

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Лісового господарства та екології

Кафедра екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Фрайнд Роман Анатолійович

УДК 630:635.38 (477.42)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЛІСОВОЇ ПРОДУКЦІЇ У ДП
«КОРОСТЕНСЬКИЙ ЛІСГОСП АПК» ЖИТОМИРСЬКОГО
ОБЛАСНОГО КОМУНАЛЬНОГО АГРОЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО
ПІДПРИЄМСТВА «ЖИТОМИРОБЛАГРОЛІС» ЖИТОМИРСЬКОЇ
ОБЛАСНОЇ РАДИ**

Спеціальність 101 – Екологія

Подається на здобуття освітнього ступеня Магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

Фрайнд Р.А.

Науковий керівник:

Зимароєва А.А.

Доктор с.-г. наук, доцент

Житомир-2024

АНОТАЦІЯ

Фрайнд Р.А. Радіоекологічний моніторинг лісової продукції у ДП «Коростенський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісогосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня Магістр за спеціальністю 101 – Екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена моніторингу радіоекологічного забруднення лісової продукції (як деревної так і недеревної) у ДП «Коростенський лісгосп АПК». Впродовж 2021-2024 років забруднення деревної продукції не було відмічено. Найвищий рівень радіаційного забруднення серед недеревної продукції лісу мали гриби та ягоди. Так, у сушених грибах максимальна активність ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 2,6 разів, а у свіжих грибів – в 1,6 рази. Впродовж останніх п'яти років в умовах господарства має місце тенденція до зменшення показників перевищення допустимих рівнів радіаційного забруднення грибів та лісових ягід, що пов'язане зі зниженням радіаційного забруднення цієї лісової продукції. Встановлена залежність між видом грибів та питомою активністю ^{137}Cs в них (найвищі показники були у польських грибів та свинушок – 639-825 Бк/кг, а найменші у опеньок – 97 Бк/кг). У сушених грибів можна знизити питому активність ^{137}Cs приблизно від 2 до 5,7 разів за допомогою досить простої кулінарної обробки. Оскільки питома активність цезію-137 суттєво перевищує його гранично допустимі показники, то для місцевого населення рекомендовано не заготовлювати гриби для подальшого їх висушування.

Ключові слова: радіоекологічний моніторинг, деревна продукція, недеревна продукція, гриби лісу, лісові ягоди, допустимі рівні забруднення, питома активність, ^{137}Cs , зменшення вмісту радіонуклідів

ANNOTATION

Freund R.A. Radioecological monitoring of forest products in the State Enterprise “Korosten Forestry and Agroindustrial Complex” of the Zhytomyr Regional Communal Agroforestry Enterprise “Zhytomyroblagrolis” of the Zhytomyr Regional Council – Qualification work on the rights of a manuscript.

Qualification work for the degree of Master in the specialty 101 – Ecology. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work is devoted to the monitoring of radioecological contamination of forest products (both wood and non-wood) at the State Enterprise “Korosten Forestry and Agroindustrial Complex”. During 2021-2024, no contamination of wood products was observed. Mushrooms and berries had the highest level of radiation contamination among non-wood forest products. For example, in dried mushrooms, the maximum activity of ^{137}Cs exceeds the permissible level by 2.6 times, and in fresh mushrooms – by 1.6 times. Over the past five years, there has been a downward trend in the rate of exceedance of permissible levels of radiation contamination of mushrooms and forest berries, which is associated with a decrease in radiation contamination of these forest products. A correlation was established between the type of mushrooms and the specific activity of ^{137}Cs in them (the highest values were in Polish mushrooms and porker mushrooms – 639-825 Bq/kg, and the lowest in mushrooms – 97 Bq/kg). In dried mushrooms, the specific activity of ^{137}Cs can be reduced by about 2 to 5.7 times with a fairly simple culinary treatment. Since the specific activity of cesium-137 significantly exceeds its maximum permissible values, it is recommended that the local population not harvest mushrooms for further drying.

Keywords: radioecological monitoring, wood products, non-wood products, forest mushrooms, forest berries, permissible levels of contamination, specific activity, ^{137}Cs , reduction of radionuclide content

ЗМІСТ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС НА ЗАБРУДНЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ РАДІОНУКЛІДАМИ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)..... | 9 |
| 1.1. Радіаційна ситуація в лісах Полісся України..... | 9 |
| 1.2. Забруднення радіоактивними речовинами продукції лісу..... | 11 |
| РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 15 |
| 2.1. Програма проведення досліджень..... | 15 |
| 2.2. Методика проведення досліджень..... | 16 |
| 2.3. Характеристика умов проведення досліджень..... | 17 |
| РОЗДІЛ 3. РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЛІСОВОЇ ПРОДУКЦІЇ В ДП «КОРОСТЕНСЬКИЙ ЛІСГОСП АПК»..... | 20 |
| 3.1. Аналіз радіаційної ситуації у Коростенському лісгоспі..... | 21 |
| 3.2. Забруднення деревної продукції підприємства радіонуклідами..... | 23 |
| 3.3. Забруднення недеревної продукції на території ДП «Коростенський лісгосп АПК» ¹³⁷ Cs..... | 26 |
| 3.3.1. Забруднення радіонуклідами грибів та ягід в Коростенському лісгоспі..... | 28 |
| 3.4. Рекомендації щодо зниження у лісовій недеревній продукції вмісту радіонуклідів..... | 31 |
| ВИСНОВКИ..... | 35 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 37 |
| ДОДАТКИ..... | 43 |

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Після 1986 року, коли трапилася аварія на Чорнобильській АЕС, значні лісові масиви України, особливо в зоні Полісся, виявились забрудненими радіоактивними елементами [13]. Наразі на близько 63,9 тис. га площ лісів і донині заборонене здійснення будь-якої лісогосподарської діяльності і це не враховуючи 30-ти кілометрову зону навколо Чорнобильської АЕС. На площі у 141,2 тис. га лісів введено регламентацію застосування деревної продукції. Заборона використання недеревних ресурсів лісу введена на 1141,6 тис. га лісових масивів. Полісся України, де знаходяться біля 40% лісів нашої держави, найбільше постраждало від аварії на ЧАЕС і рівень забруднення лісових насаджень цього регіону радіонуклідами є досить високим [7]. Увагу вчених-лісівників привертає проблема радіаційного забруднення тих продуктів лісу, які людина споживає в їжу, оскільки це призводить до накопичення в організмі людей значних доз внутрішнього опромінення [4]. Тому проведення радіоекологічного моніторингу лісової продукції в умовах ДП «Коростенський лісгосп АПК», який знаходиться у зоні Полісся та оцінка рівнів забруднення деревної та недеревної продукції лісу на території підприємства є досить актуальним завданням сьогодення.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – здійснити радіоекологічний моніторинг лісової продукції в екосистемах лісу в умовах ДП «Коростенський лісгосп АПК».

Для досягнення зазначеної мети було вирішено такі завдання:

- ознайомитися з лісовими екосистемами Коростенського лісгоспу АПК, які мають різну структуру та використання;
- оцінити рівень забруднення радіонуклідами (^{137}Cs та ^{90}Sr) лісової продукції підприємства;
- здійснити аналіз динаміки змін показників забруднення радіонуклідами деревної та недеревної продукції лісгоспу;

- опанувати методи визначення рівнів радіаційного забруднення лісових ягід та грибів;
- вивчити відмінності накопичення різними видами лісових грибів цезію-137;
- розробити рекомендації для місцевого населення з метою убезпечити споживання ними грибів та ягід.

Об'єкт дослідження – забруднення радіонуклідами лісової продукції в екосистемах ДП «Коростенський лісгосп АПК».

Предмет дослідження – вміст радіоактивних елементів в лісовій продукції Коростенського лісгоспу.

Методи дослідження: польові дослідження полягали у відборі зразків ґрунту та лісової продукції (деревини, ягід та грибів); фізичні методи: радіохімічний аналіз, спектрометричний аналіз лісової продукції; математичні та статистичні методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає в тому, що вперше:

- проведено радіоекологічний моніторинг забруднення лісової продукції в умовах ДП «Коростенський лісгосп АПК»;
- здійснено оцінку рівнів забруднення різних видів деревини підприємства;
- визначено динаміку забруднення грибів та ягід лісництва у попередні роки;
- встановлено відмінності накопичення цезію-137 грибами, які відносяться до різних видів.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати можуть бути використані:

- для проведення радіоекологічного моніторингу в лісових господарствах;
- при здійсненні заходів серед місцевого населення стосовно роз'яснення негативного впливу іонізуючого опромінення на здоров'я людей;

- для інформування населення про правильне споживання грибів та лісових ягід.

Апробація результатів дослідження. Результати кваліфікаційної роботи були оприлюднені на XXXVII International scientific and practical conference (Bergen, Norway); VIII International Scientific and Practical Conference (Lviv, Ukraine), 78-й Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства».

Публікації. 1. Zymaroyeva A.A., Vasylichuk R.A., Teleus S.Yu., Freund R.A. Current trends in reforestation processes in the state enterprise “Korosten forestry APC”. «Modern problems of science and technology: Prospects for further development» : XXXVII International scientific and practical conference, September 4-6, 2024, Bergen, Norway, 2024. С.27-29.

2. Zymaroyeva A., Vasylichuk R., Freund R., Teleus S. Levels of radiation contamination of wood products in the state enterprise “Korosten forestry APC”. Perspectives of contemporary science: Theory and practice : VIII International Scientific and Practical Conference, 16-18 September 2024, Lviv, Ukraine, 2024.

3. Фрайнд Р.А. Радіаційний моніторинг деревної продукції Коростенського лісгоспу АПК. 78-а Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства», 07 листопада 2024 року, Київ, 2024. С.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС НА ЗАБРУДНЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ РАДІОНУКЛІДАМИ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)

1.1. Радіаційна ситуація в лісах Полісся України

Роль лісів у зменшенні рівня радіоактивного забруднення прилягаючих до них сільгоспугідь та населених пунктів є досить суттєвою [8, 25].

Випадання радіоактивних речовин, які утворилися під час аварії на Чорнобильській АЕС, мало значну мозаїчність, тому лісові масиви в зонах радіоактивного забруднення досить різняться за вмістом ^{137}Cs [9, 11, 18, 35].

У лісових господарствах північної частини Житомирщини, зокрема, у Овруцькому, Народицькому, Словечанському, Білокоровицькому та Лугинському районах, спостерігається найбільша щільність забруднення лісів радіонуклідами [1, 23]. Території лісгоспів у Олевському та Коростенському районах забруднені дещо менше. Причому у господарствах, які розміщені територіально ближче до Чорнобильської АЕС закономірно відмічено значно вищий рівень радіації [15, 28]. По відношенню до вищезгаданих районів Житомирської області – у Народицькому районі в межах держлісгоспу на 14894 га лісових масивів заборонено будь-яку лісогосподарську діяльність, оскільки щільність радіоактивного забруднення ґрунтів тут складає в середньому $15,0 \text{ Ки/км}^2$ [3]. В Олевському лісгоспі таких площ немає, а от в інших господарствах такі території займають значні площі. Так, у Овруцькому держлісгоспі вилучено з використання 14191 га лісів, у Білокоровицькому – 388 га, а у Лугинському лісовому господарстві вилучено 2143 га площ лісових насаджень.

У процентному відношенні лісові масиви підприємств, які мають щільність радіоактивного забруднення ґрунтів, що перевищує $5,0 \text{ Ки/км}^2$ можна розмістити у такому порядку: Народицький та Овруцький лісгоспи – близько 63%, Лугинський – 30%, Білокоровицький – 6% та Олевський – 4%.

З півночі на південь Житомирської області можна простежити певну динаміку змін рівнів радіоактивного забруднення [12, 14, 16]. Так, південна частина Житомирщини має рівень радіації ґрунтів в лісових господарствах, який не перевищує 1 Кі/км^2 .

Рівень радіоактивного забруднення лісів Рівненської області є не більшим за 15 Кі/км^2 .

У лісгоспах Київщини трапляються ділянки лісових насаджень в яких щільність забруднення радіонуклідами перевищує 15 Кі/км^2 (Богуславський та Поліський лісгоспи) [29]. У деяких держлісгоспах (Макарівський, Димерський та Іванківський) максимальна щільність радіоактивного забруднення коливається від 5 до 10 Кі/км^2 . В інших господарствах області рівень радіації не перевищує 5 Кі/км^2 .

Якщо розглядати щільність радіоактивного забруднення у лісових господарствах, то вона має мозаїчність і в межах окремих лісництв, а там і в межах окремих кварталів [37]. Взагалі за рівнем щільності забруднення ґрунтів лісгосподарських підприємств України радіоактивними елементами та за ступенем забруднення різних видів продукції лісу виділяють чотири групи забруднення: перша – до 1 Кі/км^2 ; друга група до 10 Кі/км^2 (тут наявні ділянки, що мають досить високу щільність забруднення на площах у 100-300 га); третя група – до 5 Кі/км^2 і четверта – понад 5 Кі/км^2 [2, 34].

Наразі у лісових масивах спостерігається переміщення радіоактивних елементів із верхніх шарів ґрунту у нижні [36, 42]. ^{137}Cs у 4-12 разів менше накопичується в деревині порівняно з асиміляційним апаратом дерев – листям та хвоєю [38]. Ще більше радіонуклідів виявлено у корі деяких порід дерев, де їх кількість перевищує таку в деревині у 20-30 разів. Саме через це після рубок стовбури очищають від кори, що істотно знижує рівень забруднення на нижніх складах. Зниження радіоактивного забруднення пиломатеріалів (на 25-45%) відбувається при видаленні обапелів під час технологічної переробки деревини та виготовлення обрізних дошок [10].

В деяких типах ґрунтів концентрація ^{137}Cs є значно вищою аніж в деревостанах [5].

Складність радіаційної ситуації в лісових господарствах України та специфічність дії радіонуклідів вимагає регламентувати застосування лісової продукції у процесах людської життєдіяльності [4, 33].

1.2. Забруднення радіоактивними речовинами продукції лісу

Крони дерев затримали від 60 до 80% радіонуклідів у перші дні після аварії на ЧАЕС, оскільки на лісові масиви осіло радіоактивних аерозолів у 30 разів більше, ніж на відкриті території без лісу [44]. Так, встановлено, що в лісах концентрація радіоактивних елементів була у 8 разів вищою, ніж в болотяних та лучних природних біоценозах [20].

Аналіз багаторічної динаміки розподілу радіонуклідів в екосистемах лісів дозволив виділити три періоди [2, 45]. Перший період мав початок в момент аварійного викиду на ЧАЕС і тривав до осені 1986 року, коли відбувалося інтенсивне механічне самоочищення ярусу дерев. Другий період тривав з осені 1986 року по 1989 рік і характеризувався підвищенням значимості кореневого надходження радіоактивних речовин та біологічним самоочищенням. Третій період триває з 1989 року донині, коли відбувається інтенсивне кореневе надходження радіонуклідів до рослин лісу.

Виділяють низку факторів, які сприяють накопиченню радіоактивних речовин в лісовій продукції. До них відносять: забруднення лісових ґрунтів радіоактивними речовинами; форми їх надходження до складу радіоактивних опадів; розподіл цих речовин в профілях ґрунту та в наземних складових ценозів; тип лісових насаджень; їх видовий склад та вік; характер продукції лісу, коли розглядають рівень забруднення радіонуклідами вихідної сировини та особливості способів її переробки [15].

Полісся України має в основному бідні піщані ґрунти, тому у верхньому шарі ґрунту зазвичай розміщується основна частина всмоктувальних коренів [8].

Біологічні особливості деревних порід визначають рівень інтенсивності надходження ^{137}Cs з ґрунту в рослину та ступінь накопичення радіонуклідів в деревині. Українськими лісівниками визначено, що для переважаючих умов місцезростання породи дерев в лісах утворюють такий ряд: сосна > береза > осика > вільха > дуб [11].

Дослідженнями встановлено, що вік лісових насаджень обумовлює ступінь радіоактивного забруднення деревостанів [40]. Так, в молодняках сосни звичайної в деревині питома активність ^{137}Cs є у 2,5 рази більшою, ніж в старих деревах. В деревині 8-ми та 9-тирічних деревних рослин концентрація ^{137}Cs є у 2-4 рази вищою, ніж в деревах старших за віком. У молодих насадженнях сосни активність ^{137}Cs є вищою у 3,3 рази порівняно з вісімдесятирічними сосновими насадженнями і в 2,4 рази більшою, ніж у п'ятидесятирічних сосняків за аналогічних умов зростання [2].

Від початку глобального випадання радіоактивних речовин під час випробування на відкритих полігонах ядерної зброї (з 1950-х років і донині), увагу радіоекологів привертала особливість накопичення радіонуклідів в ягідних рослинах [32, 41]. Виявлено, що кущики родини *Vacciniaceae* володіють здатністю максимально накопичувати цезій-137, який є основним дозоутворюючим радіонуклідом після аварії на ЧАЕС [23].

Вченими із Бельгії встановлено залежність рівнів радіоактивного забруднення трав'янисто-кущового ярусу сосняків від глибин залягання коренів цих рослин [43]. Дослідженнями встановлено, що ерикоїдні види лісової рослинності у найбільшій мірі накопичують ^{137}Cs . На експериментальних ділянках Центральної Швеції вміст радіоактивного цезію в фітомасі означених видів становив: у вереса – 12000 Бк/кг, у брусниці – 3000 Бк/кг, а у чорниці – 1300 Бк/кг [37].

Досліджено рівні радіоактивного забруднення журавлини болотної [23]. На більш бідних і вологих ґрунтах ^{137}Cs акумулюється в ягодах журавлини інтенсивніше, ніж на сухих і багатих ґрунтах.

В умовах вологих соснових суборів, де трапляється більшість ягідників, види родини Брусничні (*Vacciniaceae*) у значній мірі накопичують в наземній фітомасі ^{137}Cs . Чорниця (*Vaccinium myrtillus*) має коефіцієнт поглинання (КП) 73,8, брусниця (*Vaccinium vitis-idaea*) – 67,3, а КП лохини дорівнює 62,7. В умовах свіжих дубових суборів інтенсивність поглинання ^{137}Cs у цих видів знижується і становить у чорниці і брусниці 29,3 та 28,1 відповідно [19].

Варто зазначити, що інтенсивність поглинання ^{90}Sr ягідними культурами визначена науковцями в меншій мірі, ніж ^{137}Cs . Проте достеменно встановлено, що акумуляція даних двох радіонуклідів відрізняється у різних видів ягід. Так, максимальна інтенсивність акумуляції стронцію-90 і відповідно максимальні значення КП (14,0) були відмічені в ягодах суниці, середні показники – у ягід малини (КП – 0,91), а мінімальні значення КП (0,8) були визначені для ягід чорниці [16].

Багатьма вченими з різних країн було проведено моніторинг вмісту радіонуклідів у грибах [30, 44]. Встановлена здатність до накопичення грибами значних кількостей ^{137}Cs у порівнянні з іншими радіоактивними речовинами. Виявлено, що цей радіонуклід має для грибів КП більші у 90-400 разів від коефіцієнтів поглинання ^{90}Sr .

Відомо, що гриби здатні утримувати близько 50% запасів ^{137}Cs , що знаходиться в біоті лісових екосистем [32]. І оскільки мікориза грибів може збільшувати сисну поверхню коренів судинних рослин (від 100 до 1000 разів), то інтенсивний розвиток гіфів грибів суттєво збільшує надходження ^{137}Cs до рослин. Особливо це є характерним для бідних умов хвойних лісів та в оліготрофних болотах [13].

Найінтенсивніше накопичують ^{137}Cs плодові тіла мікоризоутворювачів, а далі відповідно до ряду (гумусові та підстилкові сапротрофи, ксилотрофи) ці показники зменшуються, хоча міжвидові відміни у показниках накопичення можуть різнитися у 100-1000 разів [32].

Споживання населенням у значних кількостях плодових тіл грибів, які мають найвищу інтенсивність накопичення ^{137}Cs , викликає зростання доз внутрішнього опромінення до 35% [24].

Так як і у випадку рослин, порівняння інтенсивності накопичення ^{137}Cs та ^{90}Sr , показує, що більшість видів грибів слабо накопичують цезій-90 і в значній мірі здатні до акумуляції в своїх плодових тілах стронцію-137 у великих кількостях [31]. Радіонукліди трансуранового ряду (^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am) досить слабо накопичуються в грибах [38].

Таким чином, щоб розуміти ситуацію із забрудненням продукції лісу радіоактивними речовинами та реально оцінювати рівень внутрішньої дози через потрапляння радіонуклідів в організм людини з лісовими ягодами та грибами, проведення моніторингових досліджень забруднення лісової продукції радіонуклідами та аналіз отриманих результатів є актуальним та перспективним завданням сьогодення.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма проведення досліджень

Для вирішення поставлених керівником кваліфікаційної роботи завдань досліджень було створено програму досліджень з наступними етапами:

- проведення бібліографічного пошуку задля встановлення ступеня вивченості питань за темою дослідження;
- обговорення календарного плану здійснення досліджень та ознайомлення з методиками їх проведення, зокрема, методик відбору, зберігання та транспортування до лабораторії проб ґрунтів та лісової продукції та методики спектрометричного аналізу відібраних зразків;
- ознайомлення з умовами проведення досліджень на базі ДП «Коростенський лісгосп АПК»;
- аналіз існуючих даних щодо забруднення території Коростенського лісгоспу радіоцезієм;
- визначення рівнів забруднення деревної продукції, що виробляється лісгоспом, цезієм-137 та стронцієм 90;
- визначення рівнів радіоактивного забруднення недеревної продукції лісгоспу (ягід, грибів та лікарських рослин);
- порівняння інтенсивності акумуляції ^{137}Cs грибами різних видів;
- встановлення особливостей формування внутрішнього опромінення населення через споживання у їжу ягід та грибів з території лісництва, яка забруднена радіонуклідами;
- визначення можливостей зниження у лісовій продукції, яка споживається в їжу, вмісту радіоактивних речовин;
- опрацювання результатів досліджень та їх аналіз, написання розділів кваліфікаційної роботи та формулювання висновків.

2.2. Методика проведення досліджень

Під час проведення досліджень з екологічного моніторингу радіаційного забруднення лісової продукції в умовах ДП «Коростенський лісгосп АПК» застосували концепцію екологічного моніторингу, методологію системного підходу та положення радіоекології лісу. Спирались також на положення викладені в «Рекомендаціях з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення» [29].

Основними методами досліджень було обрано метод польових досліджень, розрахунковий та спектрометричний методи [24].

Заплановані дослідження здійснили на базі Коростенського лісгоспу, лабораторні дані з визначення рівнів забруднення деревної та недеревної продукції підприємства проводили на базі лабораторії радіології Поліського філіалу УкрНДІЛГА за попередніми домовленостями та рекомендаціями від Поліського національного університету.

Під час проведення досліджень скористались звітною документацією ДП «Коростенський лісгосп АПК», звітами радіологічних служб. У ході здійснення радіоекологічного моніторингу відбирали зразки деревної та недеревної продукції лісу [10]. Для проведення спектрального аналізу проби ґрунту відбирали скориставшись методичною розробкою Українського науково-дослідного Інституту сільськогосподарської радіології.

Щомісячно відбирали зразки деревини з певних визначених зон лісу. Березовий сік, гриби, лісові ягоди та лікарські рослини відбирали виходячи з їх оптимальних строків дозрівання та в періоди заготівлі [10].

Відібрані для дослідження зразки пакувались окремо один від одного, на них прикріплювали відповідну етикетку, де була зазначена інформація стосовно місця та умов відбору зразків та проб. Після цього кожен відібраний зразок відправляли у лабораторію радіології.

Визначення рівнів радіації здійснювали за допомогою спектрометра «AFORA» в лабораторії радіології Поліського філіалу УкрНДІЛГА.

Отримані результати обробляли статистично.

2.3. Характеристика умов проведення досліджень

На південному заході Житомирської області на території Коростенського адміністративного району розташовується ДП «Коростенський лісгосп АПК» (загальною площею 24498,5 га), за умов якого і було здійснено наші дослідження (Додаток А). З півночі на південь територія лісгоспу тягнеться на 58 км, а з заходу на схід протяжність становить 86 км.

До ДП «Коростенський лісгосп АПК» віднесено чотири лісництва з приблизно рівними площами – Коростенське лісництво займає площу у 6530,2 га, Ушомирське – 6046,6 га, Меленівське та Горщиківське лісництва займають відповідно 5988,5 та 5933,2 га (рис. 2.1).

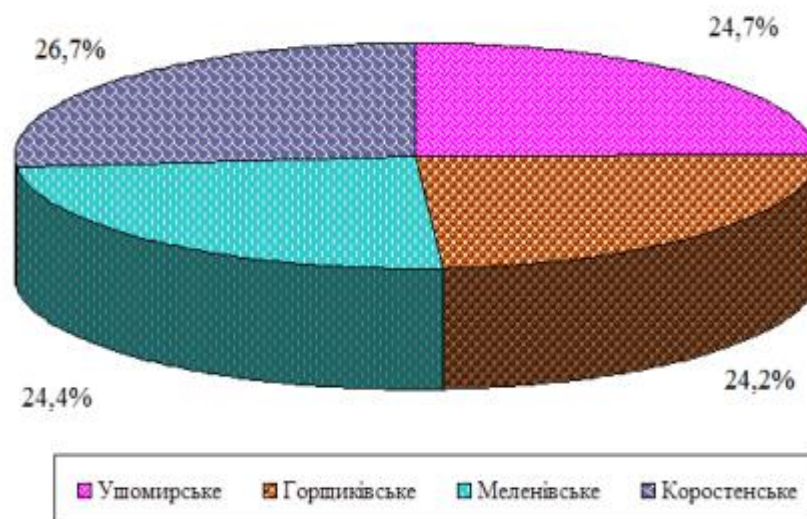


Рис. 2.1. Поділ території ДП «Коростенський лісгосп АПК» на лісництва

На території лісгоспу знаходиться цехи переробки деревини та майстерні для виготовлення товарів виробничого призначення та народного споживання, нижній склад підприємства, ремонтно-технічна майстерня та гаражне приміщення.

Житомирське Полісся, до якого за лісорослинним районуванням відноситься територія Коростенського лісгоспу, розміщене на

Східноєвропейській рівнині і за характером рослинності його відносять до зони низькорослих та змішаних та лісів. 54% вкритих лісами площ Українського Полісся займають, переважаючи тут, соснові ліси.

Територія лісгоспу характеризується рівнинним (хвилястість виражена слабо) рельєфом, з переважанням дерново-підзолистих та дерново-середньопідзолистих ґрунтів. Ґрунти підприємства за механічним складом піщані, супіщані, рідше піщано-суглинкові, безструктурні, мають кислу реакцію, насичені лугами в недостатній кількості, рухомість гумусу бідна. Незначні площі господарства зайняті торфово-болотними ґрунтами. По берегах річки Уж у місцях прилягання до них лісових масивів підприємства, в яких здійснюється господарська діяльність, спостерігаються незначні ерозійні процеси.

Значна частина місцевого населення зайняті в лісозаготівельній та деревообробній діяльності підприємства, які використовують лісові ресурси лісгоспу. Населені пункти, які знаходяться поряд з територіями лісництв, задовольняються з лісів лісгоспу на 67%, а загальна їх потреба задовольняється на 84%.

Мають місце побічні лісові користування: на території підприємства розміщують пасіки, випасають худобу, збирають ягоди та заготовляють лікарські рослини.

Система господарювання лісгоспу – лісокультурна, ліси мають переважно експлуатаційне призначення. Підприємство проводить інтенсивну лісогосподарську діяльність по відновленню лісів, що сприяє зростанню їх продуктивності.

За породним складом в лісах держлісгоспу переважаючими є насадження сосни звичайної (47,9%) та дуба звичайного (24,5%). Загалом близько 45,4% земель ДП «Коростенський лісгосп АПК» займають м'яколистяні породи. Ці типи лісів представлені у господарстві березняками, осичниками та вільшанниками, які займають на території підприємства

досить значні площі (рис. 2.2). Твердолистяні породи трапляються лише на 4,7% площ лісгоспу.

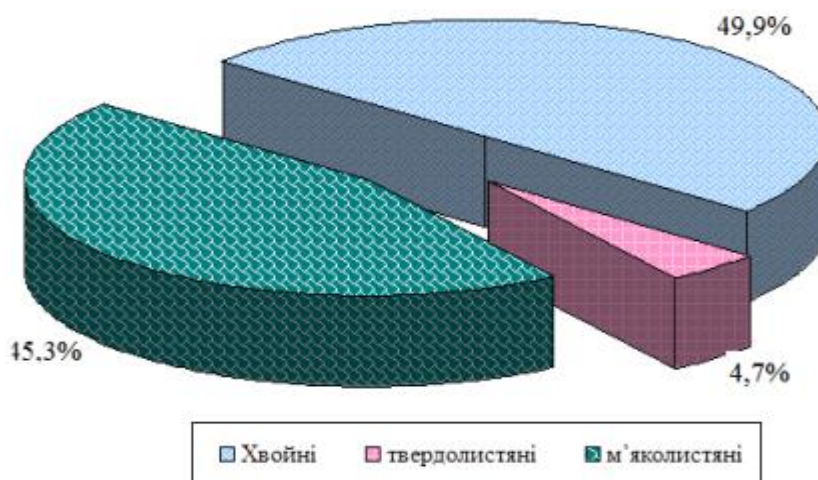


Рис. 2.2. Склад насаджень ДП «Коростенський лісгосп АПК» за групами порід

Основні лісоутворюючі породи підприємства розподілені на землях лісництва за віком нерівномірно. Найбільші площі – 15910,8 га – зайняті середньовіковими насадженнями, на значних територіях знаходяться молодняки – 4409 га. Пристигаючі деревостани займають площі в 1984,9 га, а стиглі та перестиглі лісові насадження розташовані на 530,2 га (рис. 2.3).

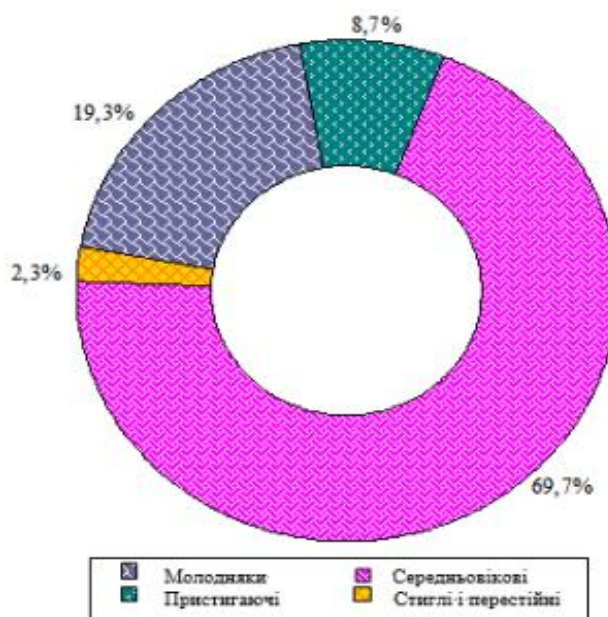


Рис. 2.3. Групи віку лісових насаджень ДП «Коростенський лісгосп АПК»

РОЗДІЛ 3

РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЛІСОВОЇ ПРОДУКЦІЇ В ДП «КОРОСТЕНСЬКИЙ ЛІСГОСП АПК»

На стан довкілля досить часто негативно впливає господарська діяльність людини. Під час аварії на Чорнобильській АЕС такий вплив набув катастрофічної форми [25]. Із ядерного реактора електростанції відбувся викид радіоактивних матеріалів, який призвів до радіаційного забруднення територій багатьох областей України, зокрема і Житомирської області, де радіонуклідами було забруднено 440 тис. га лісових масивів. До найбільш забруднених районів Житомирщини відносять Ємільчинський, Овруцький, Народицький, Хорошівський, Лугинський, Олевський, Малинський, Новоград-Волинський та Коростенський райони [28]. На території останнього знаходиться ДП «Коростенський лісгосп АПК» – місце проведення наших досліджень. У зазначених районах лісокористування проводиться в специфічних умовах довкілля, тому ці процеси потребують детального аналізу та пильної уваги науковців.

Відомо, що в лісових масивах Полісся України зосереджено біля 40% площ всіх лісів нашої держави і саме вони найбільше постраждали після аварії на ЧАЕС [12]. Екосистеми лісів виступили як фільтри-накопичувачі радіоактивних речовин, які утримали, порівняно з відкритими місцинами, у 2-3 рази більше радіонуклідів. Дослідники, котрі займалися обстеженнями радіоактивно забруднених територій, ще в перші дні після аварії відмітили, що в лісових масивах фіксуються високі рівні радіації. Вже тоді вченими зазначалось, що радіоактивне забруднення лісів має певні загальні риси, а саме мозаїчність та градієнтний характер цих забруднень [13]. Це проявлялось у суттєвій різниці між максимальними та мінімальними показниками забруднення ґрунтового покриву на одному таксаційному виділі або лісовому кварталі [20]. Ця обставина ускладнила визначення загальних масштабів радіаційного впливу на компоненти лісових екосистем. Ця

мозаїчність зберігається і донині і тому таким важливим є здійснення радіаційного моніторингу продуктів лісу в лісових господарствах України.

3.1. Аналіз радіаційної ситуації у Коростенському лісгоспі

Хоча аварія на ЧАЕС відбулася уже 37 років назад, але і донині науковцями відмічаються певні зміни у стані територій, які зазнали впливу радіації [11]. Так, наразі, у лісових екосистемах рівень гамма-фону знизився, знижується і сумарна щільність їх радіоактивного забруднення. Проте, хоча ситуація в певній мірі і пом'якшується, лісокористування на забруднених територіях вимагає уваги та особливої організації [2]. У лісових господарствах важливо проводити заходи щодо контролю вмісту радіонуклідів у ґрунті, задля забезпечення безпечних умов праці лісівників та визначення рівнів радіоактивного забруднення рослинної сировини та тваринних організмів [21].

У Житомирській області понад 580 тис. га лісів забруднені радіонуклідами. Це викликало серйозні екологічні наслідки, які, зокрема, позначились серед інших районів області і на Коростенському районі. У Коростенському лісгоспі 1,3 тис. га земель виключено із рубок головного користування оскільки ліси на цих територіях відносяться до особливих захисних лісових ділянок через щільність радіоактивного забруднення на них понад 10 Кі/км².

Радіаційне обстеження лісів України і в тому числі і лісових насаджень ДП «Коростенський лісгосп АПК», впродовж років після аварії на Чорнобильській АЕС, проводилося неодноразово [21]. Але наразі картосхеми радіоактивного забруднення лісових екосистем, які отримані під час цих численних обстежень, є досить приблизними, через мозаїчність забруднення радіонуклідами, про що йшлося вище (рис. 3.1).

Визначено, що щільність забруднення лісових масивів Коростенського лісгоспу знаходиться в межах від 0,01 до 15,0 Кі/км² (рис. 3.1) і коливається від 0,37 до 555 кБк/м².

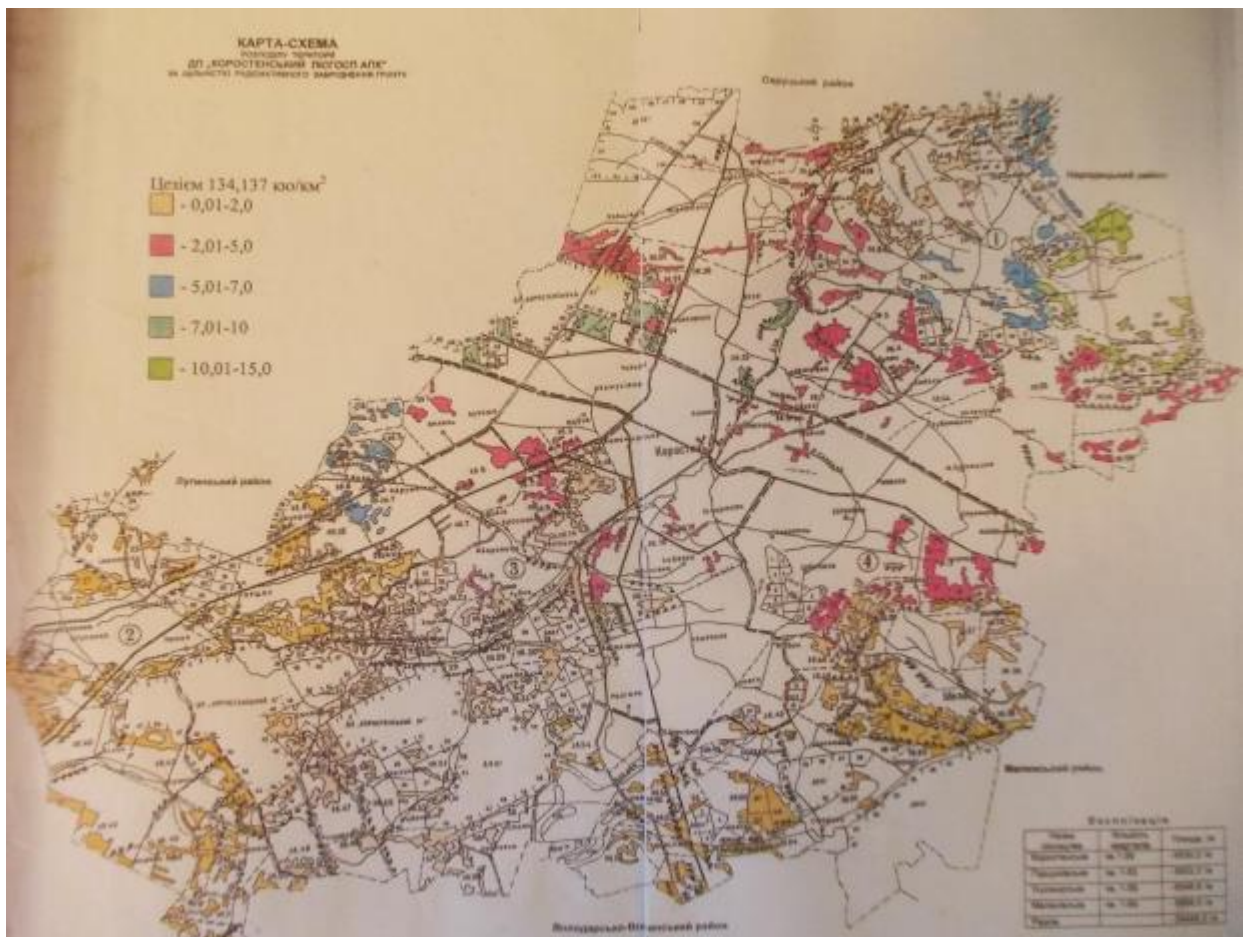


Рис. 3.1. Розподіл цезію-137 на території Коростенського лісгоспу

Найбільшим радіаційним забрудненням характеризується територія Коростенського лісництва, яке межує з Народицьким районом (Додаток Б). Саме тут виявлено ділянки щільності забруднення ґрунтів у яких складає від 10,0 до 15,0 Кі/км², що в кБк/м² становить 370-555. Найменше забруднені ґрунти у Горщиківському лісництві, яке знаходиться біля Лугинського району (Додаток В). Щільність забруднення ґрунтів тут коливається від 0,01 до 2,0 Кі/км² або від 0,37 до 74 кБк/м².

Організацію радіаційного контролю та застосування лісової продукції підприємства ускладнює особливість радіоактивного забруднення лісів, яка вимагає певних специфічних підходів до управління лісовим господарством, яке має виробляти екологічно безпечну лісову продукцію. Ці завдання потребують впровадження у господарювання спеціалізованих методів та регулярного проведення контролю.

3.2. Забруднення деревної продукції підприємства радіонуклідами

У ДП «Коростенський лісгосп АПК» через розміщення його на радіоактивно забрудненій території існують обмеження щодо заготівлі деревини та продуктів побічного лісокористування. Проте впродовж останнього десятиріччя обсяги реалізованої продукції лісгоспу зростають.

Відомо, що хоча з усієї фітомаси дерев, деревина найменш радіоактивно забруднена, проте вона здатна утримувати разом з корою до 50% ^{137}Cs (30-35% окремо).

Від умов зростання дерев та біологічних особливостей лісових деревних порід значно залежить інтенсивність надходження радіоактивних речовин із ґрунту до рослини та ступінь накопичення радіонуклідів у деревині. Від віку лісових насаджень також залежить рівень забруднення радіонуклідами тканин і органів деревної рослини.

Оскільки основною продукцією ДП «Коростенський лісгосп АПК» є деревина, то на підприємстві радіологічний контроль деревної продукції здійснюється на регулярній основі. Для цього відбирають зразки лісової продукції та проводять їх аналіз (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Вміст ^{137}Cs в деревній продукції Коростенського лісгоспу

| Продукція | Кількість зразків | Вміст ^{137}Cs , Бк/кг | | | ДР, Бк/кг |
|----------------------------------------|-------------------|---------------------------------|-----|-----|-----------|
| | | min | max | med | |
| Дров'яна деревина для техпотреб береза | 8 | 45 | 87 | 69 | 1500 |
| Дров'яна деревина для техпотреб дуб | 6 | 59 | 115 | 75 | 1500 |
| Дров'яна деревина для техпотреб сосна | 6 | 37 | 125 | 85 | 1500 |
| Дров'яна деревина для техпотреб вільха | 3 | 45 | 78 | 64 | 1500 |
| Дров'яна деревина для техпотреб осика | 6 | 52 | 85 | 68 | 1500 |
| Деревина з корою сосна | 7 | 34 | 175 | 95 | 1500 |
| Деревина з корою дуб | 5 | 55 | 89 | 75 | 1500 |
| Деревина з корою береза | 5 | 49 | 85 | 71 | 1500 |
| Заготовки для європіддонів сосна | 4 | 54 | 74 | 69 | 1500 |

Радіаційний моніторинг показав, що за досліджуваний період (2020-2023 рр.) забруднення деревини в господарстві не перевищує допустимих рівнів (табл. 3.1). Відмінності відмічаються лише за рівнями забруднення деревини різних лісових порід. Наприклад, деревина сосни звичайної має найбільші показники активності цезію-137 (125-175 Бк/кг), але для цієї породи характерні і найменші серед усіх інших порід дерев мінімальні значення ^{137}Cs (3-37 Бк/кг). Від 3,4 до 5,2 разів коливається різниця між показниками активності радіоцезію у деревині сосни звичайної.

Загалом різниця між показниками радіоактивного забруднення деревини в межах однієї лісової породи переважає різницю в показниках забруднення деревини між різними породами дерев.

Під час проведення радіаційного моніторингу особливий контроль здійснюється у відношенні паливної деревини, оскільки під час спалювання останньої до повітря можуть надходити радіонукліди, які через дихальні шляхи можуть потрапити до організму людини [29]. Встановлено, що в деревині, яка використовується як сировина, радіонуклідів у 50-100 разів менше, ніж у попелі. Тому, коли місцеве населення, що проживає на забруднених територіях, накопичує на присадибних ділянках попіл, щоб використати його в якості добрива, це призводить до зростання доз радіоактивного опромінення їхніх організмів.

Саме через ці обставини в державних нормативних документах існують дуже жорсткі нормативи вмісту радіонуклідів в паливній деревині (^{137}Cs – 1500 Бк/кг; ^{90}Sr – 60 Бк/кг). Це нормативи для лісоматеріалів необроблених.

Показники забруднення радіонуклідами паливної деревини, що виробляється в умовах ДП «Коростенський лісгосп АПК» за період з 2020 по 2023 роки наведено в таблиці 3.2.

З отриманих даних видно, що осика характеризується найвищими показниками вмісту ^{137}Cs в деревині (середнє значення – 114, а максимальне – 175 Бк/кг). Проте навіть такі досить високі значення активності радіоцезію у три рази менші за гранично допустимі показники.

Вміст радіоактивних елементів в паливній деревині Коростенського лісгоспу

| Порода | Кількість зразків | Вміст ^{137}Cs , Бк/кг | | | Вміст ^{90}Sr , Бк/кг | | |
|--------|-------------------|---------------------------------|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|
| | | min | max | med | min | max | med |
| Сосна | 7 | 38 | 115 | 108 | 6 | 55 | 18 |
| Вільха | 5 | 22 | 117 | 102 | 5 | 42 | 17 |
| Береза | 5 | 65 | 105 | 94 | 6 | 49 | 21 |
| Дуб | 5 | 39 | 132 | 85 | 8 | 22 | 16 |
| Осика | 4 | 65 | 175 | 114 | 15 | 35 | 23 |

Стосовно вмісту ^{90}Sr в паливній деревині, то в деревині сосни звичайної максимальні значення активності наближаються до гранично допустимих (55 Бк/кг), але все ж не перевищують їх. Деревина дуба накопичує найменшу кількість ^{90}Sr , де максимальні значення вмісту цього радіоактивного елементу у три рази є меншими гранично допустимих значень.

Оскільки на територіях, які забруднені одночасно і цезієм-137, і стронцієм-90 існує небезпека збільшення дозових навантажень на людину через використання сировини, що забруднена обома радіонуклідами, тут існують більш жорсткі вимоги до паливної деревини. Її можна використовувати місцевим населенням лише тоді, коли встановлена сума відношення питомої активності зазначених радіонуклідів до їх граничних рівнів не перевищує одиницю.

В умовах ДП «Коростенський лісгосп АПК» було проведено розрахунки максимальних значень радіоактивності цезію-137 та стронцію-90 в деревині, яка заготовляється на підприємстві у якості паливної, з метою визначення її відповідності нормативам встановленим для паливної деревини (ГН 6.6.1.1-130-2006). У лісгоспі для виготовлення цього виду продукції використовують деревину основних переважаючих порід (сосни, вільхи, берези, дуба та осики).

$$\text{Сосна } 115/600 + 55/60 = 0,19 + 0,92 = 1,08;$$

$$\text{Вільха } 117/600 + 42/60 = 0,195 + 0,7 = 0,895;$$

$$\text{Береза } 105/600 + 49/60 = 0,175 + 0,82 = 0,995;$$

$$\text{Дуб } 132/600 + 22/60 = 0,22 + 0,37 = 0,59;$$

$$\text{Осика } 178/600 + 35/60 = 0,3 + 0,58 = 0,88.$$

Розрахунки показали, що у паливній деревині сосни звичайної максимальні значення показників активності обох радіонуклідів перевищують гранично допустимі рівні, а в паливній продукції, яка виготовляється із деревини берези повислої ці показники максимально наближаються до гранично допустимих.

3.3. Забруднення недеревної продукції на території ДП «Коростенський лісгосп АПК» ^{137}Cs

Підприємства лісового господарства, зазвичай, окрім видобутку деревини, займаються і виробничими процесами пов'язаними з недеревною продукцією лісу. В територіальних межах ДП «Коростенський лісгосп АПК» місцеві мешканці заготовляють соки (березовий та кленовий), гриби, дикоростучі ягоди та лікарські рослини. Мешканцями прилягаючих до лісгоспу сіл, за браком окультурених пасовищ, використовується лісовий фонд підприємства з метою випасу худоби, що призводить до певних негативних змін в окремих категоріях лісових земель. Так, на площі близько 23 га здійснюють сінокосіння, а на 2127,7 га площ господарства проводиться випас худоби.

Щоб підвищити продуктивність використовуваних угідь та зменшити радіаційне забруднення зеленої маси у Коростенському лісгоспі до проекту внесені наступні заходи: щорічне внесення на площі 7,2 га мінеральних та органічних добрив під оранку та на площі 18,6 га планують поверхнево поліпшити сіножаті [3].

У господарстві регулярно фіксують рівні забруднення недеревної лісової продукції ^{137}Cs (табл. 3.3).

Вміст ^{137}Cs в недеревній лісовій продукції Коростенського лісгоспу

| Продукція | Кількість зразків | Вміст ^{137}Cs , Бк/кг | | | ДР, Бк/кг |
|-------------------|-------------------|---------------------------------|------|------|-----------|
| | | min | max | med | |
| Сік березовий | 8 | 5 | 17 | 9 | 20 |
| Ягоди | 9 | 37 | 525 | 352 | 500 |
| Гриби свіжі | 6 | 125 | 785 | 354 | 500 |
| Гриби сухі | 7 | 1800 | 6528 | 2356 | 2500 |
| Лікарські рослини | 9 | 29 | 187 | 122 | 200 |

Обстеження показало, що березовий сік забруднений в межах 4-17 Бк/л, що не перевищує нормативні граничні значення. Лісові рослини також мають показники забруднення радіоцезієм, які не перевищують допустимі значення. Активність ^{137}Cs в лісових ягодах подекуди перевищує гранично допустимі рівні і загалом коливається від 37 до 525 Бк/кг.

Найвищі рівні радіаційного забруднення відмічено у грибів, де показники максимальної активності ^{137}Cs суттєво перевищують допустимі рівні: у свіжих грибів у 1,6, а в сухих грибах – в 2,6 разів.

3.3.1. Забруднення радіонуклідами грибів та ягід в Коростенському лісгоспі

Суспільство зазвичай з певним упередженням відноситься до лісопродукції, яка надходить із забруднених територій. Питання щодо заготівлі лісових ресурсів побічного користування є особливо гострим, оскільки в плодових тілах грибів накопичується досить високий вміст радіонуклідів [30]. У березовому соці, лікарських рослинах та дикорослих ягодах радіоактивні елементи нагромаджуються у дещо менших кількостях.

Загальноприйнятою практикою є здійснення населенням для власних потреб побічних лісових користувань. Якщо нормативи допустимого рівню радіонуклідів не перевищені, то така практика є цілком прийнятною щоб проводити заготівлю якихось певних видів лісової продукції [22].

На території адміністративного Коростенського району у 2020-2023 роках виявили 78 проб лісової продукції, вміст радіонуклідів в яких перевищував ДР-06 (дані Держпродспоживслужби Коростенського району) (табл. 3.4).

Таблиця 3.4.

**Питома активність ^{137}Cs в недеревній продукції лісу на території
Коростенського району**

| Харчові продукти | Всього проб | З них не відповідають ДР-06 | | Питома активність | |
|--------------------------|-------------|-----------------------------|------|-------------------|-------|
| | | проб | % | min | max |
| М'ясо та м'ясні продукти | 3266 | 31 | 0,95 | <2 | 52830 |
| Гриби | 108 | 45 | 41,7 | 39 | 51200 |
| Лісові ягоди | 62 | 2 | 3 | 10 | 525 |
| Лікарська сировина | 54 | - | - | <2 | 24 |
| Продукти бджільництва | 32 | - | - | <18 | 37 |

У зразках м'яса диких тварин мало місце перевищення максимально допустимого рівня активності цезію-137 у 132 рази (52830 Бк/кг). Перевищення спостерігалось і в грибах та ягодах. Так, максимальна активність радіоцезію в грибах у 20 разів була вищою за значення допустимих рівнів і склала 512000Бк/кг.

Відомо, що ягоди та гриби екосистем лісу, порівняно з такими, що ростуть в агроекосистемах, мають вищі показники радіоактивного забруднення, оскільки активно здатні акумулювати радіонукліди [4].

Коростенський лісгосп знаходиться на радіаційно забруднених територіях, тому вживання в їжу місцевим населенням грибів та ягід і споживання лікарських рослин, може призвести до збільшення доз внутрішнього опромінення організму людини. Тому в умовах таких господарств продукція побічного лісокористування (зокрема, гриби), яку збирають та заготовляють в лісах забруднених радіоактивними елементами є небажаним продуктом, який слід би було вживати в їжу населенню. Ця обставина робить необхідним здійснення контролю зібраної грибної

продукції на вміст радіонуклідів. Тим паче, що хоча в порівнянні з попередніми десятиріччями показники перевищення допустимих рівнів забруднення радіонуклідами грибів та ягід лісу істотно знизились, все ж наразі все ще має місце перевищення цих показників відповідно до ДР-06 [6, 27]. Так, наразі в 2023 році зафіксовано перевищення у середньому на 12% допустимих значень вмісту цезію-137 в грибах та ягодах. Тому можна зробити висновок, що місцеве населення збирає цю лісову продукцію, яка приблизно в одному випадку з десяти є непридатною для споживання у їжу.

У таких селах Коростенщини як Кожухівка, Немирівка, Купище, Сарновичі, Клочеве, Купеч, Жабче та, Сингаї відмічено найбільше число випадків перевищення ДР-06.

Науковцями встановлено, що серед інших компонентів лісових екосистем гриби накопичують ^{137}Cs в найбільших кількостях і навіть тоді, коли ростуть на відносно чистих у відношенні радіації ґрунтах, де більшість їстівних грибів акумулюють ^{137}Cs з перевищенням допустимих норм [31].

Проте серед різних видів грибів спостерігаються відміни у рівнях накопичення радіоактивного цезію. Нами було проведено дослідження цих відмінностей і доведено, що дійсно питома активність цезію-137 залежить від виду грибів, зібраних в лісах Коростенського лісгоспу (табл. 3.5).

Таблиця 3.5.

**Питома активність цезію-137 у грибів різних видів в
Коростенському лісгоспі**

| Вид грибів | Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг ($M \pm m$) | перевищення ДР-06, % |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|
| Білий гриб (n=10) | 332 ± 25 | 0 |
| Лисичка справжня (n=8) | 285 ± 26 | 0 |
| Маслюк звичайний (n=10) | 527 ± 86 | 60 |
| Моховик зелений (n=6) | 487 ± 28 | 33 |
| Опеньок осінній (n=7) | 90 ± 14 | 0 |
| Підберезник (n=5) | 325 ± 52 | 0 |
| Підосичник (n=5) | 425 ± 49 | 0 |
| Польський гриб (n=8) | 787 ± 135 | 100 |
| Свинушка (n=4) | 735 ± 175 | 100 |
| Сироїжка (n=10) | 575 ± 106 | 70 |

Встановили, що найменші показники активності ^{137}Cs притаманні опенькам (97 Бк/кг) (рис. 3.2).

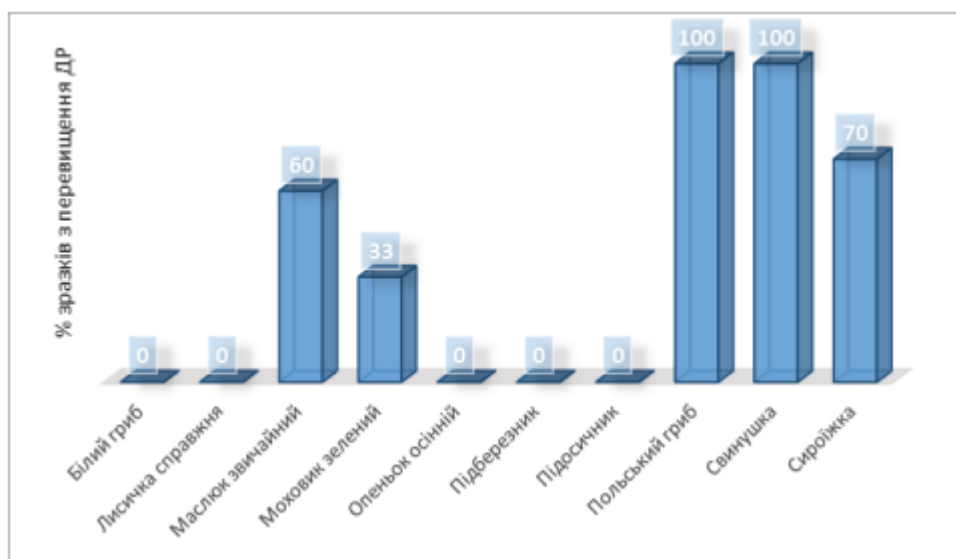


Рис. 3.2. Перевищення допустимих рівнів ^{137}Cs у різних видів грибів

У білих грибів, лисичок, підосичників та підберезовиків значення активності були вищими і коливалися від 272 до 437 Бк/кг. У всіх цих видів грибів не спостерігаємо перевищення допустимих рівнів радіаційного забруднення. Далі ще вищими були значення активності ^{137}Cs для маслюків та моховиків (462-593 Бк/кг). Перевищення ДР-06 для зразків цих грибів становить 33-60% (рис. 3.2). Найбільші показники визначені для свинушок та польських грибів (735-787 Бк/кг), які перевищують допустимі рівні на 100% і взагалі ці гриби заборонено тут вживати в їжу.

Вченими, які займаються вивченням проблеми радіоактивного забруднення харчової продукції лісу та проблемами зростання доз внутрішнього опромінення людей, що проживають в Українському Поліссі, як один з найбільш дієвих контрзаходів для зменшення дози внутрішнього опромінення місцевого населення запропоновано повністю відмовитися від споживання у будь-якому вигляді дикоростучих ягід та грибів [30].

Проте, в умовах здійснення лісгосподарської діяльності ДП «Коростенський лісгосп АПК» такі заходи можна застосувати лише до

промислової заготівлі даної продукції, яка в господарстві припинена. Стосовно масового та неконтрольованого збирання місцевими мешканцями різноманітної продукції побічного лісокористування (грибів та ягід), то дійшли висновку, що недосконалість правої бази та з низки соціально-економічних та організаційних причин, це надзвичайно важко регламентувати.

3.4. Рекомендації щодо зниження у лісовій недеревній продукції вмісту радіонуклідів

Під час проведення досліджень на базі ДП «Коростенський лісгосп АПК» констатували той факт, що місцеве населення попри застереження фахівців збирає і заготовляє в значній кількості лісові ягоди, гриби та лікарську сировину, які в значній мірі забруднені радіонуклідами. Це відбувається через певні традиції поліського краю, де завжди до харчових раціонів включалась продукція з лісу. Так, до аварії на Чорнобильській АЕС доросла людина тут споживала до 2,3 кг грибів на рік.

Роз'яснювальна робота в післяаварійний період дала певні результати і споживання продукції лісу дещо скоротилось. Проте наразі через складні соціально-економічні умови місцеві мешканці знову почали збирати значно більше грибів та ягід, а це призводить до зростання доз внутрішнього опромінення населення, тому що встановлено, що між споживанням продуктів лісу і вмістом цезію-137 в організмі людини існує пряма залежність [24, 31]. Виявлено, що максимальні значення доз внутрішнього опромінення зазвичай чітко співпадають з сезоном збору грибів та ягід.

Потрібно шукати шляхи зменшення вмісту радіонуклідів в лісовій харчовій продукції. Хоча б частково це питання можна вирішити шляхом здійснення кулінарної переробки лісових ягід та грибів, яка може суттєво зменшити вміст радіоцезію в них.

Однією з рекомендацій може бути ретельне миття ягід і свіжих грибів, механічне очищення яких зменшує сумарну активність радіонуклідів у 1,4

рази. До вісьми разів зменшує кількість ^{137}Cs в свіжих грибах їх замочування і до шести разів їх варіння. Причому перше відварювання зменшує кількість радіонуклідів у два рази, друге – у п'ять разів, а третє – у шість. Саме тому грибну юшку потрібно зливати і не вживати в їжу.

Для того, щоб збільшити строки зберігання грибів і було можливим використовувати їх в зимовий сезон, місцеве населення їх сушить, що призводить до збільшення в них вмісту ^{137}Cs в 8-12, а інколи і в 30 разів [21].

Ми вивчили зміни питомої активності грибів різних видів за їх висушування і встановили, що в таких грибах має місце значне зростання показників активності цезію-147 (табл. 3.6).

Так, у сушених польських грибів питома активність зростає у 17-25 разів, подібний результат маємо і у моховиків – 17-20 разів; у підосичників вона збільшується в 11-16 разів, а у підберезовиків у 14-15 разів, в сушених білих грибах питома активність зростає від 7 до 20 разів. Під час дослідження активність всіх відібраних зразки грибів значно перевищувала ДР-06. І якщо в свіжих білих грибах, підосичниках і підберезниках показники активності були в межах норми, то у висушених грибів ці показники перевищували допустимі рівні в 1,6-2,6 рази.

Таблиця 3.6.

Збільшення питомої активності цезію-137 у висушених грибах різних видів

| Вид грибів | Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг | Збільшення питомої активності при висушуванні грибів, разів |
|-----------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Білий гриб (n=10) | 4826 ± 672 | 14,5 |
| Моховик зелений (n=6) | 9199 ± 530 | 19 |
| Підберезник (n=5) | 4725 ± 750 | 14,5 |
| Підосичник (n=5) | 5902 ± 719 | 13,8 |
| Польський гриб (n=8) | 17069 ± 1980 | 21,7 |

Отримані нами дані засвідчують, що сушені гриби будь-яких видів є непридатними до вживання в їжу. І якщо навіть свіжі гриби мають допустимі

рівні показників активності цезію-137, то ці ж гриби в сушеному вигляді мають значення активності радіонуклідів, які у 14-20 разів є вищими допустимих рівнів. Зазначимо, що значення ДР-06 для висушених грибів тільки в п'ять разів є більшими таких показників для свіжої сировини [27].

Тому, виходячи з цього, ми б рекомендували мешканцям Коростенщини, які проживають на забруднених радіонуклідами територіях, взагалі виключити з харчового раціону гриби, особливо сушені.

Деякі кулінарні прийоми можуть зменшити активність висушених грибів. Так вимочування призводить до зменшення показників активності у три рази, а тривале кип'ятіння зменшує показники радіоцезію на 50%, а радіоактивного стронцію на 90%. Суттєво знижує сумарну активність радіонуклідів промислова переробка грибів через консервування, якому передують кип'ятіння в автоклавах.

У домашніх умовах неможливо застосувати промислові багатоступінчасті технологічні процеси, які включають використання автоклавів, тому тут проводять прості кулінарні обробки задля зниження активності радіонуклідів, зокрема у висушених грибах.

Ми дослідили як змінюється питома активність ^{137}Cs в білих грибах, які були висушені у результаті двох кулінарних процедур, а саме: вимочування грибів впродовж 12 годин у чистій воді та відварювання сухих грибів впродовж 10 хвилин (табл. 3.7).

Таблиця 3.7.

Оцінка активності цезію-137 у сушених білих грибах після кулінарних процедур

| Кулінарна обробка | Питома активність грибів, Бк/кг | | Зменшення активності, разів |
|-------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------|
| | до обробки | після обробки | |
| Відварювання | 4823 ± 674 | 2325±317 | 2,1 |
| Вимочування | 4823 ± 674 | 845±115 | 5,7 |

Таким чином, навіть використовуючи прості кулінарні прийоми можна знизити питому активність ^{137}Cs у 2,1-5,7 разів, що є досить суттєвим (рис.

3.3). Якщо ці два прийоми поєднати, то можна додатково знизити активність грибів.

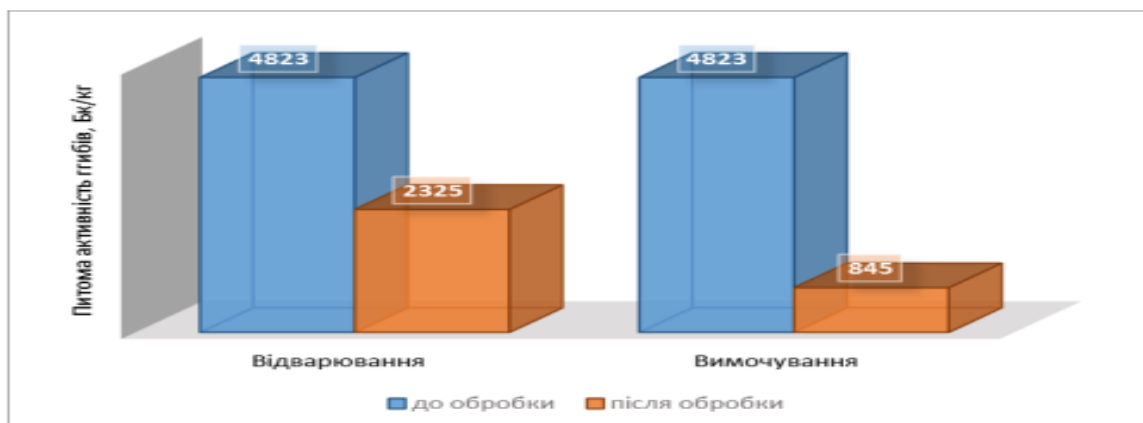


Рис. 3.3. Зменшення питомої активності ^{137}Cs в сушених грибах через різні кулінарні прийоми

Отриману інформацію слід донести до місцевого населення. Також слід інструктувати мешканців стосовно місць збору грибів та ягід в тих місцях лісу, які забруднені радіонуклідами в межах допустимих рівнів.

Потрібно пояснювати питання про інтенсивність накопичення цезію-137 в плодових тілах грибів та різницю цих показників у різних видів грибів і залежність їх від лісорослинних умов. Важливо пояснювати залежність зниження вмісту радіонуклідів в лісовій харчовій продукції від застосування прийомів кулінарної обробки сировини.

Виходячи з того, що допустимі рівні радіаційного забруднення для грибів сухих є тільки у п'ять разів вищими, аніж такі у свіжих грибів і у висушених грибів їх маса зменшується у 8-20 разів, то питома активність радіонуклідів є настільки високою, що рекомендовано взагалі відмовитись від заготівлі грибів з метою їх висушування.

При введенні до харчових раціонів місцевого населення сухих грибів, які в сирому вигляді мали допустимі рівні радіонуклідів, їх потрібно додатково обробляти за допомогою різних кулінарних прийомів, якими можуть бути тривале вимочування з наступним відварюванням та обов'язковим зливанням води.

ВИСНОВКИ

Аналіз отриманих результатів дослідження радіаційного забруднення лісової продукції деревного та недеревного походження в умовах ДП «Коростенський лісгосп АПК» дав можливість сформулювати наступні висновки:

1. Радіаційне обстеження лісових насаджень ДП «Коростенський лісгосп АПК», впродовж років після аварії на Чорнобильській АЕС, проводилося неодноразово. Визначено, що щільність забруднення лісових масивів Коростенського лісгоспу знаходиться в межах від 0,01 до 15,0 Кі/км² і коливається від 0,37 до 555 кБк/м².

2. Найбільшим радіаційним забрудненням характеризується територія Коростенського лісництва, яке межує з Народицьким районом. Саме тут виявлено ділянки щільність забруднення ґрунтів у яких складає від 10,0 до 15,0 Кі/км², що в кБк/м² становить 370-555. Найменше забруднені ґрунти у Горщиківському лісництві, яке знаходиться біля Лугинського району. Щільність забруднення ґрунтів тут коливається від 0,01 до 2,0 Кі/км² або від 0,37 до 74 кБк/м².

3. Відомо, що хоча з усієї фітомаси дерев деревина найменш радіоактивно забруднена, проте вона здатна утримувати разом з корою до 50% ¹³⁷Cs (30-35% окремо).

4. Радіаційний моніторинг показав, що за досліджуваний період (2020-2023 рр.) забруднення деревини в господарстві не перевищує допустимих рівнів. Відмінності відмічаються лише за рівнями забруднення деревини різних лісових порід. Наприклад, деревина сосни звичайної має найбільші показники активності цезію-137 (125-175 Бк/кг), але для цієї породи характерні і найменші серед усіх інших порід дерев мінімальні значення ¹³⁷Cs (3-37 Бк/кг).

5. Під час проведення радіаційного моніторингу особливий контроль здійснюється у відношенні паливної деревини, оскільки під час спалювання

останньої до повітря можуть надходити радіонукліди, які через дихальні шляхи можуть потрапити до організму людини. Встановлено, що в деревині, яка використовується як сировина, радіонуклідів у 50-100 разів менше, ніж у попелі.

6. Осика характеризується найвищими показниками вмісту ^{137}Cs в деревині (середнє значення – 114, а максимальне – 175 Бк/кг). Проте навіть такі досить високі значення активності радіоцезію у три рази менші за гранично допустимі показники.

7. Стосовно вмісту ^{90}Sr в паливній деревині, то в деревині сосни звичайної максимальні значення активності наближаються до гранично допустимих (55 Бк/кг), але все ж не перевищують їх. Деревина дуба накопичує найменшу кількість ^{90}Sr , де максимальні значення вмісту цього радіоактивного елемента у три рази є меншими гранично допустимих значень.

8. У паливній деревині сосни звичайної максимальні значення показників активності обох радіонуклідів перевищують гранично допустимі рівні, а в паливній продукції, яка виготовляється із деревини берези повислої ці показники максимально наближаються до гранично допустимих.

9. Березовий сік забруднений в межах 4-17 Бк/л, що не перевищує нормативні граничні значення. Лісові рослини також мають показники забруднення радіоцезієм, які не перевищують допустимі значення. Активність ^{137}Cs в лісових ягодах подекуди перевищує гранично допустимі рівні і загалом коливається від 37 до 525 Бк/кг.

10. Найвищі рівні радіаційного забруднення відмічено у грибів, де показники максимальної активності ^{137}Cs суттєво перевищують допустимі рівні: у свіжих грибів у 1,6, а в сухих грибах – в 2,6 разів.

11. Наразі важливим питанням є безпека виробництва, тому у перспективі є потреба у дослідженнях скерованих на виявлення еколого-економічних засад проведення екологічного менеджменту на підприємстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бузун В. О., Турко В. М., Сірук Ю. В. Книга лісів Житомирщини: історико-економічний нарис : монографія. Житомир : Вид-во О. О. Євенок, 2018. 440 с.
2. Ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення. URL : http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=101209.
3. Вінчук М. Вплив одноразового внесення калійних добрив на інтенсивність міграції радіоцезію у лісових екосистемах. *Вісник Львівського університету. Сер. біол.* 2017. Вип. 76. С. 69-76.
4. Герасимчук Л. О., Мартенюк Г. М., Валерко Р. А. Якість продуктів харчування, що споживається населенням радіоактивно забрудненої території Житомирської області. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 21-22 травня 2020 р. Житомир, 2020. С. 282–285.
5. Гродзинська Г. А. Радіонуклідне забруднення макроміцетів. *Вісник НАН України.* 2017. № 6. С. 61-76.
6. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. – Гігієнічний норматив ГН 6.6.1.1-130-2006 [Текст]. – Видання офіційне. – Київ, 2006. – 22 с.
7. Дутов О. І., Ландін В. П., Мельничук А. О., Гриник О. І. Радіаційно-екологічні аспекти використання забруднених земель у віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС. *Агроекологічний журнал.* 2015. № 1. С. 115-120.
8. Загальна характеристика лісів України [Електронний ресурс] / Державне агентство лісових ресурсів України. — Джерело доступу: <http://dklg.kmu.gov.ua>.

9. Захарчук В. А. Екологічні особливості відновлення лісових екосистем на радіоактивно забруднених землях Житомирського Полісся : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Київ, 2018. 23 с.
10. Інструкція з відбору та підготовки зразків для радіометричного контролю продукції лісового господарства [Текст] / М.М. Калетник, М. П. Савущик, В. П. Краснов, О. О. Орлов та ін. – Київ: Державний комітет лісового господарства України, 1998. – 21с.
11. Комплексний моніторинг лісових насаджень в зонах радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС : монографія / С. В. Зібцев, П. І. Лакида, П. П. Яворовський. Київ : Т. С. Шмидко : Наукова столиця, 2017. 463 с.
12. Коніщук В. В., Ландін В. П., Захарчук В. А. Екологічні особливості відновлення лісової рослинності на радіаційно забруднених землях Житомирського Полісся. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 3. С. 13-18.
13. Краснов В.П., Орлов О.О., Бузун В.О. та ін. Прикладна радіоекологія лісу. за ред. В.П. Краснова. – Житомир: Полісся, 2007. – 680 с.
14. Краснов В. П., Курбет Т. В., Шелест З. М. Проблеми реабілітації лісів Полісся України, забруднених радіонуклідами. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.2. С. 103-109.
15. Краснов В. П., Орлов О. О., Курбет Т. В. Сучасний розподіл радіонуклідів у лісових екосистемах Полісся України. *Лісовий журнал*. 2011. №. 1. С. 4-8.
16. Ландін В. П. Радіоактивне забруднення продукції лісового господарства в умовах Українського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.14. - С. 39-43.
17. Лико С. М., Портухай О. І. Вплив агрофізичного стану гідроморфних ґрунтів Полісся на міграцію радіонуклідів. Херсон : Грінь Д. С. [вид.], 2015. 218 с.

18. Магльована Т. В., Долін В. В. Ключові проблеми екологічного менеджменту радіоактивно забруднених лісових екосистем України. *Геохімія техногенезу*. 2020. Вип. 3. С. 131-142.

19. Малімон З. В., Салата В. З., Кочетова Г. С., Прокопенко Т. О., Гусак Л. М. Аналіз забруднення радіонуклідами харчових продуктів лісового походження на території України за 2013–2019 роки. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. Серія : Ветеринарні науки. 2020. Т. 22, № 97. С. 47-51.

20. Мартинчук І.В. Сучасний стан забруднення радіонуклідами лісових екосистем України. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 2, С. 88-94.

21. Нагорнюк В. М. Радіаційний моніторинг продукції лісового господарства на території Коростенського району. *Магістерські читання – 2020* : мат-ли III студ. конференції, 4 грудня 2020 р. Житомир : Поліський національний університет.

22. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.05.2008 р. № 240 «Про затвердження гігієнічного нормативу «Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у рослинній лікарській сировині (субстанції), що використовується для виготовлення лікарських засобів». – Київ, 2008. – 5 с.

23. Орлов О. О., Тарасевич О.В. Прогнозування акумуляції цезію-137 журавлиною болотною (*Oxycoccus palustris* Pers.) на болотах Житомирського Полісся у сучасний період. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2013. Вип. 122. С. 163-170.

24. Орлов О. О., Янчук В. М., Ковальчук А. М. Використання прогнозного математичного моделювання для оцінки доз внутрішнього опромінення населення від харчових продуктів лісу. *Антропогеннозмінене середовище України: ризики для здоров'я населення та екологічних систем*. – Мат. міжнарод. конф. – Київ: Чорнобильінтерінформ, 2003. – С. 119–141.

25. Орлов О. О., Краснов В. П., Ландін В. П. Вирішення радіоекологічних проблем у лісовому господарстві. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. – Національна доповідь України. – К. : Вид-во «КІМ», 2011. – С. 91–97.
26. Паренюк О. Ю., Ілленко В. В., Гудков І. М. Мікрофлора забруднених радіонуклідами ґрунтів. Київ : НУБіП України, 2018. 201 с. 25.
27. Про затвердження Державних гігієнічних нормативів «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді» : МОЗ України; Наказ, Форма типового документа від 03.05.2006 № 256. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06>.
28. Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (в розрізі районів) / За ред. В. І. Холоші. — К. : Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. ТОВ «Інтелектуальні Системи ГЕО», 2008. – 49 с.
29. Рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення територій / Фурдичко О. І., Кучма М. Д., Возняк Р. Р. та ін. Київ : МНС, 2008. 106 с
30. Романчук Л. Д. Вплив грибів на формування внутрішнього опромінення населення північної частини України. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 3. С. 44–47.
31. Романчук Л. Д. Оцінка джерел надходження радіонуклідів до організму мешканців сільських територій Полісся України. Автореф. дис. ... доктора с.-г. наук. Житомир, 2011. 40 с.
32. Ткачук В. І., Холод Н. Н. Радіоактивне забруднення ^{137}Cs недеревної продукції лісів в місцях заготівлі грибів, ягід та випасу приватної худоби навколо населених пунктів Житомирщини. *Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України*. Вип. 1(7). Житомир: Волинь, 2000. С. 72–80.

33. Тараріко М. Ю. Еколого-економічні засади реабілітації радіоактивно забруднених земель Полісся : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.06. Київ, 2015. 20 с.
34. Фітисов А. М. Лісокористування на територіях районів Житомирської області, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. *Економіка АПК*. 2019. № 8. С. 109.
35. 30 років Чорнобильської катастрофи : радіологічні та медичні наслідки : Національна доповідь України. Київ, 2016. 177 с.
36. Buzinny M., Mietelski J., Kimura S., Mykhailova L. L. Some aspects of cesium-137 entry into “market basket” in Kyiv. *Environment & Health*. 2019. 17-20. 10.32402/dovkil2019.02.017.
37. Carlisle E. W. Topping, Maveric K. I. L. Abella, Michael E. Berkowitz, Monica Rouco Molina, Ivana Nikolić-Hughes, Emlyn W. Hughes, Malvin A. Ruderman. In situ measurement of cesium-137 contamination in fruits from the northern Marshall Islands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2019. 116 (31). 15414-15419. DOI: 10.1073/pnas.1903481116.
38. Dvořák P., Doležalová J., Beňová K., Tomko M. 137Cs activity concentration in mushrooms from the Bobrůvka river valley. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. 14. 254–257. <https://doi.org/10.5219/1245>.
39. Komatsu M., Nishina K., Hashimoto S. Extensive analysis of radiocesium concentrations in wild mushrooms in eastern Japan affected by the Fukushima nuclear accident: Use of open accessible monitoring data. *Environmental Pollution*. 2019. 255(2). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113236>.
40. Krasnov V. P., Orlov O. O., Zborovska O. V., Zhukovsky O. V., Kurbet T. V., Shelest Z. M., Davydova I. V. 137Cs content in European blueberry (*Vaccinium Myrtillus* L.) in forests of Ukrainian Polissia in different periods after the accident at ChNPP. *Nucl. Phys. At. Energy*. 2018. 19 (4). 383-391. <https://doi.org/10.15407/jnpae2018.04.383>

41. Krasnov, V., Kurbet, T., & Shelest, Z. (2015). Проблеми реабілітації лісів полісся України, забруднених радіонуклідами. *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(2), 103-109.
42. Landin, V. (2019). Радіоактивне забруднення лісів України та шляхи подолання його наслідків. *Пожезна безпека*, 10, 26-32. Retrieved із <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/1410>
43. Strand P., Balonov M., Skuterud L. Exposure doses from consumption of agricultural and semi-natural products. *The radiological consequences of the Chernobyl accident: Proc. of the 1st Intern. Conf. (Minsk, Belarus, 18–22 March, 1996).* – Luxembourg, 1996. – P. 261–269.
44. Tugay T. I., Tugay A. V. Adaptation of microfungi to chronic ionizing radiation. New facts and hypotheses. *Мікробіологічний журнал*. 2017. 79, № 1. С. 76-86.
45. Zarubina N. E. ^{137}Cs and ^{40}K in the needles and branches of scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) on the territory of Chornobyl Exclusion Zone. *Nucl. Phys. At. Energy*. 2019. 20 (1). 51-59. <https://doi.org/10.15407/jnpae2019.01.051>