

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.04 – МКР. 2159 “С” 2023.11.23. 55 ПЗ

ПОЛЮХОВИЧА МИКОЛИ АНАТОЛІЙОВИЧА

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 504.5:628.4.047:630*22.613.2

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки
життєдіяльності**

Коломієць Ю.В.

(підпис)

Клепко А.В.

(підпис)

« ____ » _____ 2024 р.

« ____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Оцінка впливу радіаційного фактору на якість лісових ресурсів
(деревина, гриби, ягоди) в Рівненській області та їх безпечність для
споживання»**

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

**Керівник
кваліфікаційної роботи**

Д.Б.Н., С.Н.С.

магістерської

(підпис)

Клепко А.В.

Виконав

(підпис)

Полюхович М.А.

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри загальної екології, радіобіології та
безпеки життєдіяльності**

к.б.н., с.н.с. _____ Клепко А.В.

«____» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Полуховича Миколи Анатолійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

1. Тема роботи «Оцінка впливу радіаційного фактору на якість лісових ресурсів (деревина, гриби, ягоди) в Рівненській області та їх безпечність для споживання»
2. Строк подання студентом роботи 10 листопада 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: аналіз наукової літератури з радіоекології, рослин, мікрології та безпеки харчових продуктів, власні спостереження та дослідження, відбір проб, оцінка ризику, лабораторні дослідження.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 4.1. Провести дослідження особливих умов накопичення радіонуклідів у деревині, ягодах і грибах.
 - 4.2. Оцінити безпеку споживачів лісових ресурсів за затвердженими стандартами концентрації радіонуклідів.
 - 4.3. Розробити рекомендації щодо зниження ризику радіоактивного забруднення лісових ресурсів та підвищення безпеки споживачів лісопродукції.
 - 4.4. Сформулювати висновки на основі проведених досліджень.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Клепко А.В.		
2	Клепко А.В.		
3	Клепко А.В.		

6. Дата видачі завдання 05 вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	випускної бакалаврської роботи		
1	Опрацювання літературних джерел та написання розділу “Огляд літератури”	Жовтень-Грудень 2023	
2	Збір необхідних даних та матеріалів	Березень – травень 2024	
3	Аналіз результатів проведених досліджень	Червень - липень 2024	
4	Написання розділу “Результати досліджень”	Серпень - вересень 2024	
5	Написання висновків, пропозицій, списку літератури	Жовтень 2024	
6	Оформлення роботи	Жовтень 2024	

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Клепко А. В.

Завдання прийняв
до виконання

_____ (підпис)

Полюхович М. А.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1 Радіаційний фактор і його вплив на довкілля	6
1.2 Вплив радіації на лісові екосистеми (гриби, деревина, ягоди)	11
1.3 Оцінка безпечності продукції лісових ресурсів для споживання	18
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1 Характеристика території дослідження.....	23
2.2 Матеріали та методи	28
2.3 Методи радіаційного контролю та оцінки забрудненості.....	30
2.4 Аналіз показників безпечності лісових ресурсів.....	31
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ РАДІАЦІЙНОГО ФАКТОРУ НА ЯКІТЬ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ	37
3.1 Результати досліджень радіаційного забруднення зразків.....	37
3.2 Отримані результати досліджень	44
3.3 Аналіз оцінки безпечності лісових ресурсів	50
3.4 Рекомендації щодо мінімізації ризиків від споживання забруднених лісових ресурсів	52
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	59
ДОДАТКИ	65

РЕФЕРАТ

Магістерська випускна робота виконана на 71 сторінках, містить 3 розділи, 2 таблиці, 16 рисунків.

Мета роботи полягала в комплексній оцінці впливу радіаційних факторів на якість лісових ресурсів Рівненської області, особливо деревини, грибів і плодів, та оцінка їх безпеки для споживання.

Для досягнення цієї мети передбачалося вирішення наступних завдань:

- Дослідження особливих умов накопичення радіонуклідів у деревині, колодах та відкладах
- Оцінити безпеку споживачів хімікатів за затвердженими стандартами концентрації радіонуклідів.
- Розроблено рекомендації щодо зниження ризику радіоактивного забруднення лісових ресурсів та підвищення безпеки споживачів лісопродукції.

Об'єктом дослідження є лісові екосистеми Рівненської області, які зазнали радіаційного впливу, та їх продукція (деревина, гриби, ягоди).

Предметом дослідження є якість лісових ресурсів (деревина, гриби, ягоди) у Рівненській області в умовах радіаційного забруднення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РАДІАЦІЯ, ДЕРЕВИНА, ГРИБИ, ЯГОДИ, ЛІСОВІ РЕСУРСИ, ЯКІСТЬ, РАДІОАКТИВНІСТЬ, ЦЕЗІЙ-137, РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ, СПОЖИВАННЯ, РАДІОНУКЛІД.

ВСТУП

Оцінка впливу радіаційного фактору на якість лісових ресурсів, такі як деревина, ягоди та гриби, є актуальною проблемою, особливо на територіях, які зазнали радіоактивного забруднення. Рівненська область України включена до цього регіону, оскільки після Аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році вона зазнала радіоактивних опадів. В результаті радіоактивні ізотопи, головним чином цезію-137 і стронцію-90, потрапляють у навколишнє середовище, де вони розчиняються у ґрунт, водні ресурси та біологічні організми. Ця справа дуже важлива для екології території та здоров'я населення, яке споживає лісову продукцію. [10]

Основною частиною екосистеми Рівненської області є лісові ресурси. Вони постачають сировину для деревообробної промисловості, є джерелами їжі для місцевих жителів (ягоди, гриби) і служать для захисту навколишнього середовища, наприклад контролю клімату, захисту води та біорізноманіття. Радіоактивне забруднення може серйозно вплинути на якість і безпеку використання цих ресурсів.

Деревина, ягоди та гриби є ключовими об'єктами дослідження наслідків радіаційного забруднення. Слід зазначити, що деревина здатна накопичувати радіонукліди, що позначається на її якості та промислового використання. Гриби можуть поглинати радіонукліди з ґрунту, вони можуть транспортувати великі концентрації радіоактивних речовин. Це дуже важливо, оскільки гриби широко присутні в їжі і можуть бути джерелом внутрішнього опромінення людини. Такі фрукти, як ягоди, також можуть накопичувати радіонукліди як і гриби, що підвищує ризик для здоров'я. [18,19]

Наукова новизна дослідження є в тому, що можна отримати нову інформацію про рівень радіаційного забруднення поверхневих шарів Рівненської області та спостерігати їх динаміку в часі. Однак, результати досліджень мажуть бути використані для розробки ефективних заходів моніторингу радіаційного стану рослинних екосистем та забезпечення радіаційної безпеки населення.

Радіоактивне забруднення потребує комплексного підходу до оцінки ризику. Це не лише оцінка рівня радіації в лісових ресурсах, а й оцінка впливу на здоров'я людей, проникнення радіонуклідів у лісові екосистеми, а також рекомендації щодо безпечного використання відходів. Важливу роль відіграє обізнаність населення про потенційні ризики та методи зменшення наслідків радіоактивного забруднення.

В цьому контексті варто звернути особливу увагу на роль державних органів та наукових установ у здійсненні постійного моніторингу, розробці нормативно-правових актів і здійсненні освітньої діяльності. Відповідальність за безпеку врожаю і захист лісів залежить від різних рівнів, від місцевих громад до національних органів влади.

Дослідження впливу радіаційного фактору на якість лісових ресурсів Рівненської області є проблемою не лише науковою, а й соціальною. Розслідування справи сприяє впровадженню ефективних заходів щодо зниження ризику та забезпечення безпеки населення району та захист навколишнього середовища. Метою даного дослідження є комплексне розуміння радіоактивної ситуації в регіоні, оцінка рівня радіоактивного забруднення цінних природних ресурсів та надання рекомендацій щодо безпечного використання. [4,13]

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Радіаційний фактор і його вплив на довкілля

Радіація є невід'ємною частиною нашого природного середовища. Це космічні промені, радіоактивні речовини, що знаходяться в земній корі і навіть в живих організмах. Проте з розвитком атомної енергетики, медицини, промисловості та військової техніки важливу роль почали відігравати штучні джерела випромінювання. На сьогодні радіаційний фактор є важливим елементом у вивченні екології та охорони навколишнього середовища, оскільки радіоактивне забруднення може мати довготривалий вплив на екосистеми.

Радіаційне забруднення відбувається в результаті кількох подій і діяльності, пов'язаних з викидом радіоактивних матеріалів у навколишнє середовище. Основними джерелами радіаційного забруднення є:

- Ядерні аварії: найважливішими джерелами радіаційного забруднення є аварії на ядерних об'єктах, таких як Чорнобильська та Фукусімська АЕС. Під час таких аварій радіоактивні речовини викидаються в навколишнє середовище, завдаючи тривалої шкоди повітрю, воді та ґрунту.
- Ядерні випробування: зокрема ядерні випробування викидають в атмосферу радіоактивні елементи, які поширюються по всьому світу та забруднюють повітря, воду і ґрунт.
- Виробництво радіоактивних речовин: під час виробництва ядерного палива, ліків, радіоізотопів та інших продуктів, які використовують радіоактивні речовини, можуть утворюватися відходи, які забруднюють навколишнє середовище.
- Неналежне захоронення радіоактивних відходів: неправильне захоронення відходів атомних електростанцій, промислових компаній, медичних і наукових установ може бути джерелом серйозного забруднення.
- Військова діяльність і випробування зброї: використання або випробування радіоактивної зброї, наприклад, відпрацьованих уранових боєприпасів,

викидає радіонукліди в навколишнє середовище, включаючи довгострокові наслідки для здоров'я людини та екосистем.

Ці фактори підкреслюють необхідність розробки ефективних методів зменшення опромінення радіоактивними речовинами та розробки захисних стратегій для захисту ґрунту та здоров'я людини. [26]

Що стосується самого випромінювання, то воно поділяється на іонізуюче і неіонізуюче. Іонізуюче випромінювання, включаючи альфа-, бета-, гамма-випромінювання, рентгенівські промені та нейтрони, має достатню енергію, щоб змінити структуру атомів і молекул, що може викликати серйозні біологічні зміни в живих організмах. Природними джерелами радіації є:

- Космічні промені з космосу
- Радіоізотопи природного походження, такі як уран, торій і радон, знаходяться в земній корі.

Штучні джерела радіації включають:

- Атомні електростанції, де відбувається розщеплення атомів
- Медичне обладнання, особливо рентгенівське обладнання та обладнання для радіотерапії
- Промислові та науково-дослідні інститути, які працюють з радіоактивними речовинами
- Ядерна зброя, яка при застосуванні може стати джерелом значного радіоактивного зараження.

Взаємодія між випромінюванням і речовиною викликає іонізацію атомів і молекул, що розриває хімічні зв'язки і руйнує біологічні структури. Основні механізми екологічного впливу радіації:

Мутагенез: індукція мутацій у геномі організмів, що може призвести до захворювань, скорочення тривалості життя та вимирання видів.

Канцерогенез: стимуляція росту пухлин у рослин, тварин і людини.

Соматичні ефекти: ураження тканин і органів, що проявляється у вигляді променевого ураження, безпліддя, передчасного старіння.

Чорнобильська катастрофа 1986 року була однією з найбільших людських катастроф двадцятого століття. Вибух на четвертій атомній електростанції Чорнобиля призвів до викиду великої кількості радіоактивного матеріалу в атмосферу, що спричинило масове забруднення значних територій в Україні та Білорусі. Це мало наслідки для навколишнього середовища:

- Радіоактивне забруднення ґрунту, рослин і води: такі радіонукліди, як цезій-137 і стронцій-90, проникли глибоко в ґрунт, водойми та накопичувалися в рибах та інших водних організмах. Це призвело до тривалого забруднення екосистем і обмеження сільського господарства.
- Втрата біорізноманіття: радіація вбила багато видів рослин і тварин, порушила харчові ланцюги та зменшила генетичне різноманіття популяцій.
- Мутації в рослинах і тваринах: високий рівень радіації збільшує частоту мутацій у рослин і тварин, що може мати довгостроковий вплив на еволюцію видів.
- Збільшення захворюваності на рак щитовидної залози: радіаційне опромінення сильно впливає на здоров'я дітей і підлітків у яких частіше зустрічається рак щитовидної залози.
- Онкологічні захворювання: зросла кількість інших видів раку, таких як лейкоз та рак легень.
- Генетичні наслідки: можливі генетичні зміни в майбутніх поколіннях, які проживатимуть на забруднених територіях.

Сьогодні, через понад тридцять років після Чорнобильської катастрофи, проблема радіаційного забруднення залишається досі актуальною. Щоб зменшити його негативний вплив, вжито ряд заходів:

- Контроль радіаційного фону: регулярно контролюючи рівні радіації в навколишньому середовищі, можна оцінити ефективність захисних заходів і виявити можливі збитки.
- Створення захисних споруд: створюються спеціальні споруди для зберігання радіоактивних відходів.

- Відновлення ослаблених екосистем: вживаються заходи щодо відновлення лісів, рідколісся та інших природних комплексів.
- Радіаційна безпека атомних електростанцій: посилюються вимоги безпеки експлуатації атомних електростанцій, впроваджуються нові технології та системи контролю.

Радіаційне забруднення навколишнього середовища може відбуватися в багатьох формах, від викидів в атмосферу до забруднення водних і земельних ресурсів. Цей ефект залежить від типу радіоактивних матеріалів, їх активності, тривалості впливу та характеристик навколишнього середовища.

Атмосфера. Радіоактивні частки можуть потрапити в атмосферу в результаті викидів на атомних електростанціях або аварій. Вони можуть поширюватися на великі відстані та впливати на клімат і здоров'я живих організмів. Наприклад, такі радіоактивні ізотопи, як цезій-137 і йод-131, були знайдені в багатьох країнах Європи після аварії на Чорнобильській АЕС.

Водні екосистеми. Радіоактивні речовини можуть потрапляти у водні екосистеми через стічні води промислових підприємств або випадкові викиди. Це може призвести до накопичення радіоактивних речовин у водоростях, рибах та інших організмах, що може негативно вплинути на харчові ланцюги.

Ґрунт і рослинність. Радіоактивні речовини можуть осідати на землю, де вони можуть залишатися тривалий час. Рослини можуть поглинати їх, що впливає на земні екосистеми та сільське господарство. Наприклад, радіоактивний цезій-137 може накопичуватися в ґрунті та рослинах, що робить їжу небезпечною для споживання. Іонізуюче випромінювання може викликати різні біологічні ефекти залежно від дози та тривалості опромінення. Основні механізми:

Молекулярний рівень: іонізуюче випромінювання може пошкодити молекули ДНК, а мутації можуть призвести до раку або генетичних захворювань. Це також може викликати іонізацію води в клітинах, що може призвести до утворення вільних радикалів, які можуть пошкодити біомолекули.

Клітинний рівень: радіація може викликати апоптоз (запрограмовану загибель клітин) або некроз (неконтрольовану загибель клітин), що призводить до дисфункції органів і систем.

Організмний рівень: завищені дози радіації можуть спричинити гострий радіаційний синдром, який включає симптоми, починаючи від нудоти та блювоти до органної недостатності та навіть смерті. Низькі дози можуть викликати довгострокові наслідки, такі як рак, катаракта та розлади імунної системи. Радіаційне забруднення має довгострокові та далекосяжні наслідки для екосистем:

- Зменшення біологічного різноманіття біологічного різноманіття: загибель рослин і тварин, порушення харчових ланцюгів, зменшення генетичного різноманіття
- Деградація ґрунту: зниження родючості, накопичення радіонуклідів у воді, відкладеннях на дні, біологічних організмах.
- Порушення транспорту радіонуклідів: перенесення радіонуклідів у повітрі, воді та тваринами на великі відстані.

Радіологія вивчає вплив радіації на екосистеми, включаючи її поширення, накопичення та біологічні ефекти. Важливою частиною є розробка методів оцінки ризиків і запобігання радіоактивного забруднення. Основними засобами є:

Моніторинг і оцінка: шляхом регулярного моніторингу рівнів радіації в навколишньому середовищі можна визначити потенційні джерела забруднення та оцінити їх вплив.

Регулювання та контроль: встановлення стандартів для дозволених рівнів радіації для різних об'єктів і видів діяльності. Це включає управління викидами атомних електростанцій, поводження з радіоактивними відходами та забезпечення безпеки праці.

Захист і здоров'я: здійснення заходів щодо захисту населення та навколишнього природного середовища у разі радіаційної аварії. Це може

включати евакуацію, очищення територій, використання засобів захисту та заходи з відновлення пошкоджених територій.

Важливою частиною сучасного екологічного середовища є радіаційний фактор. Хоча природні джерела радіації є частиною нашої планети, створені людиною джерела можуть мати значний негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини. Розуміння механізмів радіаційного опромінення та розробка та розробка ефективного захисту є важливим для забезпечення сталого розвитку та захисту навколишнього середовища. [22,26,33]

1.2 Вплив радіації на лісові екосистеми (гриби, деревина, ягоди)

Вплив радіації на лісові екосистеми стає все більш важливою темою, тоді як, лісові екосистеми є основою біорізноманіття та виконують багато екологічних, економічних і соціальних функцій. Радіаційне забруднення суттєво впливає на всі частини лісових екосистем, включаючи дерева, ягоди і гриби. У цьому розділі розглядається вплив радіації на ці компоненти лісу та їх вплив на екосистему в цілому.

Радіаційне забруднення досить сильно впливає на всі частини лісової екосистеми, оскільки радіонукліди, які потрапили в навколишнє середовище після ядерних аварій або випробувань, можуть залишатися активними роками. У лісових умовах вони взаємодіють із ґрунтом, рослинами, грибами та ягодами, що може мати серйозні екологічні та соціальні наслідки. Лісові екосистеми стають своєрідним «резервуаром» для радіоактивних речовин, які поступово по харчових ланцюгах переносяться в інші частини біосфери. Це може становити небезпеку для дикої природи та людей, які їдять лісові продукти, такі як деревина, ягоди та гриби.

Деревина є важливою складовою частиною лісової екосистеми, яка структурно підтримує ліси та є важливим ресурсом для промисловості. Радіаційне забруднення деревини може мати кілька наслідків:

Мутації та генетичні зміни: радіація може викликати мутації в генетичному матеріалі рослин, що призводить до змін у структурі та функціях клітин. Це може вплинути на ріст дерев, регенерацію та стійкість до шкідників і хвороб.

Фізіологічні зміни: радіація може змінити метаболічні процеси в рослинних клітинах, що впливає на ріст і продуктивність рослин. Наприклад, в районах з високим рівнем радіації сповільнюється ріст рослин і порушуються процеси фотосинтезу.

Погіршення якості деревини: радіаційне забруднення може вплинути на механічні властивості деревини, такі як міцність, щільність і довговічність. Це знижує його комерційну цінність і придатність для будівництва та виготовлення меблів.

Накопичення радіонуклідів: деревина може накопичувати такі радіонукліди, як цезій-137 і стронцій-90, які шкідливі для здоров'я людини. Це обмежує використання деревини із забруднених територій для промислових цілей і ускладнює процес переробки та утилізації. [28]

Гриби є важливою частиною екосистеми рослин, діючи як розкладачі органічної речовини та підтримуючи родючість ґрунту. Гриби є одним з організмів, найбільш схильних до накопичення радіонуклідів у рослинних екосистемах. Завдяки біології грибів вони можуть поглинати радіоактивні елементи з ґрунту через гіфи, які простягаються на глибину до десяти сантиметрів. Багато типів грибів можуть накопичувати високий рівень цезію-137, що робить їх небезпечними для споживання. Гриби не розробили систему очищення від радіоактивних речовин, тому вони залишаються забрудненими ще довго після радіаційних подій. Дія радіації на гриби є комплексною і може викликати такі наслідки:

Зміни видового складу: радіаційне забруднення може змінити видовий склад лісових грибів. Деякі види можуть стати більш стійкими до радіації, тоді як інші можуть зникнути або вимерти.

Накопичення радіонуклідів у грибах: гриби мають велику здатність збирати радіонукліди з ґрунту. Вони можуть бути небезпечними для споживання людиною, особливо якщо гриби збирають із забруднених радіацією територій.

Зміни в процесах екосистем: радіація може впливати на взаємодію грибів з іншими частинами екосистеми, наприклад, деревами або ґрунтовими мікроорганізмами. Це може призвести до змін у процесах розкладання органічної речовини та кругообігу поживних речовин у лісі.

Вплив на мікоризу: радіаційне забруднення може вплинути на мікоризу – симбіотичні відносини між грибами та рослинами. Це впливає на живлення рослин і стійкість до стресових умов. [27]

Такі ягоди, як чорниця, брусниця, малина, ожина та інші теж можуть збирати радіонукліди, але менше, ніж гриби. Забруднювачі в основному переносяться шляхом контакту з радіонуклідами, що змиваються на поверхні і шляхом поглинання з ґрунту в каналізаційну систему. Оскільки ягоди ростуть у ґрунті, їх радіонуклідне забруднення значною мірою залежить від концентрації радіоактивної речовини у верхньому шарі ґрунту. Ягоди є важливим джерелом їжі для багатьох тварин і людей. Радіація має кілька способів впливу на ягоди:

Зниження врожайності: радіаційне забруднення може призвести до зниження врожайності ягід через пошкодження рослин, порушення процесів фотосинтезу та зниження продуктивності.

Накопичення радіонуклідів: ягоди, так як і гриби можуть накопичувати радіонукліди, що роблять їх небезпечною для споживання людиною. Особливо це стосується зони з високим рівнем радіації та де ягоди можуть бути небезпечними для здоров'я.

Зміна хімічного складу: радіація може викликати зміни хімічного складу плодів, що впливає на вміст у них вітамінів, мінералів та інших біологічно активних речовин. Це може вплинути на його харчову цінність і смак.

Вплив на дику природу: зміни в кількості та якості опадів можуть вплинути на дику природу, яка залежить від неї в якості їжі. Це може призвести до змін у популяції та поведінці тварин. [24]

Наслідки споживання: ягоди вживають переважно в сирому вигляді, що підвищує ризик для здоров'я людини у зв'язку з радіонуклідним забрудненням. Навіть невеликі перевищення допустимого рівня радіації ягідів можуть призвести до накопичення в організмі радіонуклідів, що з часом підвищує ризик розвитку раку.

Радіаційне забруднення має далекосяжні наслідки для лісових екосистем на додаток до окремих компонентів, таких як дерева гриби чи ягоди. Ці наслідки включають:

- Зменшення біологічного різноманіття
- Порушення функціонування екосистем
- Соціально-економічні наслідки
- Довгострокові наслідки

Радіація може мати довгострокові наслідки для рослинних екосистем, які можна спостерігати через багато років після початкового забруднення. Це включає не лише біологічні та екологічні наслідки, а й соціальні та економічні проблеми, з якими зіткнуться майбутні покоління.

Важливим критерієм є розробка стратегій відновлення лісових екосистем, які постраждали від радіаційного забруднення. Це може включати: регулярний моніторинг рівнів радіації в лісах для оцінки ступеня забруднення та впливу на різні частини екосистеми; використання технологій, що допомагають мінімізувати накопичення радіонуклідів у ґрунті та рослинах, таких як фітореMediaція; здійснення заходів щодо зміцнення та відновлення радіаційно шкідливих популяцій рослин, комах і тварин. Важливим кроком у відновленні лісових екосистем є інформування громадськості та участь у вирішенні проблем, пов'язаних із радіаційним забрудненням. Він включає освітні програми для населення, яке проживає на постраждалих територіях, а також участь місцевих громад у моніторингу стану навколишнього середовища та у відновлювальних роботах.

Радіонукліди здатні накопичуватися в рослинах через процес біоаккумуляції, коли вони поглинаються з природного середовища – ґрунту, води

чи атмосфери – у коріння, листя чи стебла. Деякі радіонукліди за хімічним складом подібні до таких важливих для рослин елементів, як калій або фосфор, тому можуть активно засвоюватися. На біонакопичення впливають такі фактори: Тип радіонукліда: кожен радіонуклід має свої властивості та рівні поглинання випромінювання. Наприклад, цезій-137 і радій-226 зазвичай містяться в радіонуклідах, які накопичуються в рослинах.

Властивості ґрунту: хімічний склад ґрунту, кислотність (pH), вміст органічної речовини та мінеральних речовин визначають доступність радіонуклідів для засвоєння рослинами.

Тип рослин: різні типи рослин мають різну здатність поглинати радіонукліди. Деякі можуть збирати радіоактивні матеріали ефективніше, ніж інші.

Радіонукліди можуть накопичуватися в клітинах завдяки процесу, який називається біонакопиченням. Цей процес може відбуватися, коли радіоактивні речовини з навколишнього середовища, наприклад, із ґрунту, води чи повітря потрапляють у рослини через кореневу систему, листя чи інші частини рослин. Деякі радіонукліди за хімічним складом можуть нагадувати необхідні рослинам мікроелементи, наприклад калій або фосфор, що сприяє їх активному засвоєнню рослинами. [3,5,11]

Важливу роль у біоаккумуляції радіонуклідів відіграють умови вирощування. Такі фактори, як температура, рівень вологості, інтенсивність освітлення та наявність інших мінералів у середовищі, можуть змінити здатність рослин поглинати радіонукліди. Це впливає на концентрацію радіоактивної речовини в різних частинах рослин – коренях, стеблах, листі чи плодах.

Основними біонакопичуваними радіонуклідами є Cs-137 (цезій-137), Sr-90 (стронцій-90) та I-131 (йод-131). Їх здатність проникати та накопичуватися в рослинах залежить від фізично-хімічних властивостей самого радіонукліда, типу ґрунту та конкретних особливостей рослини. Наприклад, деякі радіонукліди можуть залишатися в системі охолодження, а інші можуть просочуватися в кишені інших частин будівлі.

Процес накопичення радіонуклідів залежить від багатьох факторів, наприклад, концентрація радіонуклідів у навколишньому середовищі, вид рослин, стадія її росту та час радіаційного опромінення. Деякі породи деревини, відомі як накопичувальні середовища, можуть накопичувати велику кількість радіонуклідів у корі, тоді як інші мають значно нижчу здатність до біоаккумуляції.

Надходження радіонуклідів у рослини може мати серйозні наслідки для сільського господарства та безпеки харчових продуктів, оскільки радіоактивні речовини можуть потрапляти в харчовий ланцюг і накопичуватися в організмах тварин і людей. Розуміння механізмів цього процесу дає право розробити стратегії зменшення накопичення радіонуклідів у рослинах, що важливо для захисту здоров'я населення на забруднених територіях та забезпечення продовольчої безпеки.

Важливим критерієм впливу радіації на лісові екосистеми є те, що вона впливає на взаємодію різних компонентів екосистеми, а саме: рослини, гриби, тварини та мікроорганізми. Ці взаємодії мають важливе значення для стабільності та функціонування екосистеми.

1. Трофічні зв'язки – радіація може змінити харчові зв'язки в екосистемі, впливаючи на доступність харчових ресурсів для різних видів. Це може призвести до змін харчової піраміди та порушення екологічної рівноваги.
2. Симбіотичні стосунки – радіація може впливати на симбіотичні стосунки між різними видами, наприклад, на мікоризу між деревами та грибами. Зміни в цих умовах можуть вплинути на харчування та здоров'я дерев, що впливає на всю екосистему.
3. Конкуренція між видами – радіаційне забруднення може змінювати умови конкуренції між видами рослин і чагарників, що призводить до зміни породо-структурного складу лісів.

Одним із цікавих аспектів вивчення впливу радіації на рослинні екосистеми є вивчення механізмів адаптації, які розвиваються у різних видів рослин, грибів і тварин внаслідок радіаційного забруднення.

Генетична адаптація: у деяких видів можуть розвиватися генетичні зміни, які дозволяють їм вижити і навіть процвітати в умовах підвищеного радіаційного фону. Такі адаптації можуть включати силу механізмів відновлення ДНК або зміни в структурі тканини.

Фізіологічна адаптація: рослини та тварини здатні розвивати такі фізіологічні адаптації, як підвищена стійкість до спричиненого радіацією окисного стресу або змін у метаболічних процесах, які допомагають зменшити негативний вплив радіації.

Екологічна адаптація: деякі види можуть змінити свої екологічні ніші або поведінкові стратегії, щоб уникнути або зменшити вплив радіації. Наприклад, тварини можуть змінювати середовище проживання, а рослини – репродуктивні стратегії. Радіаційне забруднення лісів також може впливати на глобальні кліматичні процеси. Вуглекислий цикл – ліси є одним із ключових компонентів глобального вуглецевого циклу, поглинаючи вуглекислий газ з атмосфери. Радіаційне забруднення, яке впливає на здоров'я лісів, здатне зменшити їх здатність поглинати вуглець, що може погіршити глобальні зміни клімату. Альbedo поверхні – радіаційне забруднення може змінити структурний склад рослин, що має вплив на альbedo – здатність поверхні відбивати сонце. Зміни альbedo можуть впливати на місцеві та глобальні кліматичні умови. Взаємодія з іншими факторами стресу: радіація може посилювати вплив інших факторів стресу, таких як зміна клімату, забруднення повітря чи кислотні дощі, і спричинити додатковий тиск на рослинні екосистеми.

Вплив радіації на лісові екосистеми, особливо на дерева, гриби та ягоди є складним і тривалим процесом, який може мати серйозні наслідки для здоров'я людини та навколишнього середовища. Найбільшу загрозу становлять гриби, які накопичують найпотужніші радіонукліди, ягоди також піддаються забрудненню, хоча й з меншим ризиком. Оцінка рівня радіаційного забруднення рослинних ресурсів і розробка ефективних методів оцінки їх безпеки є важливими заходами захисту людей від дії іонізуючого випромінювання. [15,16,26,30]

1.2 Оцінка безпечності продукції лісових ресурсів для споживання

Радіаційне забруднення спричинене різними подіями та процесами, які призводять до викиду радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Основними джерелами цього забруднення є:

Ядерні аварії, до прикладу, катастрофи на Чорнобильській АЕС і Фукусімі. Такі події викликають неконтрольовані викиди радіоактивних речовин, які розповсюджуються на великі території та забруднюють землю, водні шляхи та повітря.

Ядерні випробування. Під час яких велика кількість радіоактивних речовин потрапляє в атмосферу, воду і ґрунт, спричиняючи тривале забруднення навколишнього середовища.

Виробництво радіоактивних речовин, включаючи виробництво ядерного палива, радіоізотопів і фармацевтичних препаратів. При такому процесі радіонукліди можуть потрапляти в навколишнє середовище.

Радіоактивні відходи, що утворюються в результаті роботи атомних електростанцій, медичних центрів, промислових підприємств і науково-дослідних лабораторій. Неналежна утилізація цих відходів може призвести до забруднення довкілля.

Використання та випробування радіоактивної зброї під час конфліктів або військових випробувань. Це може призвести до викиду радіоактивних часток у навколишнє середовище, що завдає шкоди не лише навколишньому середовищу, а й здоров'ю населення.

Ці фактори підкреслюють необхідність розробки ефективних заходів щодо зменшення шкідливого впливу радіонуклідів на довкілля та забезпечення безпеки людей, особливо на територіях з високим рівнем забруднення.

Рівненська область, яка розташована на північному заході України, зазнала впливу наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) у 1986 році. Радіоактивне забруднення, яке поширилося на великі території, також затопило ліси, які є важливим природним ресурсом регіону. Ліси Рівненської

області є джерелом деревини, рослин, тварин та інших природних продуктів, які активно використовуються місцевим населенням. Проте, через радіоактивне забруднення ці природні ресурси можуть бути шкідливими для здоров'я. Тому тут досліджено вплив радіації на ресурси лісу у Вараському і Сарненському районах Рівненської області, що потерпіли забруднення радіонуклідами, переважно цезієм-137 і стронцієм-90. [32,35]

Ліс є непротим природним утворенням, що складається з дерев, кущів, рослин і різноманітних організмів, у тому числі включаючи тварин і мікроорганізмів, які відіграють важливу роль як спокійне середовище для життя людини. Але на певному етапі розвитку людства уявлення про ліс змінилося: він почав розглядатися насамперед як ресурс для задоволення господарських потреб. Таким чином, за останні двісті-триста років використання ресурсів лісу значно зросло і в багатьох випадках великим з точки зору для екосистеми. Переоцінка підходів до лісокористування відбулася лише в другій половині двадцятого століття, коли були проведені нові законодавчі акти, що регулюють лісове господарство. Це стало основою для формування нової свідомості, яка зосереджена на захисті цінних природних ресурсів і сталому розвитку.

Після аварії на Чорнобильській АЕС, основними радіонуклідами, які забруднювали лісові екосистеми, були цезій-137, стронцій-90, ізотопи плутонію та йоду. Найбільший вплив на ресурси лісу Рівненської області надав цезій-137, період напіврозпаду якого близько тридцять років, яке означає тривале радіоактивне забруднення.

Після аварії протягом першого десятиліття радіаційний фон поступово послаблювався, в основному за рахунок природного розпаду радіонуклідів та процесів саморозпаду екосистем. Проте, зниження радіаційного фону не було рівномірним. У зонах високого первинного забруднення, наприклад у болотистих і лісистих районах, радіонукліди переміщувалися через екосистеми, особливо через ґрунтові води, викликаючи локальне підвищення рівня радіації.

Важливо відзначити, що в цей період широко реалізовувалися програми моніторингу, які включали регулярні вимірювання рівнів радіації в різних

частинах навколишнього середовища. У результаті вдалося виявити та нанести на карту найбільш забрудненні території та встановити зони обмеженого доступу або спеціалізовані системи землекористування.

У двохтисячних роках в Рівненській області відбулися суттєві зміни в радіаційній обстановці. Після значного зменшення глибини радіації в перші десять років після аварії ситуація вирівнялася, хоча залишилися зони глибокої радіації, насамперед в лісах. Цезій-137 як і раніше викликав серйозне занепокоєння, активно накопичуючись у грибах, деревині та ягодах. [28,29]

Дослідження показали, що цезій-137 повільніше переноситься у заболочені землі з високим вмістом органічних речовин у ґрунті та залишається доступним для рослин тривалий час. Цей факт пояснює віддалений вплив радіації на лісові ресурси. У багатьох випадках концентрація цезію-137 у лісових продуктах перевищувала встановлені норми.

У 2010-х роках тривала поступова втрата радіонуклідів, що в свою чергу призвело до зниження радіаційного фону. Однак, у деяких районах, особливо в Сарненському та Вараському, радіаційний фон залишався на рівні, що потребував постійного моніторингу та обмеження використання ресурсів лісу.

Такий період ознаменувався також активізацією наукових досліджень, спрямованих на вивчення віддалених наслідків радіоактивного забруднення екосистем. Особливу увагу було приділено питанням, пов'язаним із біологічною стійкістю видів, адаптацією рослин і тварин до зростаючого рівня радіації та впливом на здоров'я місцевого населення.

До 2024 року рівень радіації в більшості районів Рівненської області значно зменшився порівняно з початковим періодом після аварії. Таке зменшення відбулося завдяки природному виснаженню цезію-137 і стронцію-90 та ефективним заходам щодо боротьби із забрудненими територіями.

Проте рівень забруднення в окремих районах все ще високий, особливо в лісових масивах, розташованих у Сарненському та Вараському районах. У деяких зонах, особливо заболочених, продовжується накопичення радіонуклідів через особливі умови гідрологічної системи та високий вміст органічної

речовини в ґрунті. Такі зміни привернули увагу до необхідності постійного моніторингу та аналізу радіаційної обстановки, особливо з урахуванням можливості надходження радіонуклідів у природні системи під час стихійних лих або зміни кліматичних умов.

Радіонукліди потрапляють у лісові екосистеми через радіоактивні відходи, ґрунт і воду. Радіоактивний пил осідав на листках дерев, моху, лишайниках та інших поверхнях землі, а потім потрапляв на землю разом з дощем та іншими атмосферними опадами. Крім того, ці радіонукліди почали накопичуватися в екосистемі, проникаючи в рослини, гриби, коріння і навіть дерева.

Гриби є однією найбільш чутливих до радіації частин лісових екосистем. Їх здатність збирати радіонукліди, особливо цезій-137, добре задокументована в науковій літературі. У зонах підвищеного радіаційного фону концентрація радіонуклідів у легенях може вдесятеро перевищувати рівень безпечний для споживання людиною. На накопичення цезію-137 в грибах впливає кілька факторів:

Тип ґрунту: гриби які ростуть на ґрунтах з високим вмістом органічної речовини, наприклад, на болотах, містять вищі концентрації радіонуклідів. Це пояснюється тим, що такий ґрунт має більшу здатність утримувати радіонукліди.

Вид гриба: різні гриби мають неоднакову здатність акумулювати цезій-137. Наприклад, підберезник та білий гриб можуть накопичувати більші концентрації радіонуклідів, ніж інші види.

Сезонність: дослідження показали, що концентрація цезію-137 в грибах здатна варіюватися протягом року та досягати вищих рівнів у певні пори року. Це пов'язано з біологічними циклами росту грибів, змінами в доступності радіонуклідів у ґрунті та погодними умовами, що впливають на ріст і родючість грибів.

Вживання грибів, забруднених цезієм-137, становить потенційний ризик для здоров'я, насамперед для людей, які часто споживають такі продукти. Цезій нагромаджується в організмі, особливо в м'язовій тканині, що призводить до хронічного вісцерального впливу. Тому такий вплив радіації може призвести до

розвитку онкологічних захворювань, збоїв у роботі щитоподібної залози, серцево-судинної системи та інших серйозних проблем зі здоров'ям. Враховуючи ці ризики, рекомендується постійно контролювати рівні радіонуклідів у грибах, зібраних із забруднених територій і обмежити їх споживання у разі збільшення допустимих норм.

Ягоди також можуть накопичувати радіонукліди як і гриби, але в меншій кількості. Проте їх вплив на здоров'я людини залишається актуальним. Ягоди можуть поглинати радіонукліди з ґрунту через кореневу систему. Швидкість накопичення залежить від багатьох факторів, включаючи тип ґрунту, тип рослини та умови середовища в яких ростуть самі ягоди. Для прикладу, це можуть бути ягоди які ростуть у кислому ґрунті, тому вони більш схильні до нагромадження цезію-137. Чорниця, брусниця, малина, журавлина – ці ягоди найбільше піддаються впливу радіації. Завдяки своїм біологічним властивостям ці ягоди здатні нагромаджувати радіонукліди в кількості, що перевищує допустимі норми вживання.

Деревина, забруднена радіонуклідами в лісах, становить багато ризиків для здоров'я та безпеки, особливо якщо вона використовується в будівництві чи виробництва палива або меблів. Такі радіонукліди як цезій-137 і стронцій-90, зазвичай нагромаджуються у верхніх шарах дерева - камбію, корі і зовнішніх річних кільцях. Це пов'язано з тим, що радіоактивні частинки осідають на корі дерев, листках, а також процесами, пов'язаними з їх міграції по ґрунт через кореневу систему. Іноді радіонукліди здатні проникати більш глибоко в деревину, що залежить від породи дерева, віку і умов середовища, в яких воно росте. Дослідження показали, що завдяки своїм фізіологічним особливостям хвойні дерева здатні накопичувати більше радіонуклідів ніж листяні. Спалювання зараженої деревини також небезпечно, оскільки з димом в атмосферу можуть викидатися радіонукліди, спричиняючи забруднення повітря та осідання радіоактивних часток на прилеглі території. [20,21,25]

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика території дослідження

Рівненська область розташована на північному заході України та охоплює частину низовини Полісся. Займає площу 20,1 тис. кілометрів квадратних і межує з Волинською, Житомирською, Хмельницькою, Тернопільською, Львівською областями та Білоруссю на півночі. Рівненська область є одним із найпосушливіших регіонів України, а її північні регіони, такі як Сарненський та Вараський, зберігають природне середовище з відносно незначною урбанізацією. Проте ці території представляють серйозні екологічні проблеми, пов'язані з наслідками радіоактивного забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС, яка торкнулася значної частини Полісся.

Сарненський і Вараський райони розташовані в північній частині Рівненської області, в Поліській зоні України, яка є частиною великої природної зони, яка простягається на території Білорусі та Польщі. Ця територія характеризується великими лісами, річками, болотами, озерами та річковими долинами. Як географічний район Полісся має рівнинний рельєф з переважно піщаним і глинистим ґрунтом. Водно-болотні угіддя та річки є важливими частинами ландшафту, які впливають на гідрологічні та кліматичні умови регіону.

Клімат в цих районах досить континентальний і існує велика різниця між зимовими і літніми температурами. Річна температура від +6 градусів Цельсія до +7 градусів Цельсія. Зима тут тривала і холодна, середня температура січня від -5 градусів Цельсія до -6 градусів Цельсія, середня літня температура липня +18 градусів Цельсія +20 градусів Цельсія. Опадів випадає 550-650 мм на рік, переважно у весняно-літній період, що створює сприятливі умови для лісового та сільського господарства.

Територія характеризується високою вологістю та постійними опадами, що разом із опадами обмежує розвиток інфраструктури та сільського господарства,

але водночас сприяє збереженню природних екосистем. Річкова система представлена річковими артеріями Прип'ять, Горинь, Стир, які живлять водні ресурси області.

Сарненський і Вараський райони розташовані в лісовій зоні Полісся, що характеризується великими піщаними масивами та змішаними лісами. Ліси є найважливішим природним ресурсом регіону і займають понад 50% площі цих регіонів. Переважають соснові ліси, а також березові, дубові, в'язові та теплолові ліси є змішаними лісами. Завдяки багатому розмаїттю деревних порід поліські ліси надають важливі екосистемні послуги: накопичують вуглекислий газ, підтримують водний баланс і сприяють багатьом видам рослин і тварин.

Однак, важливим аспектом є радіоактивне забруднення відходів після аварії на Чорнобильській АЕС. Деревина здатна накопичувати такі радіоактивні елементи, як цезій-137, що становить загрозу для лісової промисловості. Важливим напрямком діяльності місцевих органів є постійний екологічний моніторинг лісів та місцевого забруднення. Яйця та яйця дуже чутливі до радіонуклідних опадів, що робить їх безпечне споживання небезпечним.

Після аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році значна частина Полісся зазнала радіоактивного забруднення. Особливо це стосується північних районів Рівненської області, особливо Вараського району, де у ґрунтових, водних та лісових екосистемах зросла концентрація цезію-137 та стронцію-90. Сарненський район постраждав менше, але його території також постійно контролюють. Радіоактивне забруднення має прямий вплив на здоров'я людини та опосередковано – харчовий ланцюг.

Однією з найсерйозніших проблем цих закладів є безпека споживання солодкої продукції. Оскільки відкладення мають здатність накопичувати велику кількість радіонуклідів, вони можуть загрожувати здоров'ю місцевих жителів та споживачів. Після аварії було вжито різноманітні заходи щодо контролю та моніторингу радіаційного фону, включно зі створенням спеціальних зон радіоконтролю.

Управління використанням сировини в будівництві та промисловості є дуже важливим. Деревина, що містить високорадіоактивні речовини, може становити небезпеку для здоров'я людини, якщо її використовувати для будівництва будинків або промислових об'єктів. Радіаційний контроль є обов'язковим для забезпечення екологічної безпеки на території.

Регіональні особливості Полісся це плоскі рівнини та неродючі глинисті ґрунти, зменшують інтенсивність сільськогосподарського виробництва в Сарненському та Вараському районах. Найважливішими галузями господарства є вирощування зернових, картоплі, льону та тваринництво. Проте, на цих територіях існують серйозні проблеми через високу кислотність ґрунту та радіоактивне забруднення, що впливає на якість продукції. Тому сільське господарство в цих районах розвивається повільно. Виробники мають не весь доступ до сучасних агротехнічних засобів, що не дозволяє істотно збільшити врожайність. Інтенсивний обробіток полів без належної уваги до їх родючості призводить до деградації ґрунтів. Разом з тим, в умовах підвищення радіаційних ризиків багато сільськогосподарських об'єктів потребують особливої уваги щодо безпеки під час їх експлуатації.

Водні ресурси Сарненського та Вараського районів є важливою частиною природи. Ці території багаті річками, озерами та болотами. Найважливішими річками області є Прип'ять, Горинь та Стир, які мають вагомий вплив на клімат та екосистем. Водно-болотні угіддя та малі річки є природними водосховищами, що є важливим чинником підтримки водного балансу та боротьби зі зміною клімату. Водні ресурси використовуються для рибальства, водопостачання та відпочинку. Особливо важливими є річки Горинь і Стир, які є джерелами води для населення та сільської місцевості. Річкова мережа допомагає підтримувати гідрологічний стан водотоків і водно-болотних угідь, забезпечуючи природне очищення води та збереження біорізноманіття.

Однак після аварії на Чорнобильській АЕС річки та водойми Вараського району сильно постраждали від радіоактивного забруднення. Вода, ґрунт і навіть рибні запаси в багатьох водоймах досі перебувають під постійним

екологічним моніторингом на ризик накопичення радіонуклідів. Ці умови загрожують запасам питної води та вимагають ретельного моніторингу якості води.

Крім радіоактивного забруднення на стан водних ресурсів впливають і інші чинники: утилізація відходів підприємствами, особливо лісозаготівельними, забруднення приміщень населенням і стічні води. У районах великих промислових підприємств, особливо навколо Рівненської атомної електростанції(РАЕС), екологічний стан водойм досить складний. Забруднена вода може вплинути не тільки на місцеву флору і фауну, а й на здоров'я людей, які споживають рибні продукти.

З іншого боку, водно-болотні угіддя та природні озера Полісся відіграють важливу роль як природний запас води, який підтримує екосистеми проти зміни клімату. Регіональні екосистеми мають бути захищені від надмірних повеней, які можуть змінити природний баланс. Сарненський і Вараський райони – це переважно малонаселені сільські території. В економіці переважають такі галузі, як сільське, лісове господарство та деревообробна промисловість. Жителі району традиційно займаються землеробством, тваринництвом, збиранням сировини (ягоди, гриба) та садінням дерев. Однак суворі природні умови, такі як повені, низька родючість ґрунтів та наслідки радіоактивного забруднення, значно обмежують розвиток промислової та сільськогосподарської інфраструктури.

Крім сільського господарства, заготівля деревини та лісозаготівля є важливим джерелом доходу для місцевих громад. Лісозаготівельні підприємства наймають населення, але стикаються з екологічними та фінансовими проблемами через вимоги до радіологічної безпеки продукції.

Сарненський і Вараський райони пропонують багато можливостей для відпочинку завдяки своїм природним багатствам, особливо лісам і водним ресурсам. Ліси, озера та річки створюють ідеальні умови для розвитку зеленого туризму, екологічного туризму, риболовлі, полювання та активного відпочинку. В основному туристи приїжджають сюди збирати гриби та фрукти, рибалити, гуляти в лісі і купатися у воді.

Проте розвиток туристичної інфраструктури все ще обмежений через низькі інвестиції, відсутність належної інфраструктури (дороги, готелі, рекреаційні заклади) та екологічні проблеми. Радіоактивне забруднення все ще є найважливішим фактором, що обмежує розвиток туризму в регіоні Вараша, оскільки багато районів знаходиться в зоні радіоактивного контролю, що викликає страх у туристів.

Водночас місцеві громади розробляють нові туристичні маршрути та рекреаційні можливості, які сприяють розширенню території як екологічного рекреаційного напрямку. У співпраці з міжнародними організаціями можлива реалізація проектів, спрямованих на покращення екологічного балансу лісів і водойм, що в подальшому сприяє розвитку туризму.

Екологічні проблеми цих регіонів є складними та багатовимірними. Присутні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС, такі як: деградація земель, забруднення води, вирубка лісів та необачне використання природних ресурсів становлять серйозну загрозу для сталого розвитку регіону. Найбільші ризики для навколишнього середовища залишаються:

- Радіоактивне забруднення лісів і водних ресурсів, що потребує моніторингу.
- Забруднення водойм промисловими та побутовими стоками.
- Деградація земель через нераціональне землеробство та вирубку лісів.
- Лісові пожежі, які можуть спричинити вторинне радіоактивне забруднення.

Серед можливостей покращення екологічної ситуації – запровадження сучасних екологічних стандартів, розвиток зеленої економіки та співпраця з міжнародними організаціями у сфері екологічного моніторингу та відновлення природних ресурсів. Місцева влада та громадські організації активно працюють над охороною природної спадщини, залученням туристичних інвестицій та розвитком екологічних функцій.

Сарненський і Вараський райони є унікальними регіонами Полісся, які поєднують багаті природні ресурси та серйозні екологічні проблеми. Ліси, водні

ресурси та сільське господарство є основними економічними секторами в цих областях, але їхній сталий розвиток залежить від захисту природного середовища та ефективного управління екологічними проблемами, особливо радіоактивним забрудненнями. [22,23,33]

2.2 Матеріали та методи

Об`єкт дослідження – лісові екосистеми Рівненської області, які зазнали радіаційного впливу, та їх продукція (деревина, гриби, ягоди). Район відомий своїм високим біорізноманіттям і численними заповідниками дикої природи. Деревина, горіхи та ягоди збираються для особистого та комерційного використання.

Предмет дослідження – якість лісових ресурсів (деревина, гриби, ягоди) у Рівненській області в умовах радіаційного забруднення.

Мета дослідження – комплексна оцінка впливу радіаційних факторів на якість лісових ресурсів Рівненської області, особливо деревини, грибів і плодів, та оцінка їх безпеки для споживання. Це стосується рівня радіоактивного забруднення, впливу на фізико-хімічні властивості сировини та оцінки потенційних ризиків для здоров`я людини.

Для досягнення цієї мети необхідно досягти наступного:

- Дослідження особливих умов накопичення радіонуклідів у деревині, колодах та відкладах
- Оцінити безпеку споживачів хімікатів за затвердженими стандартами концентрації радіонуклідів
- Розроблено рекомендації щодо зниження ризику радіоактивного забруднення лісових ресурсів та підвищення безпеки споживачів лісопродукції

Для досягнення цілей дослідження використовуються такі методи:

Літературний метод: аналіз наукової літератури з радіоекології, рослин, мікрології та безпеки харчових продуктів.

Полеві методи:

Відбір проб: відбір проб деревини, грибів та водоростей у різних місцях Рівненської області, що відрізняються за рівнем радіоактивного забруднення.

Лабораторні дослідження: визначення концентрації радіонуклідів у відібраних пробах.

Статистичні методи: обробка та аналіз отриманих даних, визначення моделей впливу радіаційного чинника на якість лісових ресурсів.

Оцінка ризику: Ризики споживання визначаються за результатами лабораторних досліджень та їх порівняння зі стандартами безпеки.

Метод збору даних: інформацію про якість та радіаційний стан деревинних ресурсів збирали наступним методом:

Вибір зразків: У Рівненській області були випадковим чином відібрані різні ділянки в лісі, а саме в Сарненському та Вараському районах, які мають різні радіаційні умови внаслідок аварії на ЧАЕС.

Відбір проб: Зразки деревини, грибів і ягід зібрані на кожній ділянці, враховуючи їх види та пропорції.

Лабораторний аналіз: Зразки деревини, грибів і ягід були доставлені в лабораторію для аналізу радіації. Визначення радіоактивності проводились за допомогою спектрометра СЕГ-001 “АКП-С-63”. Визначення фону проводились за допомогою радіометра РКС-01.

Після збору даних та лабораторного аналізу було проведено оцінку безпечності дерев, грибів та ягід для споживання людиною. Для цього отримані результати порівнювали з нормами безпеки при вимірюванні радіації. Також були враховані рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я на національне законодавство щодо безпеки харчових продуктів. На основі отриманої інформації про радіоактивне забруднення оцінено потенційні ризики для здоров'я населення, пов'язані з використанням лісових ресурсів. Результати лабораторних досліджень порівнювали з діючими стандартами охорони здоров'я та безпеки для визначення рівня безпечності грибів, ягід та деревини.

Статистичний аналіз: статистичну обробку отриманих даних проводили для визначення рівня кореляції між радіаційним фоном і якістю диму, а також для визначення рівня, що впливає на безпеку споживання радіації.

2.3. Методи радіаційного контролю та оцінки забрудненості

Моніторинг радіації та оцінка забруднення лісових ресурсів, таких як деревина, ягоди і гриби, є важливими кроками у вивченні впливу забруднення радіацією природних ресурсів. Ці методи можна використовувати для вивчення рівнів радіонуклідів у відібраних пробах, для оцінки їх впливу на екосистеми та безпеки для споживання людиною.

Початковим етапом радіаційного контролю є відбір проб грибів, ягід та деревини з різних ділянок лісових радіаційних умовах, у тому числі в районах, де радіаційний фон підвищився внаслідок наслідків Чорнобильської катастрофи.

Ключові аспекти вибірки:

- Відбір проб деревини: Зразки деревини збираються з різних порід деревини тому, що різні породи можуть по-різному поглинати радіонукліди.
- Збір грибів та ягід: для кожної проби відбирають гриби і ягоди різних видів, особливо ті, які збирають більш активні радіоактивні ізотопи (наприклад, шовковиця чи чорниця).

Зібрані зразки грибів, ягід і деревини доставляються в лабораторію для детального аналізу. Дослідження проводяться в лабораторних умовах за допомогою спеціальних методів радіаційного аналізу.

Отримані результати лабораторних досліджень порівнюють із встановленими гігієнічними та радіаційними стандартами, такими як стандартами безпеки харчових продуктів, деревини, грибів та ягід. Найважливішим документом для України є “Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)”, які визначають гранично допустимі рівні радіоактивного забруднення харчових продуктів і матеріалів.

Після отримання лабораторних даних важливим етапом є їх статистична обробка. Для цього використовуються такі методи:

- Кореляційний аналіз: можна визначити зв'язок між рівнем радіоактивності і якістю лісових ресурсів.
- Регіональний порівняльний аналіз: дані отримані з різних частин досліджуваної території, порівнюються для визначення найбільш забруднених територій.
- Прогноз: отримані дані, з яких моделюється вплив радіаційного стану на якість лісового ресурсу в майбутньому.

Біоіндикатори використовують як додатковий метод оцінки радіоактивності. Лісові організми, особливо гриби, особливо чутливі до радіонуклідів і накопичують їх у великих кількостях. Моніторинг рівнів радіоактивних ізотопів у певних грибах може бути показником загального рівня забруднення навколишнього середовища.

За результатами радіаційного моніторингу та оцінки забруднення готуються рекомендації щодо використання лісових ресурсів. Це можуть бути рекомендації щодо обмеження збору певних видів грибів чи ягід у найбільш забруднених районах, а також поради щодо безпечних місць збору. Метою таких заходів є зниження радіаційних ризиків для населення, яке споживає лісові ресурси, та покращення радіоекологічної ситуації в Рівненській області. [44,46]

2.4. Аналіз показників безпечності лісових ресурсів

Аналіз характеристик безпеки таких лісових ресурсів, як деревина, гриби та ягоди в зонах підвищеної радіації є важливим етапом оцінки їх придатності для споживання та використання. У рамках дослідження впливу радіоактивних матеріалів на ліси Рівненської області аналіз безпеки включає комплекс заходів щодо визначення радіоактивного забруднення природних ресурсів, порівняння його із встановленими нормативами та надання рекомендацій щодо зменшення ризику збитків.

З метою оцінки безпеки лісових ресурсів досліджено концентрації основних радіонуклідів, які є найбільш небезпечними для організму через тривалий період напіврозпаду, здатність до біоаккумуляції та дію внутрішнього опромінення.

Цезій-137 є одним із найважливіших випромінювань для оцінки радіаційної безпеки лісів. Це радіонуклід з періодом напіврозпаду близько 30 років, який утворюється в результаті ядерних вибухів або аварій на атомних електростанціях, таких як Чорнобильська катастрофа. Цезій-137 легко поглинається рослинами, грибами та іншими організмами та накопичується в ланцюгах живлення.

Гриби: Гриби, особливо деякі види (сироїжки, білий гриб), здатні накопичувати значні кількості цезію мікоризні зв'язки з ґрунтом. Через високий вміст цезію гриби можуть бути потенційно небезпечними для споживання, особливо в сильно забруднених районах.

Ягоди: ожина, чорниця, журавлина також можуть накопичувати цезій, але у менших кількостях, ніж гриби.

Деревина: Цезій накопичується в меншій кількості, але при спалюванні зараженої деревини він може викидатися в повітря, спричиняючи небезпеку для здоров'я. [1,5,37]

Ступінь накопичення радіонуклідів у деревині залежить від віку, породи та розташування дерев. Молоді дерева сприйнятливі до накопичення радіонуклідів, оскільки захоплення елементів ґрунту відбувається поступово. Водночас старі дерева можуть накопичувати значну кількість цезію-137 і стронцію-90, особливо в кореневій системі та нижніх частинах стовбура. Це робить деревину, особливо коріння та пні, потенційно небезпечною для використання в будівництві чи виробництві харчових продуктів (наприклад використання деревного вугілля). Оскільки деревина широко використовується як будівельний матеріал і паливо в сільській місцевості, необхідний регулярний контроль радіаційного фону деревини. Тому для цього використовується радіометри та спектрометри, за допомогою яких можна швидко оцінити рівень радіаційного забруднення

деревини. Виявлення високих концентрацій радіонуклідів є підставою для заборони використання деревини з окремих територій.

Гриб має особливу здатність збирати радіонукліди, особливо цезій-137. Цей елемент у великих кількостях поглинається через міцелій, що контактує з ґрунтом, після чого переноситься на плодове тіло гриба. У деяких видів грибів концентрації радіоактивних елементів в навколишньому ґрунті може перевищувати в десятки разів.

Різні гриби накопичують різну інтенсивність радіонуклідів. Для прикладу, види з глибоким корінням, такі як білий гриб (*Boletus edulis*), накопичують більше радіоактивного матеріалу, ніж гриби, які ростуть на поверхні ґрунту, такі як гриби (*Cantharellus cibarius*). Тому контроль безпеки грибів повинен ґрунтуватися не тільки на місці зростання, а й на особливостях виду.

Для визначення оцінки рівня радіоактивності грибів проводять лабораторні дослідження, які включають вимірювання концентрацію цезію-137 і стронцію-90 методом гамма-спектрометрії. Ягоди теж, як і гриби, мають властивість накопичувати радіоактивні елементи, але у менших кількостях. Радіонукліди можуть накопичуватися в різних частинах ягід, а саме: шкірці, кісточках або м'якоті. Особливої уваги заслуговують такі ягоди, як чорниця і журавлина, що ростуть на територіях, які забруднені і мають високу здатність накопичувати радіонукліди.

Радіоактивне забруднення ягід контролюється пересувними радіометрами та лабораторними аналізами. Таким чином можна швидко ідентифікувати небезпечні зразки з перевищенням доступних норм радіонуклідів. Лабораторні аналізи проводять шляхом відбирання зразків ягід для подальшого аналізу в спектрометричних лабораторіях.

Стронцій-90, як і цезій, є продуктом ядерного поділу і має тривалий період напіврозпаду близько 28 років. Його особливість є в схожості з кальцієм, що сприяє його накопиченню в кістках людей, де він може викликати небезпечні наслідки для здоров'я, особливо розвину раку. Стронцій-90 може поглинатися рослинами з ґрунту і таким чином потрапляти в харчовий ланцюг через гриби,

ягоди та деревину. Особливу небезпеку становить те, що цей радіонуклід може накопичуватися в організмі людини внаслідок регулярного використання забруднених природних ресурсів. [11,19,21]

На основі отриманої інформації про ступінь забруднення лісових ресурсів можна оцінити ризики для здоров'я людей. Найважливішими факторами, які слід врахувати при оцінці ризику, є:

Дози внутрішнього опромінення: Радіонукліди, які потрапляють в організм з їжею (грибами, ягодами), можуть викликати внутрішнє опромінення, яке набагато небезпечніше зовнішнього.

Період напіврозпаду радіонуклідів: тривале вживання продуктів, що містять радіонукліди, такі як цезій-137 і стронцій-90, призводить до їх накопичення в організмі, що підвищує ризик захворювань.

Окрім негайної оцінки та моніторингу рівня радіоактивного забруднення лісових ресурсів, дуже важливим є також стратегічні заходи щодо зниження ризику для населення. Серед них – управління лісовими ресурсами, інформування населення про ризики та організація постійного моніторингу. Розумне ведення лісового господарства потрібне для забезпечення безпечного використання лісових ресурсів. Він передбачає наступні кроки:

Моніторинг радіоактивності лісів: регулярні вимірювання концентрації радіоактивних речовин у лісових масивах Рівненської області дозволяють завчасно виявити найбільш забруднені території та обмежити доступ до них. Заборона вирубки дерев у найбільш забруднених ділянках лісу. Це має важливість для запобігання поширенню радіоактивних речовин через вироби з деревини.

Очищення територій які зазнали забруднення: в особливих випадках можливе проведення заходів з очищення ґрунту від радіоактивних речовин. Це можна зробити за допомогою методів хімічної рекультивації або фізичного видалення забрудненого ґрунту.

Також важливо інформувати населення про ризики використання лісових ресурсів на забруднених радіонуклідами територіях. Ці заходи включають:

Попередження про небезпечні зони: розміщувати інформацію про рівень радіації в різних лісових масивах, де збирають гриби, ягоди та деревину на інформаційних стендах та в ЗМІ.

Просвітницькі програми: Проведення просвітницьких компаній серед місцевого населення про безпеку радіоактивного забруднення та безпечні методи заготівлі та використання лісових ресурсів.

При оцінці показників забезпеченості лісовими ресурсами необхідно враховувати екологічні умови, які можуть впливати на концентрацію радіонуклідів у лісопродукції. До таких факторів належать:

Дощ і вологість. Можуть сильно впливати на накопичення радіонуклідів у лісопродукції. У регіонах, де кількість опадів збільшується, радіонукліди активніше переносяться в грибах і ягодах. Сезонні зміни теж можуть впливати на рівень забруднення: восени в грибах і ягодах може бути підвищена концентрація радіонуклідів через підвищену вологість.

Хімічний склад і структура ґрунту. Також істотно впливають на накопичення радіонуклідів у лісових ресурсах. Ґрунти з досить високим вмістом органічної речовини можуть допомогти утримувати радіоактивні елементи у верхньому шарі ґрунту, роблячи їх більш доступними для рослин і грибів. На цих територіях забруднення лісової продукції більше, ніж на територіях, де ґрунти бідні органічними речовинами.

Дерева і рослини. Також можуть впливати на накопичування меншої кількості радіонуклідів, ніж старі екземпляри через різний вплив забрудненого ґрунту та повітря. У той же час різні види грибів і рослин мають різну здатність накопичувати радіоактивні елементи. Це залежить від їх біохімічного складу та фізіологічних особливостей. На основі аналізу показників забезпеченості лісовими ресурсами можна зробити кілька важливих висновків:

1. Деревина, ягоди і гриби можуть бути небезпечними для споживання в місцях з високою радіоактивністю. Найбільш небезпечними є гриби, які здатні накопичувати велику кількість цезію-137.

2. Рівень забруднення залежить від факторів навколишнього середовища, таких як тип ґрунту, кліматичні умови та характеристики місцевих екосистем.

3. Регулярний моніторинг і контроль рівнів радіоактивності необхідні для зменшення ризику радіаційного опромінення для здоров'я населення. Споживання забрудненої лісової продукції необхідно контролювати відповідно до чинних норм.

4. Важливим аспектом зниження радіаційного опромінення є інформування та навчання місцевого населення щодо безпечного використання лісових ресурсів. [16,35,39]

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ РАДІАЦІЙНОГО ФАКТОРУ НА ЯКІТЬ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

3.1 Результати досліджень радіаційного забруднення зразків

Найбільшу увагу було приділено визначенню радіаційних показників у деревині, грибах та ягодах як важливих компонентів екосистеми. Вимірювання забруднення та аналіз зразків допоможуть оцінити можливі ризики для населення та вплив на навколишнє середовище в зоні радіаційного впливу.

Мною було відібрано по три зразки в різних точках дослідної ділянки з двох регіонів. Перший регіон це місто Дубровиця Сарненського району, а другий – село Зарічне Вараського району. Досліджувані зразки були зібрані і висушені для подальших лабораторних досліджень, а саме для визначення радіоактивності радіонукліду Cs-137 в грибах, деревині та ягодах. Також було проведено визначення радіаційного фону досліджених зразків з похибкою 20 відсотків за допомогою радіометра РКС-01 використовуючи фільтр 2 і 3.



Рис 3.1. Фільтр 2 радіометра РКС-01



Рис 3.2. Фільтр 3 радіометра РКС-01



Рис 3.3. Зразок №: Гриби (бiлий), с. Зарічне, Вараський район



Рис 3.4. Зразок №2: Деревина (сосна), с. Зарічне, Вараський район



Рис 3.5. Зразок №3: Ягоди (чорниця), с. Зарічне, Вараський район



Рис 3.6. Зразок №1: Гриби (білий), м. Дубровиця, Сарненський район



Рис 3.7. Зразок №2: Деревина (сосна), м. Дубровиця, Сарненський район



Рис 3.8. Зразок №3: Ягоди (чорниця), м. Дубровиця, Сарненський район

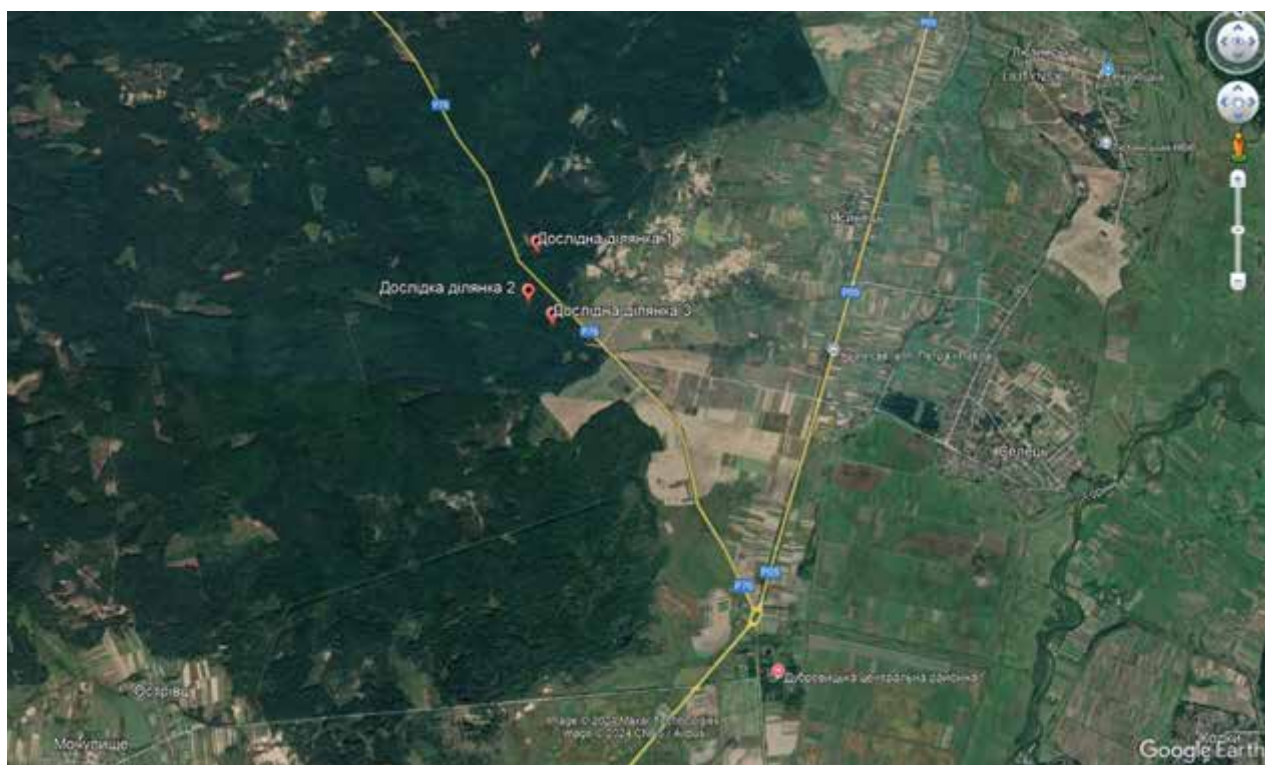


Рис. 3.9. Геолокація дослідних ділянок, м. Дубровиця [<https://earth.google.com/>]

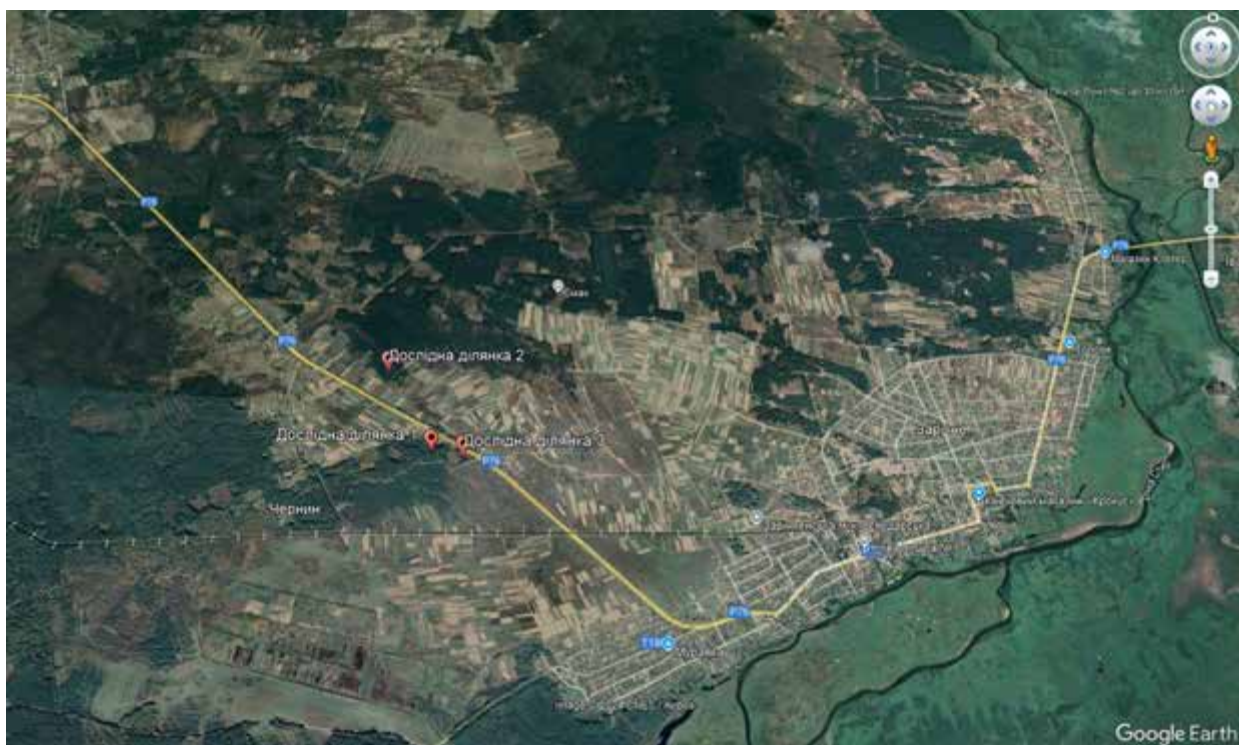


Рис. 3.10. Геолокація дослідних ділянок, с. Зарічне [<https://earth.google.com/>]

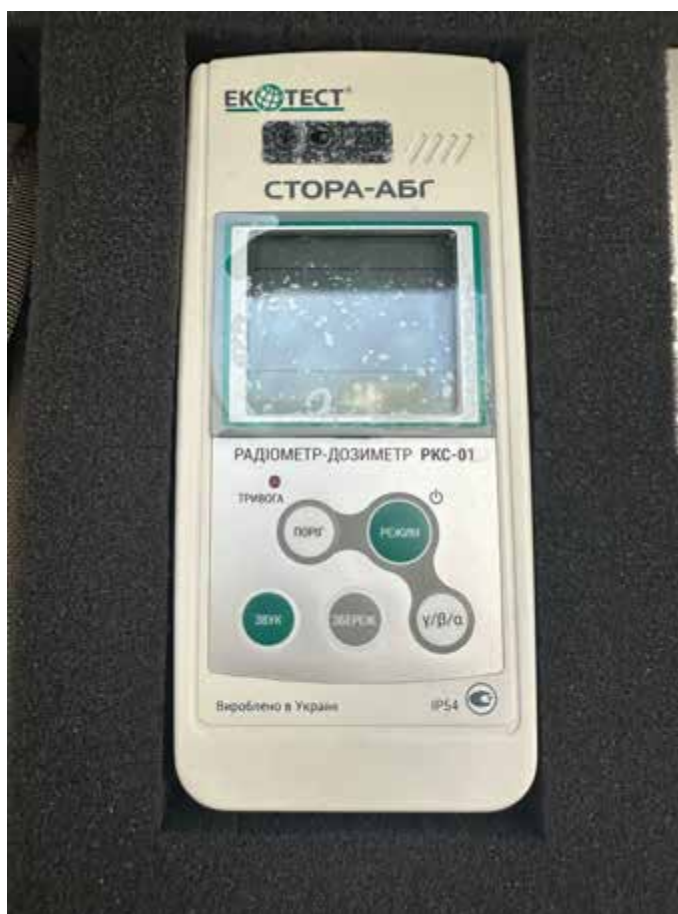


Рис 3.11. Радіометр-дозиметр РКС-01



Рис. 3.12. Визначення ваги досліджених зразків



Рис. 3.13. Досліджувані зразки підготовлені до вимірювання радіоактивності

Після визначення радіаційного фону, досліджувані зразки було відважено і поміщено в пластмасові ємкості (рисинки 3.12 - 3.13) для подальшого вимірювання Cs-137 за допомогою спектрометра СЕГ-001.

3.2 Отримані результати досліджень

Проведені визначення радіаційного фону досліджених зразків з похибкою 20 відсотків за допомогою радіометра РКС-01 використовуючи фільтр 2 для грибів 0,862 \pm 20%, деревини – 0,687 \pm 20%, ягід – 0,721 \pm 20% - с. Зарічне. Фільтр 2 для зразків з м. Дубровиця становить для грибів – 0,67 \pm 20%, для

деревини – 0,618 \pm 20%, для ягід – 0,679 \pm 20%. З фільтром 3 для району с. Зарічне радіаційний фон досліджуваних зразків становить: гриби – 1,525 \pm 20%, деревина – 0,722 \pm 20%, ягоди – 0,954 \pm 20%. Для зразків району м. Дубровиці радіаційний фон становить: гриби – 1,019 \pm 20%, деревина – 0,820 \pm 20%, ягоди – 0,875 \pm 20%.

Результати радіаційного фону досліджуваних зразків деревини, грибів і ягід у районі Зарічного та Дубровиці показують певну варіабельність рівнів радіації між цими районами. З цих отриманих даних можна зробити висновок, що значення радіаційного фону з фільтром 2 такі: у с. Зарічне деревина, ягоди та гриби мають трохи вищі показники радіації ніж у м. Дубровиця. Це може свідчити про те, що в регіоні Зарічне радіаційне забруднення вище, ніж у Дубровиці для кожного типу зразка. Значення фону з фільтром 3: для деревини, ягід і грибів зросли для кожного з районів, це вказує на вищу чутливість фільтра 3 у порівнянні з фільтром 2.

Наступним етапом було вимірювання радіоактивності радіонукліду Cs-137 в досліджуваних зразках (гриби, деревина, ягоди) за допомогою спектрометра СЕГ-001 «АКП-С»-63 (рисунок 3.14) та програмного забезпечення «AkWin» (рисунок 3.15 – 3.16). «AkWin» використовується для управління процесом вимірювань; обробки спектрів (альфа, бета, гамма) для визначення радіонуклідів у зразку та їх питомої або абсолютної активності, документування результатів, проведення калібрувань спектрометра, а також для збереження отриманих результатів. [29,40]



Рис. 3.14. Спектрометр енергії гама випромінювання сцинтиляційний СЕГ-001 «АКП-С»-63

Рисунок 3.15 показав, що активність цезію-137 в грибах в районі м. Дубровиці становить 4892.307 Бк/кг, норма для грибів – 2000 Бк/кг, звідси виходить, що активність цезію-137 збільшена у 2,4 рази.

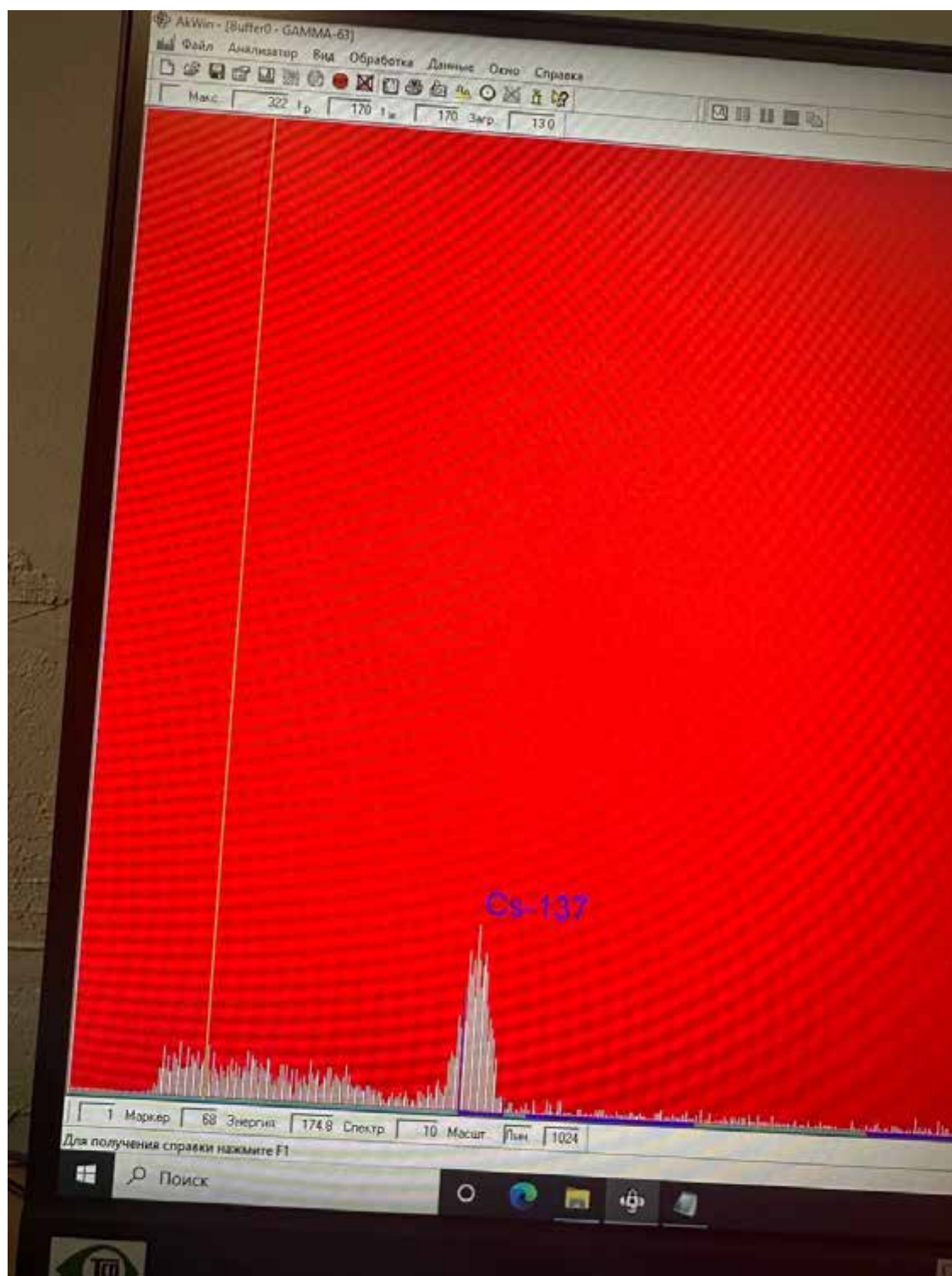


Рис. 3.15. Визначення радіонукліду Cs-137 і його активності в грибах м. Дубровиці за допомогою програмного забезпечення «AkWin»

Рисунок 3.16 показав, що активність цезію-137 в грибах в районі с. Зарічне становить 6012.195 Бк/кг, норма для грибів – 2000 Бк/кг, звідси виходить, що активність цезію-137 збільшена у 3 рази.

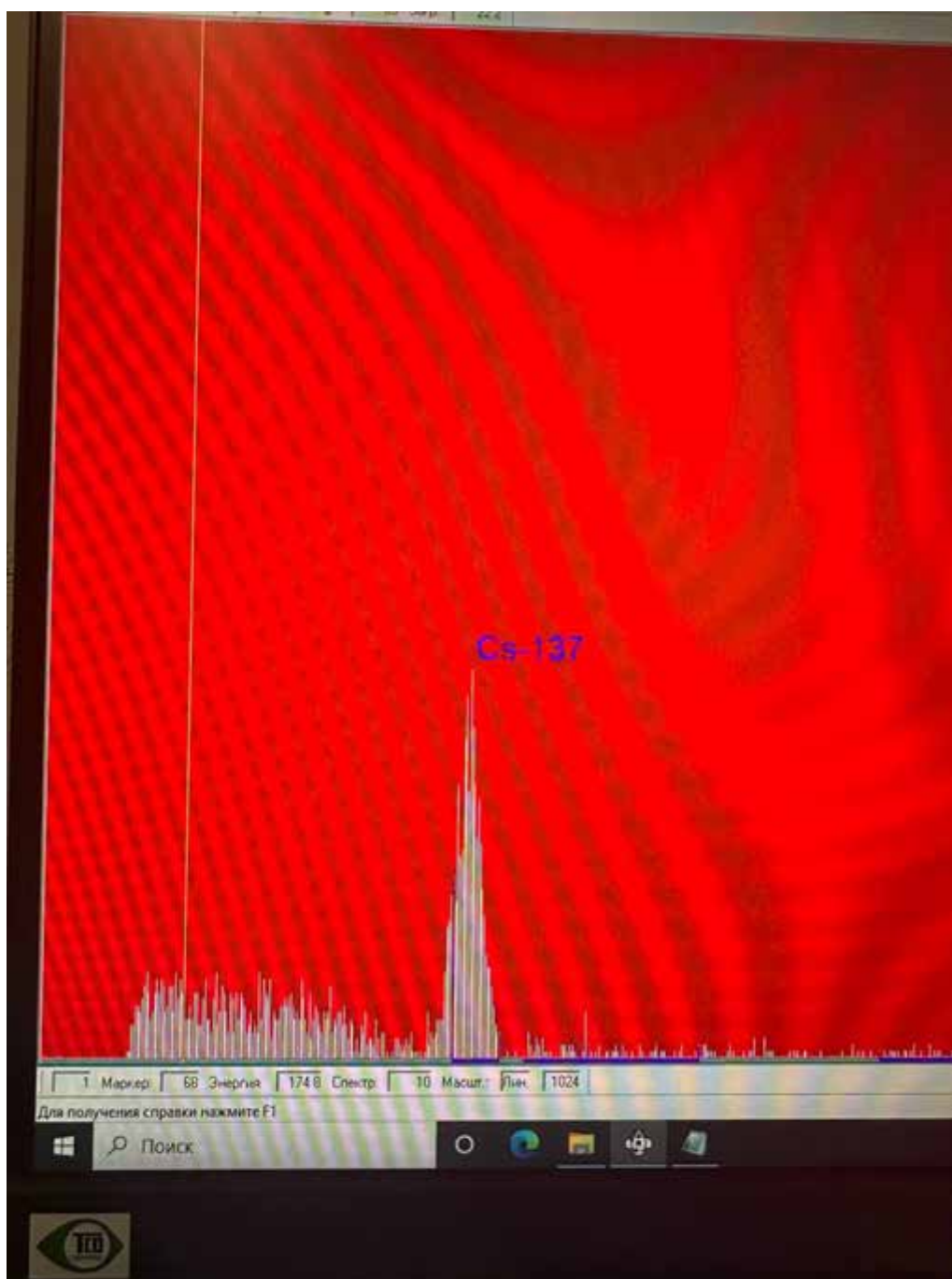


Рис. 3.16. Визначення радіонукліду Cs-137 і його активності в грибах с. Зарічне за допомогою програмного забезпечення «AkWin»

Таблиця 3.1

Визначення радіоактивності радіонукліду Cs-137 в зразках м. Дубровиця

Зразок №	Акт. (Бк/кг)	Маса (кг)
1. Гриби	4892,367	0,026
2. Деревина	0,000	0,015
3. Ягоди	329,04	0,025

Таблиця 3.2

Визначення радіоактивності радіонукліду Cs-137 в зразках с. Зарічне

Зразок №	Акт. (Бк/кг)	Маса (кг)
1. Гриби	6012,195	0,041
2. Деревина	0,000	0,010
3. Ягоди	1242, 642	0,053

Результати лабораторних досліджень показують, що вміст радіонукліду Cs-137 в різних типах зразків з обох районів — Дубровиці та Зарічного — суттєво варіюється. Згідно з отриманими даними, зразки грибів і ягід у досліджуваних зонах перевищують допустимі межі активності Cs-137 для споживання.

м. Дубровиця, Сарненський район (Таблиця 3.1):

Гриби: Рівень Cs-137 становив 4892,367 Бк/кг, що у вдвічі перевищує встановлену межу для грибів (2000 Бк/кг), що представляє значний ризик для споживання.

Ягоди: активність Cs-137 в ягодах досягла 329,04 Бк/кг, що нижче допустимого рівня (2500 Бк/кг), але потребує ретельного моніторингу на випадок накопичення радіонуклідів.

Деревина: активності Cs-137 у деревині не виявлено, що вказує на відсутність радіоактивного забруднення в цьому зразку.

с. Зарічне, Вараський район (табл. 3.2):

Гриби: Рівень цезію-137 становив 6012,195 Бк/кг, що в три рази перевищує дозволена межу, що вказує на високі рівні радіоактивного забруднення, яке може становити значні ризики.

Ягоди: активність Cs-137 в ягодах досягла 1242 642 Бк/кг, що також нижче допустимої межі, але потребує моніторингу, враховуючи її близькість до допустимої межі.

Деревина: також спостерігалось нульове значення Cs-137, що вказує на відсутність радіоактивного забруднення деревини в регіоні.

Дані дослідження показали значне підвищення рівня радіоактивного забруднення грибів та ягід в обох районах, особливо в селі Зарічне, де перевищення норми було значнішими. Це означає, що слід посилити моніторинг цих продуктів і обмежити їх споживання.

3.3 Аналіз оцінки безпечності лісових ресурсів

Лісові ресурси, включаючи гриби, ягоди та деревину, необхідні для екосистем і відіграють ключову роль у продовольчій та економічній безпеці населення. У той же час радіоактивне забруднення цих джерел внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС залишається проблемою, особливо в регіонах, які зазнали впливу довгоіснуючих радіонуклідів, таких як цезій-137 і стронцій-90. Завдяки дослідженням у Сарненському та Вараському районах, особливо в селі Зарічне та місті Дубровиця, вдалося оцінити рівень забруднення та визначити потенційну безпеку споживання лісової продукції в регіоні.

Ресурси лісу накопичують радіонукліди нерівномірно, важливо враховувати специфічну здатність кожної частини лісової екосистеми поглинати та утримувати радіоактивний матеріал. Однак, гриби мають високу здатність накопичувати радіоактивні елементи завдяки високому вмісту білка, який легко з'єднується з металами, особливо з радіоактивними цезієм і стронцієм. Результати проведених досліджень показали, що на обох дослідних ділянках було значно перевищено допустимий рівень активності цезію-137 щодо грибів. Вміст цезію у місті Дубровиця становив 4792,367 Бк/кг, що більш ніж вдвічі перевищує стандарт, який становить 2000 Бк/кг. У селі Зарічне такий же показник був 6012,195 Бк/кг, що становить перевищення від нормативного рівня в три рази. Тому така завищена концентрація цезію в грибах є здебільшого наслідком природної здатності грибів накопичувати метал і підвищений радіаційний фон в околицях зони спостереження. [31,34,44]

Забруднення лісових ресурсів цезієм викликає серйозне занепокоєння з точки зору здоров'я людини. Гриби є важливим місцевим джерелом поживних

речовин і можуть бути значною причиною хронічного накопичення цезію в організмі. Цезій-137, який потрапляє в організм людини, розподіляється а м'язах і кістках, і має здатність випромінювати бета-, гамма-промені, які викликають внутрішнє опромінення тканин і підвищують ризик розвитку раку та інших захворювань. Особливо важливо стежити за споживанням грибів в групах ризику, таких як діти, вагітні жінки, люди похилого віку та люди з хронічними захворюваннями, для яких вплив у приміщенні є більш ризикованим. Такі заходи контролю необхідні, оскільки регулярне споживання грибів, зібраних із забруднених місць, може значно підвищити рівень радіоактивного навантаження.

Ягоди, особливо чорниця, також є важливим джерелом їжі в лісистих районах. Однак, на відміну від грибів, вони мають обмежену здатність нагромаджувати радіонукліди. Аналіз проб чорниці показав, що рівень цезію-137 у місті Дубровиця склав 329,04 Бк/кг, що нижче допустимої норми 2500 Бк/кг для сухих ягід. Це означає, що рівень зараження чорниці відносно низький і її можна вважати безпечною для споживання, якщо дотримуватись елементарних правил гігієни. У селі Зарічне виявлено активність цезію-137 на рівні 1242,642 Бк/кг, що в межах допустимого, але потребує обережного підходу до споживання, особливо серед тих, хто часто вживає ягоди. Різниця у вмісті цезію в грибах і ягодах пояснюється специфікою біологічних особливостей двох видів рослин. У хімічному складі чорниці міститься менше білкових сполук, здатних утворювати комплекси з цезієм. Це у поєднанні з природою ґрунту на поглинанням, робить ягоди більш чутливими до нагромадження радіоактивних елементів.

Деревина, яка є складовою лісових ресурсів, має найменше накопичення радіоактивного цезію. Лабораторні дослідження зразків деревини, зібраних з обох ділянок, не показали активності цезію-137, що робить її безпечною для використання. Основними причинами є структурні характеристики деревини, які не дозволяють нагромаджувати радіонукліди, і дуже малий контакт із забрудненим ґрунтом, де зазвичай нагромаджуються радіонукліди. Це свідчить про те, що деревину можна використовувати для виробництва будівельних матеріалів, палива чи виробів без різних інших заходів радіаційного контролю.

Проте для цілковитої безпеки рекомендується періодичний радіаційний контроль, особливо якщо деревина походить із місцевості з високим фоном.

Радіаційний фон, виміряний різними фільтрами радіометра РКС-01, демонструє чітку залежність результатів від чутливості використовуваного приладу. Застосування фільтрів з різною проникаючою здатністю дозволяє точніше ідентифікувати радіоактивне забруднення лісової продукції та може стати основою для більш точного моніторингу. Зокрема, фільтр 3 показав вищу чутливість, що дозволило більш детально оцінити вміст радіонуклідів у пробі. До прикладу, у селі Зарічне за допомогою фільтру 2 для грибів радіаційний фон становив $0,682 \pm 20\%$, а при фільтрі 3 цей показник підвищився до $1,525 \pm 20\%$. Цей підхід дозволяє краще ідентифікувати регіони підвищеного радіаційного фону та швидше реагувати на потенційні ризики для здоров'я населення.

Коли йдеться про те, як цезій-137 впливає на організм, важливо пам'ятати, що він має відносно довгий період напіврозпаду. Це означає, що якщо цезій-137 нагромаджується в організмі, то він може спричинити серйозне хронічне навантаження. Коли продукти, що містять велику кількість цезію, використовуються протягом тривалого періоду часу, він нагромаджується в тканинах, особливо в м'язових і кісткових волокнах, далі поступово виділяється в навколишні клітини та органи. Внутрішнє опромінення небезпечніше зовнішнього. Це пояснюється тим, що частинки радіонуклідів постійно взаємодіють з організмом, викликаючи хронічні захворювання, в тому числі розвиток раку та аутоімунних захворювань. Опромінення особливо небезпечно для дітей, оскільки їхні тіла більш вразливі до впливу радіації, яка може вплинути на розвиток і ріст. Тому щоб зменшити ризик споживання забрудненої продукції лісу, рекомендується дотримуватись правил радіаційного контролю. [17,22,47]

3.4 Рекомендації щодо мінімізації ризиків від споживання забруднених лісових ресурсів

Для зниження ризику споживання лісових ресурсів, забруднених радіонуклідами, потрібно реалізувати комплекс заходів, які врахують специфіку окремих видів ресурсів та особливості радіоактивного забруднення в даній місцевості. Ягоди, гриби та дерева з різною здатністю нагромаджувати радіонукліди вимагають особливого підходу, щоб знизити ризик потрапляння в організм. Враховуючи високий рівень нагромадження цезію в грибах і проміжний рівень нагромадження цезію в ягодах, слід приділяти особливу увагу збору, переробці та споживанню цієї продукції.

Однією з головних рекомендацій є обмеження вживання грибів в сирому вигляді, зібраних у районах з високим радіаційним фоном, наприклад поблизу села Зарічне, де рівень цезію-137 перевищує допустиму норму в три рази. Для забезпечення безпеки здоров'я цього населення необхідно розробити систему моніторингу радіоактивного забруднення продукції лісу, особливо грибів на певній території. Цей моніторинг може здійснюватися на базі місцевого центру радіаційного контролю або спеціалізованої лабораторії, що забезпечує більш точний контроль за якістю джерела. Крім того, важливо дотримуватися правил попередньої обробки перед вживанням продукції. Гриби потрібно вимочувати і варити у воді, що сприяє зниженню рівня радіонуклідів, оскільки частина їх проходить через воду. У воді цезій частково втрачає здатність зв'язуватися з білками, знижуючи ступінь забруднення. Для кращого результату рекомендується варити гриби в кілька прийомів. Це значно знижує радіаційний фон готової продукції. Водночас воду, використану для варіння грибів, необхідно утилізувати, оскільки вона містить високий рівень забруднень і може бути джерелом радіонуклідів. Однак, не рекомендується збирати гриби, які ростуть на кислому ґрунті. Тому що в цьому випадку радіоактивні елементи краще засвоюються і нагромаджуються в грибах.

При збиранні таких ягід, як чорниця, необхідно враховувати властивості накопичення радіонуклідів залежно від місця вирощування. Важливо взяти до обмеження збирання чорниці територіями середнього та високого рівня забруднення, в тому числі Рівненської області, де фонова радіоактивність

перевищує нормативи. Водночас попередня обробка чорниці також сприяє зниженню концентрації радіонуклідів. Ягоди потрібно ретельно промити в декількох прийомах води і, якщо можливо, залишити у воді на кілька годин, аби частково вимити радіонуклід із продукту. Високі температури можуть ще більше знизити активність радіоактивних речовин, тому споживати ягоди рекомендується тільки після термічної обробки. [45,46]

Деревину, яка має найнижчу здатність нагромаджувати радіонукліди серед лісових продуктів, необхідно періодично перевіряти на вміст радіоактивних елементів, особливо якщо вона використовується як паливо для приготування їжі чи опалення будинку. Спалювання зараженої деревини може утворювати радіоактивний попел, який може бути небезпечним для здоров'я людини при вдиханні чи контакті зі шкірою. Щоб зменшити ризик, рекомендується використовувати деревину з районів з низьким рівнем забруднення або провести перевірку перед використанням. Ще важливо удосконалити методи утилізації попелу, оскільки попел може містити концентровані радіонукліди. Використовувати цю золу як добриво не рекомендується, оскільки вона може додатково забруднити ґрунт і спричинити накопичення радіонуклідних речовин у рослин та іншої лісової продукції.

Загальні рекомендації щодо зниження ризику включають інформування населення про рівень радіоактивного забруднення території та основні правила безпечного збирання та переробки лісопродукції. Важливо забезпечити надійний доступ до мешканців районів із високим радіаційним фоном. Розробка відповідних інструкцій і рекомендацій на муніципальному рівні може допомогти зменшити ризик споживання забруднених ресурсів. Це може бути інформаційна кампанія, наприклад, розповсюдження брошур, створення інтернет-ресурсів, проводити освітні заходи або консультації з експертами з радіаційної безпеки. Ці кампанії мають бути спрямовані на підвищення обізнаності громадськості про небезпеку радіоактивного забруднення та про те, як уникнути його впливу на здоров'я.

На рівні національної політики важливо встановити чіткі норм та стандарти щодо управління якістю лісових ресурсів, щоб можна було вчасно визначити й усунути можливості для збільшення забруднення. Треба законодавчо закріпити вимоги щодо радіаційного контролю лісової продукції, що продається на ринках і в магазинах. Ці вимоги можуть включати обов'язкове маркування продуктів із зазначенням фонового рівня радіації, щоб допомогти споживачам приймати обґрунтовані рішення. З цієї причини доцільно залучити спеціалізовану лабораторію, яка може надати послуги з вимірювання радіоактивності комерційної продукції. Інформація про рівні забруднення має бути загальнодоступною та регулярно оновлюватися, щоб гарантувати, що населення не споживає забруднені продукти, коли фонові рівні завищені.

Ключовим аспектом є розробка технологій очищення забрудненої продукції лісу. Наприклад, наукові дослідження щодо видалення радіонуклідів з харчових продуктів показують, що хімічні речовини можуть допомогти зменшити забруднення. У майбутньому ця технологія може бути використана для переробки лісових ресурсів, особливо грибів, які є більш вразливими до накопичення радіонуклідів. Однак ці методи вимагають подальших досліджень і випробувань, а також потребують значних фінансових ресурсів для впровадження в промислових масштабах.

Крім того, необхідно проводити наукові дослідження щодо долі радіонуклідів у лісових екосистемах, особливо з огляду на зміну клімату, яка може вплинути на переміщення радіоактивних елементів у навколишньому середовищі. Вивчення долі радіоактивного цезію та інших елементів у лісових ґрунтах, джерелах води та самих рослинах дозволить нам більш точно передбачати ризик і вчасно вжити заходів для пом'якшення впливу на здоров'я населення. Наприклад, зміни вологості, температури та складу ґрунту можуть суттєво вплинути на наявність радіоактивних елементів у посівах, що також може вплинути на безпеку продукції, зібраної для споживання.

Реалізація рекомендованих заходів не тільки підвищить рівень безпеки споживання лісових ресурсів, а й сприятиме формуванню культури безпечного

поводження з натуральною продукцією в умовах екологічного ризику внаслідок радіоактивного забруднення. [43,49,50]

ВИСНОВКИ

У першому розділі розглядаються теоретичні основи охорони та захисту лісів, у тому числі сучасні підходи до збереження лісових ресурсів, аналіз основних загроз, які можуть виникнути внаслідок дії природних та антропогенних факторів, а також регулювання лісового права в Україні. Радіаційне забруднення було визначено як одну з найважливіших загроз для лісових екосистем, особливо на територіях, які постраждали від Чорнобильської АЕС. Розглянуті механізми впливу радіоактивних факторів на екосистеми, особливо тваринний і рослинний світ, показали, що радіонукліди можуть накопичуватися в біосфері і створювати загрозу здоров'ю людей і тварин. Підтверджується важливість моніторингу та оцінки радіаційного фону для забезпечення безпеки ресурсів лісу.

У другій частині розглядається методологія дослідження та умови, що охоплюють територію дослідження, особливо характеристики Сарненського та Вараського районів Рівненської області. Було описано природні особливості, кліматичні умови, лісові ресурси та екологічні проблеми, пов'язані з радіаційним забрудненням. Затвердження зон впливу радіаційних факторів потребує спеціального контролю з метою забезпечення безпеки населення. Окремо звернено увагу на важливість наукових досліджень для розробки ефективних стратегій управління та збереження лісових ресурсів.

У третьому розділі наведено результати дослідження радіаційного забруднення ресурсів лісу, особливо деревини, грибів та ягід. Аналіз показав, що існують значні відмінності у темпах накопичення радіонуклідів у різних видах лісових ресурсів. Особливо високі концентрації цезію-137 були виявлені в грибах, що свідчить про те, що цей продукт слід вживати з обережністю або дотримуючись усіх правил обробки. Виміри активності радіонуклідів цезію-137 показали, що вміст цього елемента в грибах і ягодах перевищує допустимі норми. Гриби в місті Дубровиця містили 4892,367 Бк/кг, що вдвічі перевищує норму, тоді як ягоди містили 329,04 Бк/кг, тому все одно ще потрібен моніторинг. У районі

села Зарічне показник грибів становив 6012,195 Бк/кг, що більш ніж у три рази перевищує стандартне значення, а показник ягід (чорниці) – 1242,642, тому потрібно бути обережними при споживанні грибів.

Розроблено рекомендації щодо зниження ризику споживання забруднених лісових ресурсів, у тому числі щодо обмеження збору, переробки та споживання грибів і ягід у зонах з підвищеним радіаційним фоном. Було наголошено на обізнаності про ризики, пов'язані з радіоактивним забрудненням і забезпечення безпеки споживання лісової продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Амджадін, Л. Постчорнобильський соціум: ризики та шанси виживання. Соціологія: теорія, методи, маркетинг. – 2006. – № 4. – С. 126– 146.
2. Атомна енергетика України. Екологічні проблеми атомної енергетики. URL: <https://mozok.click/2333-atomna-energetika-ukrayini-ekologchn-problemi-atomnoyi-energetiki.html>
3. Барановська Н. Архівні джерела вивчення Чорнобильської катастрофи. Архіви України. - 2006. - № 1-6. - С. 170-183.
4. В. Зиль. Звіт про радіологічний контроль продукції в агропромисловому комплексі Рівненської області за 2018 - 2021 рік (Рівне: Центр з організації радіологічного контролю в агропромисловому комплексі Рівненської області, 2021).
5. В.П. Ландін. Особливості відновлення лісокористування в лісах, забруднених радіонуклідами. Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Т. 11, №23. С. 1–3.
6. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у деревині та продукції з деревини (ГНПАР-2005). Затверджено Наказом МОЗ України від 31.10.2005. № 573. 3 с.
7. Грабовський В.А. Забруднення ^{137}Cs деяких видів рослин та грибів Карпатського та Шацького національних природних парків. “Фізичні методи в екології, біології та медицині”: матеріали VI конф. (Львів–Ворохта, 17-20 вересня. 2015 р.). Львів, 2015. С. 56–59.
8. Гродзинський Д. М. Радіобіологічні та радіоекологічні дослідження Чорнобильської катастрофи вченими НАН України [Електронний ресурс] / Д. М. Гродзинський, О. Ф. Дембновецький, О. М. Левчук // Вісник Національної академії наук України. – 2021. – № 6. – С. 30– 40. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2021_6_6
9. Гудков І.М. Радіобіологія. Київ : НУБіП України, 2016, 485 с.

10. Гук, О. С., & Коваль, В. П. Механізми впливу радіації на лісові ресурси та їхня безпечність для споживання. Журнал екологічних досліджень. 2021. 12(4), 35–47.
11. Екологічний паспорт Рівненської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Ekologichnyj-pasport-Rivnenskoyi-oblasti-za2021-rik.pdf>
12. Закон України від 28.02.91 р. № 797-ХІІ. Відомості Верховної Ради УРСР 16 (1991) ст. 200. 8. Перелік населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Постанова КМ України від 23 липня 1991 р. № 106.
13. І.Т. Матасар, Л.М. Петрищенко, В.М. Водоп'янов та ін. Обґрунтування норм фізіологічних потреб в основних харчових речовинах та енергії з урахуванням екологічних умов проживання населення, яке мешкає на територіях радіоекологічного контролю. Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України. 2021. № 2. С. 7–16.
14. Інформаційно-аналітичні матеріали з питань подолання наслідків чорнобильської катастрофи URL: <http://www.amnu.gov.ua/news/1/323/nformatsino-anal-tichn-mater-ali-z-pitan-podolannya-nasl-dk-v-ornobilsko-katastrofi/>
15. Коноваленко, М. І. Радіоекологія та вплив радіації на природні ресурси. Журнал радіаційної екології. 2019. 11(1), 33–41.
16. Краснов В.П. Наукові основи використання продукції лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення лісів : автореф. дис. ... докт. с-г. Наук. Київ, 2000, 37 с.
17. Краснов В.П. Радіоекологічні дослідження у лісових екосистемах України. Наукові праці Лісівничої академії наук України : збірник наукових праць. Вип. 14. Львів : РВВ НЛТУ України, 2016. С. 210–218.
18. Краснов В.П., Орлов О.О., Гетьманчук А.І. Радіоекологія лікарських рослин : монографія. Житомир : Полісся, 2005. 214 с.

- 19.Кутлахмедов Ю.О., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2011. 543 с.
- 20.Ландін В.П., Гродзинська Г.А. Акумуляція радіонуклідів макроміцетами в українському поліссі. *Agroecological journal*. 2014. №. 4. С. 32–37.
- 21.Міжнародне агентство з атомної енергії. (2019). Радіаційний моніторинг лісових територій. Відень: ІАЕА. Режим доступу: <https://www.iaea.org>
- 22.Мінекології України. (2020). Методичні рекомендації з оцінки радіоактивного забруднення лісових ресурсів. Київ: Мінекології. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua>
- 23.Міністерство охорони здоров'я України. Наказ № 190 від 01.06.2020 р. "Про затвердження санітарних правил з радіаційної безпеки" // Офіційний вісник України. – 2020. – № 23. – С. 18–27.
- 24.Обґрунтування нормативу на вміст радіонуклідів у паливній деревині та оцінка його виправданості. / І. П. Лось [та ін.]. Довкілля та здоров'я. 2008. № 2. С. 19–22.
- 25.ОСПУ – 2005. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України: наказ МОЗ України від 02.02.2005 № 54, зареєстровано в М-ві юстиції України від 20 травня 2005 р. № 552/10832. URL: (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05>)
- 26.Про норми радіаційної безпеки України доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000) : постанова головного державного санітарного лікаря України № 116 від 12 липня 2000 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0116488-00>.
- 27.Проект з оцінки радіоактивного забруднення лісових екосистем (2023). Женева: UNEP. Режим доступу: <https://www.unep.org>
- 28.Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Рівненській області в 2021 році. URL: https://www.ecorivne.gov.ua/tmp/dopovid_2021.pdf.
- 29.Розробка інструктивно-методичних вказівок щодо радіаційно-дозиметричної паспортизації населених пунктів території зони

- безумовного (обов'язкового) відселення, що зазнали радіоактивного забруднення в результаті аварії на ЧАЕС для населених пунктів, у яких населення споживає продукти харчування місцевого виробництва. Звіт про НДР (К.: АТ «НДІ РЗ АТН України», 2019) 153 с.
- 30.**Стаття 21. Органи, які здійснюють радіаційний контроль в зонах, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи - Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи - Закони України | Protocol. Безкоштовний сервіс для вирішення Юридичних питань №1 в Україні!. URL:
https://protocol.ua/ua/pro_pravoviy_regim_teritorii_shcho_zaznala_radioaktivnogo_zabrudnennya_vnaslidok_chornobilskoi_katastrofi_stattya_21/(дата звернення: 09.10.2023)
- 31.**Супрун, Л. І., & Щербак, П. О. Радіаційне забруднення грибів: екологічні та санітарні аспекти. Харків: Університетська видавництво. 2021.
- 32.**Сучасний стан та актуальні завдання подолання наслідків Чорнобильської катастрофи. URL: <http://www.volodcrl.com.ua/index.php/statti/17-suchasnij-stantaaktualni-zavdannya-podolannya-naslidkiv-chornobilskoj-katastrofi>.
- 33.**Ушаков, О. Л., & Вернигор, І. М. Вплив радіаційного забруднення на безпечність лісової продукції. Екологічний вісник. 2023. 13(2), 41–49.
- 34.**Федірко П. А., Гарькава Н. А. Закономірності розвитку судинної патології сітківки у віддаленому періоді після радіаційного впливу Офтальмол. журн. 2016. № 6. С. 24–28.
- 35.**Центр ядерної безпеки та екології. (2023). Режим доступу: <https://nuclear.eco-ukr.org>
- 36.**Щербакова, Л. О., & Овчаренко, І. В. Вплив радіації на екосистеми Полісся. Науковий журнал екології. 2021.5(3), 33–42.
- 37.**Яковлев, С. В., & Петренко, В. І. Сучасні методи оцінки радіоактивного забруднення деревини. Журнал радіаційної безпеки. 2020. 11(4), 19–27.

- 38.D. Holiaka et al. Effects of radiation on radial growth of Scots pine in areas highly affected by the Chernobyl accident. *Journal of Environmental Radioactivity* 222 (2020) 106320
- 39.Gudkov I.M., Vinnichuk M.M. *Radiobiology and Radioecology*. Kyiv : NAUU, 2006, 295 p.
- 40.Guidelines for the determination of strontium-90 and cesium – 137 in soils and plants (1985). (Metodicheskiye ukazaniya po opredeleniyu strontsiya – 90 i tseziya – 137 v pochvakh i rasteniyakh). Moscow, CINAO. 46 p.
- 41.Hygienic norm for the specific activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr radionuclides in wood and wood products (Hihiyenichnyy normatyv pytomoyi aktyvnosti radionuklidiv ^{137}Cs ta ^{90}Sr u derevyni ta produktsiyi z derevyny (HNPAR–2005). Zatverdzheno Nakazom MOZ Ukrayiny vid 31.10.2005) (GNPAR–2005). Approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine. Order dated 31.10.2005. № 573. 3 p.
- 42.Jenkins, M. & Smith, R. (2021). The Impact of Radioactive Contamination on Forest Resources. *Journal of Environmental Science*, 18(3), 227–237.
- 43.Krasnov V. P. (1998). *Radioecology of forests of Polesie of Ukraine (Radioekolohiya lisiv Polissya Ukrayiny)*. Zhytomyr: Volyn, 128 p.
- 44.Labunska et al. Current radiological situation in areas of Ukraine contaminated by the Chornobyl accident: Part 2. Strontium-90 transfer to culinary grains and forest woods from soils of Ivankiv district. *Environment International* 146 (2021) 106282.
- 45.Ladygiené, R. Radiological investigation of wood used for combustion. (2010). Ladygiené, R. et al. *ECOLOGY*. Vol. 56. No. 3–4. P. 87–93.
- 46.Nilsson, A. & Johansson, K. (2019). Radiation Effects on Edible Forest Products. *European Journal of Forestry*, 29(2), 143–150.
- 47.Otreshko L.N., Zhurba M.A., Bilous A.M., Yoshchenko L.V. (2015). Content of ^{90}Sr and ^{137}Cs in wood on the southern fuel trace of Chernobyl radioactive fallout (Soderzhaniye ^{90}Sr i ^{137}Cs v drevesine na yuzhnom toplivnom slede

- chernobyl'skikh radioaktivnykh vypadeniy). Nuclear physics and energy. 16, № 2. P. 183–192. <https://doi.org/10.15407/jnpae2015.02.183>.
- 48.**S. Fesenko et al. Monitoring in animal breeding in response to nuclear or radiological emergencies: Chernobyl experience. Journal of Environmental Radioactivity 233 (2021) 106603.
- 49.**Ukrinform. Із Чорнобильської зони намагалися вивезти 60 кілограмів радіаційних грибів. Укрінформ - актуальні новини України та світу. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubricregions/3131604-iz-cornobilskoi-zoni-namagalisa-vivezti-60-kilogramiv-radiacijnih-gribiv.html> (дата звернення: 09.10.2023).
- 50.**V. Kashparov et al. Spatial radionuclide deposition data from the 60 km radial area around the Chernobyl Nuclear Power Plant: results from a sampling survey in 1987. Earth System Science Data (ESSD) 12 (2020) 1861.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Участь в міжнародній науково-практичній конференції

УДК 630*18:628.4.047 (477.81)

ОЦІНКА ВПЛИВУ РАДІАЦІЙНОГО ФАКТОРУ НА ЯКІСТЬ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ (ДЕРЕВИНА, ГРИБИ, ЯГОДИ) В РІВНЕНСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ЇХ БЕЗПЕЧНІСТЬ ДЛЯ СПОЖИВАННЯ

Полюхович М.А., студент М2, факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

Клепко А.В., доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри загальної екології та безпеки життєдіяльності

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Оцінка впливу радіаційного фактору на якість лісових ресурсів, таких як деревина, гриби та ягоди, є актуальним питанням, особливо у регіонах, які зазнали радіоактивного забруднення. Рівненська область України належить до таких територій, оскільки вона опинилася під впливом радіоактивних опадів після аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році. Внаслідок цього, радіоактивні ізотопи, зокрема цезій-137 і стронцій-90, потрапили в навколишнє середовище, де вони накопичуються у ґрунтах, водних ресурсах і біологічних організмах. Це питання є надзвичайно важливим для екології регіону та здоров'я населення, яке споживає продукти лісу.

Лісові ресурси є важливою складовою екосистеми Рівненської області. Вони забезпечують сировину для деревообробної промисловості, є джерелом їжі для місцевого населення (гриби, ягоди), а також виконують екологічні функції, такі як регулювання клімату, водозабезпечення та збереження біорізноманіття. Радіоактивне забруднення може значно впливати на якість цих ресурсів, а також на їхню безпечність для споживання.

Деревина, гриби та ягоди є основними об'єктами дослідження в контексті впливу радіаційного забруднення. Деревина може акумулювати радіонукліди, що може впливати на її якість і використання в промисловості. Гриби, через свою здатність поглинати радіонукліди з ґрунту, можуть містити високі концентрації радіоактивних речовин. Це особливо важливо, оскільки гриби часто використовуються в їжу і можуть стати джерелом внутрішнього опромінення для людини. Ягоди, як і гриби, можуть накопичувати радіонукліди, що підвищує ризик для здоров'я при їх споживанні.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що воно дозволить отримати нові дані про рівень радіаційного забруднення лісових ресурсів в Рівненській області та оцінити їх динаміку в часі. Крім того, результати дослідження можуть бути використані для розробки більш ефективних заходів щодо моніторингу радіаційної обстановки в лісових екосистемах та забезпечення радіаційної безпеки населення.

Проблематика радіоактивного забруднення вимагає комплексного підходу до оцінки ризиків. Це включає не тільки моніторинг рівнів радіації в лісових ресурсах, але й оцінку

впливу на здоров'я населення, дослідження шляхів міграції радіонуклідів у лісових екосистемах і розробку рекомендацій щодо безпечного використання лісових продуктів. Важливу роль відіграє також обізнаність населення про потенційні ризики та методи зменшення впливу радіаційного забруднення. У цьому контексті особливої уваги заслуговує роль державних органів і наукових установ у здійсненні постійного моніторингу, розробці нормативно-правових актів і проведенні просвітницької діяльності. Відповідальність за забезпечення безпеки громадян і збереження лісових ресурсів лежить на різних рівнях, від місцевих громад до національних урядів.

Таким чином, дослідження впливу радіаційного фактору на якість лісових ресурсів Рівненської області є не лише науковою, але й соціальною проблемою. Вивчення цього питання сприятиме розробці ефективних заходів щодо зменшення ризиків і забезпечення безпеки населення, а також збереженню екологічного стану регіону. Це дослідження має на меті надати всебічну оцінку радіаційної обстановки в регіоні, визначити ступінь радіоактивного забруднення лісових ресурсів і розробити рекомендації щодо їх безпечного використання.

Список використаних джерел:

1. Чорнобильська зона відчуження [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrainer.net/regions/polissya/>
2. Екологічний паспорт Рівненської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Ekologichnyj-pasport-Rivnenskoyi-oblasti-za-2021-rik.pdf>
3. Суходольська Ірина. Екологічні наслідки радіаційного забруднення північних районів Рівненської області. // Географія. Економіка. Екологія. Туризм: РЕГІОНАЛЬНІ СТУДІЇ. – Збірн. наук. праць / За ред. І.В.Смаля, Г.Г.Сенченко. – Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2011. – Випуск 5. – 242с.
4. Романенко А.Ю., Ліхтарьов І.А.. Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок аварії ЧАЕС, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію: Інструктивно-методичні вказівки. – К., 1996.

Участь в міжнародній науково-практичній конференції

УДК 630*18:628.4.047 (477.81)

РІВНЕНСЬКІ ЛІСИ ЯК БІОСФЕРНИЙ РЕЗЕРВАТ: ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ В УМОВАХ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Полюхович М.А., студент М1, факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

Клепко А.В., доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри загальної екології та безпеки життєдіяльності

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Рівненські ліси, що знаходяться поблизу Чорнобильської атомної електростанції, представляють собою особливий випадок в сучасній екології та природознавстві. Після катастрофи в 1986 році, яка призвела до викиду великої кількості радіоактивних матеріалів, цей регіон був радіаційно забрудненим і став суцільним полем випробування для збереження та відновлення біорізноманіття. На даній конференції ми прагнемо розглянути різні аспекти збереження та відновлення природного середовища Рівненських лісів в умовах радіаційного забруднення, а також визначити шляхи подолання цього виклику для збереження майбутньої екологічної стійкості [1].

Збереження та відновлення біорізноманіття. Реставрація ґрунтів: одним з ключових завдань є відновлення якості та структури ґрунту, який став жертвою радіаційного забруднення. Це може вимагати інтродукції спеціалізованих ґрунтових організмів та ресурсів. Реінтродукція видів: для відновлення біорізноманіття необхідно розглядати можливість введення в регіон нових видів, які можуть виживати в умовах радіаційного забруднення та зберігати екологічний баланс. Захист екосистеми від деградації: щоб попередити подальше знищення екосистеми Рівненських лісів, необхідно вживати заходів для обмеження відвідування людьми та контролю над лісовою діяльністю [3].

У цьому контексті, дослідження та заходи з охорони природи в Рівненських лісах слугують не лише як приклад відновлення біорізноманіття в умовах радіаційного забруднення, але і як історія надії та стійкості в обличчі величезної природної катастрофи. Ця конференція сприятиме обговоренню та обміну досвідом у боротьбі з екологічними викликами, що стоять перед лісами та іншими радіаційно забрудненими регіонами. Вона важлива для розуміння та розв'язання екологічних проблем, з якими сучасне суспільство стикається через людську діяльність і техногенне забруднення.

Ліси Рівненщини можуть служити прикладом того, як науковий підхід, підтримка та інноваційні практики можуть допомогти відновити природні екосистеми, навіть у найскладніших умовах. Ця конференція є майданчиком для обміну ідеями, підходами та рішеннями, спрямованими на збереження та відновлення біорізноманіття в умовах радіаційного забруднення [4].

У завершення, ми покликані об'єднати наші зусилля та обмінятися знаннями для створення сталого, екологічно стійкого майбутнього для Рівненських лісів та аналогічних екосистем у всьому світі. Наші дії та рішення сьогодні вплинуть на збереження природи та забезпечення екологічної рівноваги для наступних поколінь.

Список використаних джерел:

1. Чорнобильська зона відчуження [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrainer.net/regions/polissya/>
2. Екологічний паспорт Рівненської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Ekologichnyj-pasport-Rivnenskoyi-oblasti-za-2021-rik.pdf>
3. Генік Я. В. Причини та наслідки знеліснення і деградації лісових екосистем в Україні // Науковий вісник НЛТУ України, 2011. — Вип. 21.16 — С. 118–122.
4. Генсірук С. А. Ліси України / С. А. Генсірук. — К. : Видавництво «Наукова думка», 1992. — 408 с.