [За ред. М.М. Городнього]. –К.: Арістей, 2006. – 484 с.
16. Орлов О.О. Вплив агрохімічних властивостей ґрунту на мобільність ^{137}Cs у ланцюзі «ґрунт-чорниця» / О.О. Орлов, С.П. Ірклієнко, Т.М. Коткова, М.Й. Долгілевич // Вісник аграрної науки. – 2001. – №5. – С. 60–66.
17. Лощілов М.О. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених радіоактивними елементами / Рекомендації. // М.О. Лощілов, Б.С. Прістер, Л.С. Перепелятнікова – К., 1994. – 182 с.
18. Міграція радіонуклідів URL:
https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%95%D0%9D%D0%9F_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_4/page9.html
19. Горизонтальна міграція радіонуклідів URL:
https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload
20. Гудков І.М. Радіобіологія. Київ, 2016. 175 с.

21. Поверхневий змив радіонуклідів URL:
<https://repository.knuba.edu.ua/bitstream/handle/987654321/567>
22. Інформація про сівозміну для гречки URL:
https://bionorma.ua/articles/grachka-osoblyvosti-vyroshhuvannya/?srsltid=AfmBOoq6pRwl7HUNHE0vcL1Uvf1_GrSK9OewwjgB8DoOERVYZR5igbJx
23. Правильна сімба гречки URL:
superagronom.com/articles/347-tehnologiya-viroschuvannya-grechki
24. Добрива для гречки URL:
agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12297-uspishne-vyroshchuvannia-hrechky.html
25. Технологія збирання гречки URL:
growhow.in.ua/agrotehnika-grechky-stavky-na-pislyazhnyvne-ta-pislyaukisine-vyroshhuvannya/
26. Підготовка території перед посадкою картоплі URL:
https://ikar.in.ua/potato_intresting/technology/
27. Догляд за картоплею URL:
<https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-vyroshhuvannya-nasinnyevoiy-kartopli/>
28. Технологія збирання картоплі URL:
<https://yason-agro.com/articles/73-teh-potatoes>
29. Загальні відомості про Народицьку ОТГ URL:
<https://narodyska-gromada.gov.ua/>
30. Загальна інформація про заповідник «Древлянський» URL:
<https://dobre.club/turi/zapovidna-ukraina/drevlyanskyj-pryrodnyjzapovidnyk/>
31. Геологія заповідник «Древлянський» URL:
<https://wownature.in.ua/parky-i-zapovidnyky/pryrodnyy-zapovidnyk-drevlianskyu/>

32. Рослинність заповідника «Древлянський» URL:

<https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/7-80-2019/vidovye-riznomanittya-vishchikh-sudinnikh-roslin-svizhikh-boriv-prirodnogo-zapovidnika-dryevlyanskiy>

33. Головний сайт заповідника «Древлянський»

URL: <https://drevlyansky.in.ua/>

34. Характеристика дозиметра СТОРА-ТУ URL:

<https://dozimetr.com.ua/product/dozimetr-radiometr-rks-01-stora-tu/>

35. Інструкція з експлуатації спектрометра МКГ-АТ1321 URL:

<https://brom.com.ua/uploads/images/dozometr/ATOMTEX/mkg-at1321.pdf>

36. Опис спектрометра МКГ-АТ1321 URL:

<https://ppbrom.com/ua/p635554618spektrometr-atomteh-mkg.html>

37. Опис спектрометра енергії гамма випромінювання СЕГ-001 "АКП-С"-63 від компанії-виробника URL:

<https://brom.ua/uk/spektrometr-energii-gamma-izlucheniia-seg-001-akp-s-63-ukr>

38. В.А. Гайченко, І.М. Гудков, В.О. Кашпаров. ПРАКТИКУМ з радіобіології та радіоекології. Київ, 2009. 140 с.

39. Вимірювання щільності забруднення ґрунту URL:

https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/53/004/53004840.pdf

40. Розрахунок щільності забруднення URL:

<http://uiar.org.ua/support/Product.pdf>