

# Лісівництво

УДК 634.73 : 631.559 (477)

**О. О. Орлов**

к.б.н.

**О. В. Тарасевич**

к.с.-г.н.

**В. П. Косинський**

Поліський філіал УкрНДЛПГА ім. Г.М. Висоцького

*Рецензент – член редколегії «Вісник ЖНАЕУ», д.с.-г.н. А. І. Гузій*

## **РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКЦІЇ ПОБІЧНОГО КОРИСТУВАННЯ ЛІСОМ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ ЗА ДАНИМИ РАДІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ 2011–2012 РР.**

*Проаналізовано радіоактивне забруднення харчових продуктів лісу (дикорослих ягід, грибів та лікарських рослин) за даними радіологічного контролю продукції лісового господарства Житомирської області, отриманої у 2011–2012 рр. Для кожного виду продукції досліджено відповідність радіоактивного забруднення допустимим рівням вмісту  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ , а також побудовані гістограми розподілу зразків за діапазонами питомої активності  $^{137}\text{Cs}$ . Виявлено, що вміст радіонуклідів у частині зразків перевищував допустимі рівні: у свіжих ягодах чорниць – 27,61 % від загальної кількості зразків; сухих ягодах чорниць – 45,93 %; дикорослих лікарських рослинах – 77,12–86,85 %; свіжих грибах – 35,96 %; сухих грибах – 55,81 %. Зроблено висновок про те, що у радіоактивне забруднення проаналізованої харчової продукції лісу головний внесок зумовлював  $^{137}\text{Cs}$ . Для всіх видів дослідженої продукції показано, що частотний розподіл зразків у певних діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  був логнормальним, з ексцесом у бік менших значень.*

### **Постановка проблеми**

Лісові екосистеми Житомирської області є найбільш радіоактивно постраждалими серед усіх областей України як за щільністю радіоактивного забруднення, так і за забрудненою площею [12]. Станом на 1992 р., лісові площі області, які офіційно були визнані постраждалими внаслідок Чорнобильської катастрофи, де щільність забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  перевищувала 37 кБк/м<sup>2</sup> (1,0 Кі/км<sup>2</sup>) [2], дорівнювала 451,6 тис. га (60,4% площі лісів регіону в системі Мінлісгоспу України). За даними [11], у 2011 р. радіоактивно забруднена площа лісів Держкомлісгоспу України у згаданому регіоні зменшилася до 316,9 тис. га (42,4% площі лісів), переважно за рахунок фізичного розпаду радіонуклідів.

На більшій частині площі лісових екосистем Житомирської області ведеться багатощільове лісове господарство, диференційоване за рівнями радіоактивного забруднення території [13], – з метою отримання нормативно-чистої в радіаційному відношенні лісогосподарської продукції – такої, радіоактивне

---

забруднення якої не перевищувало б чинних допустимих рівнів вмісту радіонуклідів [1, 8].

У Житомирській області внаслідок Чорнобильської катастрофи побічне користування лісом у системі Держлісагенства України значно скоротилося, і наразі централізована заготівля продукції побічного користування лісом у лісогосподарських підприємствах на цій території не проводиться (дикорослих ягідних, плодових та лікарських рослин, їстівних грибів тощо). Разом з тим, місцеве населення багатолісних районів Українського Полісся, в тому числі і Житомирського, у значній масі повернулося до традиційного, доаварійного раціону [19], чільне місце в якому займають продукти побічного користування – «дари лісу» [10; 15]. Саме вони відзначаються найбільшими рівнями радіоактивного забруднення і є критичними з погляду формування дозових навантажень у місцевого населення [9, 14]. Тому лабораторією радіології Поліського філіалу УкрНДЛГА радіологічному аналізу продукції побічного користування приділяється постійна увага. При цьому зразки надходять переважно з тих місць, де вони збираються місцевим населенням. Статистичний аналіз отриманих результатів вимірювання в них питомої активності нормованих радіонуклідів представляє значний практичний інтерес.

#### **Аналіз результатів попередніх досліджень**

Результати радіометричного аналізу продукції побічного користування лісом у Житомирській області періодично узагальнювалися [4, 7, 16, 18]. Загалом, з цих досліджень випливає, що у 1990-х роках та на початку 2000-х років держава приділяла значно більшу увагу даній проблемі, виділяла відповідне фінансування, яке наразі практично відсутнє, тому об'єми радіаційного контролю продукції побічного користування у Житомирській області були значно більшими та репрезентативнішими, ніж нині.

В. П. Красновим із співавторами [4] було показано, що у 1994–1995 рр. у 59,7 % зразків свіжих дикорослих ягід та грибів, зібраних у Житомирській області в місцях їх заготівлі місцевим населенням, вміст  $^{137}\text{Cs}$  перевищував допустимий рівень. У зразках свіжих грибів окремо цей показник дорівнював 82,2%. В.І. Ткачуком, М.М. Холодом [16] продемонстровано, що у Житомирській області частка зразків харчових продуктів лісу, проаналізованих у результаті виробничого радіометричного контролю у 1999 р., з перевищенням допустимого вмісту  $^{137}\text{Cs}$ , залишалася значною: для свіжих ягід чорниць – близько 50%, а для сухих грибів – близько 65%.

М.М. Хорлодом із співавторами [18] узагальнено результати, отримані у 2000 р. у результаті радіометричного контролю продукції лісового господарства у Житомирській області. Зроблено висновок про те, що у 80% досліджених зразків свіжих грибів вміст  $^{137}\text{Cs}$  перевищував допустимий рівень, а у 29,08% – згадане перевищення склало більше 10 разів. Максимальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у сухих грибах становило 63474 Бк/кг (Лугинське л-во, ДП

«Лугинське ЛГ»). Показано, що розподіл зразків свіжих грибів у досліджених діапазонах вмісту  $^{137}\text{Cs}$  був логнормальним. Також зроблено висновок про те, що у 55,6% зразків свіжих ягід чорниць вміст  $^{137}\text{Cs}$  перевищував гігієнічний норматив. Максимальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразку свіжих ягід чорниць становило 7096 Бк/кг (Білокоровицьке л-во, ДП «Білокоровицьке ЛГ»). Наведено дані про те, що максимальною частотою зустрічності характеризувалися зразки свіжих ягід чорниць з питомою активністю <250 Бк/кг – 25,29%. У лікарських рослин максимальний вміст  $^{137}\text{Cs}$  становив 86000 Бк/кг (Повчванське л-во, ДП «Лугинське ЛГ»), що перевищувало чинний гігієнічний норматив того часу у 430 разів.

Останнє за часом узагальнення результатів виробничого радіологічного контролю продукції побічного користування лісом у Житомирській області було проведено В.П. Красновим із співавторами [7]. За даними авторів, у 2002-2004 рр. частка зразків свіжих ягід чорниць з перевищенням допустимих рівнів склала 40,63%; сухих ягід чорниць – 84,5%; свіжих грибів – 50,77%; сухих грибів – 88,52%. Також було зроблено висновок про те, що лише лічені зразки дикорослої рослинної лікарської сировини регіону відповідали чинним гігієнічним нормативам.

#### **Об'єкти та методика досліджень**

Всього статистично проаналізовано 661 зразок продукції побічного користування лісом, вміст нормованих радіонуклідів в яких виміряно в результаті виробничого радіологічного контролю продукції лісового господарства Житомирської області у 2011-2012 рр. у лабораторії радіології Поліського філіалу УкрНДІЛГА. В тому числі було проаналізовано: 123 зразки сухих грибів, 83 – свіжих грибів, 125 – свіжих ягід чорниць, 229 – сухих ягід чорниць, 101 зразок дикорослих лікарських рослин.

Аналіз продукції проводили відповідно до затвердженої методики [3]. Вимірювання питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  проводили гамма-спектрометрично на багатоканальному спектроаналізаторі СЕГ-001 «АКП-С» з сцинтиляційними детекторами БДЕГ-20-Р1 та БДЕГ-20-Р2, а  $^{90}\text{Sr}$  – бета-спектрометрично, на багатоканальному спектроаналізаторі СЕБ-01-150. Похибка вимірювання обох показників знаходилася в діапазоні 10–15%, залежно від активності зразків. Для всіх зразків продукції побічного користування було проведено порівняння вмісту нормованих радіонуклідів ( $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ ) з чинними допустимими рівнями [1, 7], розраховано значення показника відповідності [1] за формулою:

$$B = \frac{A_{Cs}}{ДР_{Cs}} + \frac{A_{Sr}}{ДР_{Sr}}, \text{ де}$$

$B$  – показник відповідності;

$A_{Cs}$  та  $A_{Sr}$  – результати вимірювань питомих активностей  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у зразку;

$DP_{Sr}$  та  $DP_{Sr}$  – нормативи вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у даному виді продукту.

Для кожного дослідженого виду продукції в програмі Excel були побудовані гістограми розподілу зразків у певних діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$ , стандартними методами вираховані середнє значення цього і показника з похибкою, медіана та мода [16].

### Результати досліджень

**Ягоди чорниць свіжі** є головною дикорослою ягідною сировиною, яка заготовляється в регіоні [6], причому нині – виключно місцевим населенням. Нами проаналізовано 125 зразків свіжих ягід чорниць, у тому числі у 2011 р. – 57 шт. та у 2012 р. – 68 шт. У 2011 р. мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у цьому виді продукції було виміряне у Новоград-Волинському л-ві (квартал 36) ДП «Новоград-Волинське ДЛМГ» – 51 Бк/кг, а максимальне – у Лугинському л-ві (кв. 112) ДП «Лугинське ЛГ» – 3150 Бк/кг, останній показник перевищував допустимі рівні [1] у 6,3 раза. У 2012 р. мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у свіжих ягодах чорниць було виміряне у Слобідському л-ві (кв. 36, вид. 30) ДП «Малинське ЛГ» – 34 Бк/кг, а максимальне – у Повчанському л-ві (кв. 50, вид. 11) ДП «Лугинське ЛГ» – 2617 Бк/кг, що перевищувало чинний гігієнічний норматив [1] у 5,2 раза. Розрахунки продемонстрували, що середнє значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у свіжих ягід чорниць склало  $417 \pm 58$  Бк/кг, медіана – 208 Бк/кг, мода – 71 Бк/кг.

Аналіз гістограми розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках свіжих ягід чорниць, проаналізованих у 2011–2012 рр. (рис. 1), демонструє важливі закономірності.

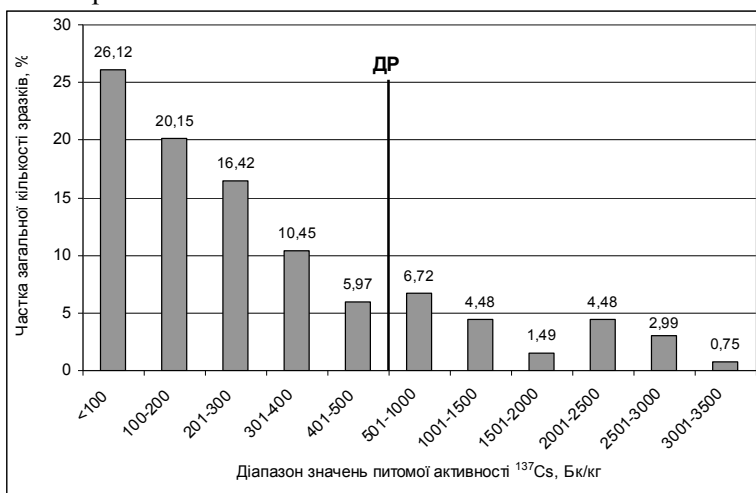


Рис. 1. Гістограма розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках свіжих ягід чорниць у 2011–2012 рр.

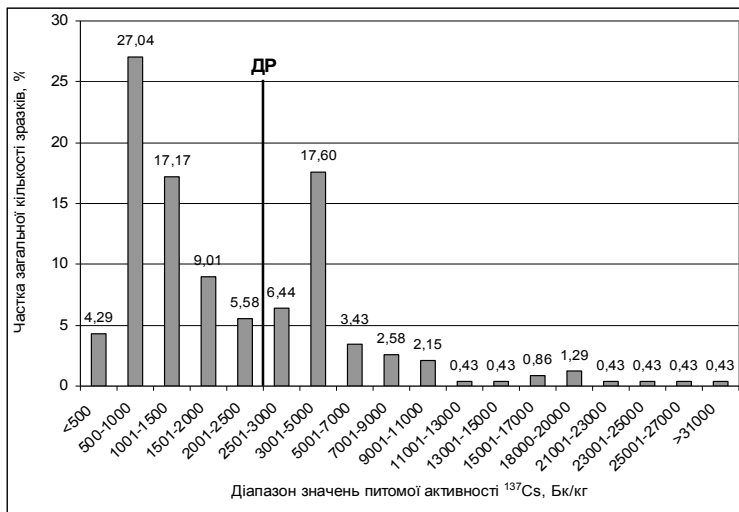
З даних рисунка 1 випливає, що розподіл значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках свіжих ягід чорниць є логнормальним, з вираженим лівостороннім ексцесом в область мінімальних значень. Максимальна частота зустрічності є властивою зразкам цієї сировини з питомою активністю  $^{137}\text{Cs} < 100$  Бк/кг – 26,12 %; значною є вона також у зразків з діапазоном даного показника 100–200 Бк/кг – 20,15 % та 201–300 Бк/кг – 16,42 %. Найменша частота зустрічності зразків свіжих ягід чорниць є характерною для діапазону значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  3001–3500 Бк/кг – 0,75 %.

Згідно з чинними гігієнічними нормативами [1], допустимий вміст  $^{137}\text{Cs}$  у свіжих ягід чорниць не повинен перевищувати 500 Бк/кг. Як видно з даних рисунка 1, у 20,90% загальної кількості зразків цієї продукції вміст  $^{137}\text{Cs}$  перевищував допустимий рівень. Таким чином, для решти зразків слід провести більш детальний аналіз, з залученням показника допустимого вмісту в них  $^{90}\text{Sr}$  (50 Бк/кг) та розрахунком показника відповідності. Виявлено, що у зразках свіжих ягід чорниць з діапазонами питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  301–400 Бк/кг та 401–500 Бк/кг діапазон вмісту  $^{90}\text{Sr}$  становив відповідно 10–13 Бк/кг та 14–17 Бк/кг. Розрахунок показника відповідності показав, що у зразків свіжих ягід чорниць, які мають питому активність  $^{137}\text{Cs}$  380 Бк/кг та одночасно питому активність  $^{90}\text{Sr}$  12 Бк/кг показник відповідності дорівнював 1,0 – сумарний вміст нормованих радіонуклідів в них перевищує гігієнічний норматив. У зразків свіжих ягід чорниць з діапазоном питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  401–500 Бк/кг та  $^{90}\text{Sr}$  14–17 Бк/кг показник відповідності вже перевищує 1,1. Таким чином, розрахунки продемонстрували, що сумарно перевищують чинні гігієнічні нормативи вмісту нормованих радіонуклідів 27,61 % проаналізованих зразків свіжих ягід чорниць.

Протягом 2011–2012 рр., крім чорниць, були також проаналізовані свіжі ягоди інших видів, хоча й у значно менших кількостях. Ці дані не є репрезентативними, однак, певне уявлення про рівні радіоактивного забруднення цих видів можуть дати. Зокрема, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у свіжих ягодах малини звичайної (*Rubus idaeus* L.), заготовленої у Бережестському л-ві (кв. 18) ДП «Овруцьке ЛГ», дорівнювала 12 Бк/кг; у свіжих ягодах брусниць (*Vaccinium vitis-idaea* L.) мінімальна питома активність  $^{137}\text{Cs}$  була виміряна у Радчанському л-ві (кв. 48, вид. 5) ДП «Народицьке СЛГ» – 105 Бк/кг, а максимальна – у Давидківському л-ві (кв. 38) цього ж підприємства – 917 Бк/кг; у свіжих ягодах горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.) мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  виміряне у Малинському л-ві (кв. 44, вид. 1) ДП «Малинське ЛГ» – 7 Бк/кг, а максимальне – у Лугинському л-ві (кв. 112) ДП «Лугинське ЛГ» – 220 Бк/кг; у ягодах аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) мінімальне значення вмісту  $^{137}\text{Cs}$  спостерігалось у Білорівницькому л-ві (кв. 67, вид. 31) ДП «Білорівницьке ЛГ» – 19 Бк/кг, а максимальне – у цьому самому лісництві (кв. 80, вид. 26) – 291 Бк/кг; у ягід журавлини болотної (*Oxycoccus palustris* Pers.) мінімальне значення вмісту  $^{137}\text{Cs}$  спостерігалось у Новозаводському л-ві ДП «Житомирське ЛГ» – 30 Бк/кг, а максимальне – у Велідницькому л-ві (кв. 90, вид. 1) ДП «Словечанське ЛГ» – 2200 Бк/кг.

**Ягоди чорниць сухі** є традиційним харчовим продуктом місцевих жителів. Всього проаналізовано 229 зразків сухих ягід чорниць, у тому числі у 2011 р. – 76 шт., та у 2012 р. – 153 шт. У 2011 р. мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у цьому виді продукції було виміряне у Слобідському л-ві (кв. 36, вид. 30) ДП «Малинське ЛГ» – 290 Бк/кг, а максимальне – у Бехівському л-ві (кв. 63, вид. 45) ДП «Коростенське ЛГ» – 6700 Бк/кг, останній показник перевищував допустимі рівні [1] у 2,7 рази. У 2012 р. мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у сухих ягодах чорниць було виміряне у Слобідському л-ві (кв. 36, вид. 30) ДП «Малинське ЛГ» – 310 Бк/кг, а максимальне – у Повчанському л-ві (кв. 50, вид. 16) ДП «Лугинське ЛГ» – 31500 Бк/кг, що перевищувало чинний гігієнічний норматив [1] у 12,6 рази. Виявлено, що в об'єднаному масиві даних 2011–2012 рр. середнє значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у сухих ягодах чорниць дорівнювало  $3046 \pm 289$  Бк/кг, медіана – 1540 Бк/кг, мода – 2100 Бк/кг.

Гістограму розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках сухих ягід чорниць, проаналізованих у 2011–2012 рр., наведено на рисунку 2.



**Рис. 2. Гістограма розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках сухих ягід чорниць у 2011–2012 рр.**

Аналіз даних рисунка 2 дозволяє дійти до висновку, що розподіл зустрічності зразків у досліджених діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  є логнормальним, з лівостороннім ексцесом в область нижчих значень. Максимальною частотою зустрічності характеризуються зразки сухих ягід чорниць у діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  500–1000 Бк/кг – 27,04 % та 3001–5000 Бк/кг – 17,60 %. Найменша частота зустрічності зразків сухих ягід чорниць є характерною для діапазонів максимальних значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  – >21000 Бк/кг – по 0,43 %.

Згідно з чинними гігієнічними нормативами [1], допустимий вміст  $^{137}\text{Cs}$  у сухих ягодах чорниць не повинен перевищувати 2500 Бк/кг. Як видно з даних рисунка 2, у 36,91 % загальної кількості зразків цієї продукції вміст  $^{137}\text{Cs}$  перевищував допустимий рівень. Тому, як і для свіжих ягід чорниць, для решти зразків було проведено аналіз їх радіоактивного забруднення з залученням показника допустимого вмісту  $^{90}\text{Sr}$  (250 Бк/кг) та розрахунком показника відповідності [1]. Виявлено, що у зразках сухих ягід чорниць з діапазонами питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  1501–2000 Бк/кг та 2001–2500 Бк/кг діапазон вмісту  $^{90}\text{Sr}$  становив відповідно 60–65 Бк/кг та 65–80 Бк/кг. Розрахунок показника відповідності показав, що у зразків свіжих ягід чорниць, які мають питому активність  $^{137}\text{Cs}$  1700 Бк/кг та одночасно питому активність  $^{90}\text{Sr}$  70 Бк/кг показник відповідності у зразків дорівнює 1,0 – сумарний вміст нормованих радіонуклідів в них перевищує гігієнічний норматив. У зразків сухих ягід чорниць з питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  2000 Бк/кг та  $^{90}\text{Sr}$  70 Бк/кг показник відповідності перевищує 1,1. Таким чином, розрахунки продемонстрували, що сумарно перевищують чинні гігієнічні нормативи вмісту нормованих радіонуклідів 45,93 % проаналізованих у 2011–2012 рр. зразків сухих ягід чорниць.

**Сировина дикорослих лікарських рослин.** Протягом 2011–2012 рр. було проаналізовано 334 зразка дикорослої рослинної лікарської сировини, в тому числі 229 зразків сухих ягід чорниць (*Vaccinium myrtillus* L.), які є не лише цінною харчовою, але також і лікарською сировиною. Крім сухих ягід чорниць, які склали основу загальної кількості зразків лікарської сировини, значна кількість зразків була представлена олистяними пагонами чорниць – 27 шт., травою звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.) – 14 шт., корою крушини ламкої (*Frangula alnus* Mill.) – 18 шт., корою дуба звичайного (*Quercus robur* L.) – 20 шт. Також були проаналізовані окремі зразки трави подорожника великого (*Plantago major* L.), трави чистотіла звичайного (*Chelidonium majus* L.), трави буквиці лікарської (*Betonica officinalis* L.), трави чебрецю повзучого (*Thymus serpyllum* L.), пагонів багна болотного (*Ledum palustre* L.), трави кропиви дводомної (*Urtica dioica* L.), ягід горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.), ягід глоду кривочашечкового (*Crataegus curvisepala* Lindm.) та ін.

Аналіз даних продемонстрував, що у 2011 р. мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у масиві даних лікарської сировини було визначено у трави звіробою звичайного, заготовленої у Кропивнянському л-ві (кв. 4, вид. 35) ДП «Короостишівське ЛГ», – 7 Бк/кг, а максимальне – у пагонах чорниць, заготовлених у Повчанському л-ві (кв. 50, вид. 12) ДП «Лугинське ЛГ» – 18000 Бк/кг, що у 30 разів перевищувало чинний гігієнічний норматив [7]. У масиві даних лікарської сировини, проаналізованої у 2012 р., мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  спостерігалось у трави звіробою звичайного, заготовленої у Слобідському л-ві (кв. 48, вид. 5) ДП «Малинське ЛГ» – 5 Бк/кг, а максимальне – у пагонів чорниць у Повчанському л-ві (кв. 50, вид. 16) ДП «Лугинське ЛГ» – 31500 Бк/кг.

Розрахунки продемонстрували, що середнє значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у лікарській сировині по всьому масиву даних 2011–2012 рр. дорівнювало  $2535 \pm 215$  Бк/кг, медіанне значення – 1290 Бк/кг, мода – 1300 Бк/кг. Проте, якщо з цього масиву даних виключити види-сильні накопичувачі  $^{137}\text{Cs}$ , зокрема, пагони та ягоди чорниць, пагони багна болотного (*Ledum palustre* L.), ситуація значно покращиться – середнє значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  дорівнюватиме  $1384 \pm 219$  Бк/кг, медіана – 465 Бк/кг, мода – 1300 Бк/кг.

Гістограма розподілу зразків лікарської сировини, проаналізованої у 2011–2012 рр. (рис. 3), демонструє, що зустрічність зразків з різними діапазонами питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  суттєво відрізнялася, а загальний характер розподілу був логнормальним, з лівобічним ексцесом в область низьких та середніх значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$ . Максимальною частотою зустрічності характеризувалися зразки лікарської сировини з діапазоном питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  1001–2000 Бк/кг – 21,56 %, а мінімальною – з діапазоном 10001–11000 Бк/кг – 0,46 %.

Оскільки чинні допустимі рівні радіоактивного забруднення лікарської сировини диференційовані за видами [7], значний практичний інтерес має аналіз відповідності заготовленої лікарської сировини цих груп гігієнічним нормативам. Серед проаналізованої нами лікарської сировини вміст  $^{137}\text{Cs}$  не повинен перевищувати 600 Бк/кг,  $^{90}\text{Sr}$  – 200 Бк/кг у таких видів, як кора крушини ламкої, кора дуба звичайного, олістяні пагони чорниць, трава чистотілу звичайного; для інших видів лікарської сировини, в тому числі сухих ягід чорниць, трави звіробою звичайного, трави буквиці лікарської, трави чебрецю повзучого та ін. допустимий вміст  $^{137}\text{Cs}$  становить 500 Бк/кг, а  $^{90}\text{Sr}$  – 200 Бк/кг.

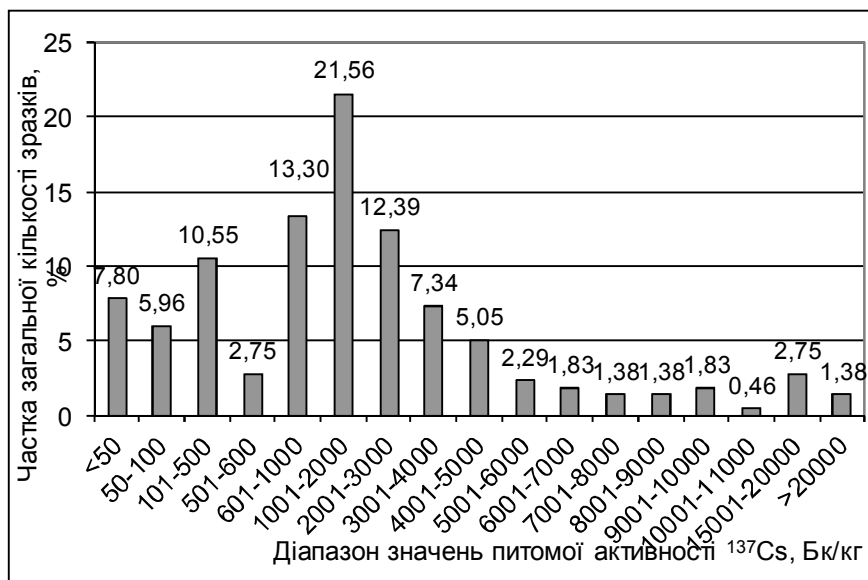


Рис. 3. Гістограма розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках дикорослої рослинної лікарської сировини у 2011–2012 рр.



Для згаданих вище двох груп лікарської сировини з різним допустимим вмістом  $^{137}\text{Cs}$  для зручності, гістограми розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  побудовані окремо (рис. 4–5).

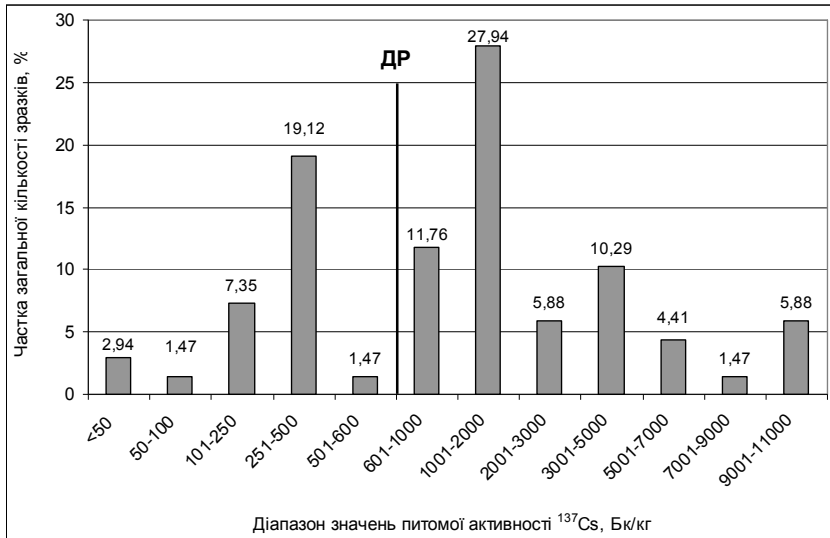


Рис. 4. Гістограма розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках дикорослої рослинної лікарської сировини з допустимим вмістом  $^{137}\text{Cs}$  600 Бк/кг



Рис. 5. Гістограма розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках дикорослої рослинної лікарської сировини з допустимим вмістом  $^{137}\text{Cs}$  500 Бк/кг

---

Аналіз даних рисунка 4 демонструє, що у зразків лікарської сировини з граничним допустимим вмістом  $^{137}\text{Cs} = 600$  Бк/кг у 67,65% зразків виміряна питома активність  $^{137}\text{Cs}$  перевищувала гігієнічний норматив, головним чином, за рахунок такої лікарської сировини, як олистяні пагони чорниць (головна складова протидіабетичного лікарського збору «Арфазетин»), які є сильними накопичувачами  $^{137}\text{Cs}$  [6]. Максимальне перевищення допустимого вмісту  $^{137}\text{Cs}$  в цій групі лікарської сировини було зафіксовано у зразку пагонів чорниць – 18,3 раза. У лікарській сировині в діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  251–500 Бк/кг фактичний вміст  $^{90}\text{Sr}$  коливався у межах 50–100 Бк/кг. Розрахунки продемонстрували, що з урахуванням вмісту  $^{90}\text{Sr}$  та показника відповідності, який враховує гігієнічні нормативи обох досліджуваних радіонуклідів, у зразків лікарської сировини, яка характеризується вмістом  $^{137}\text{Cs} = 400$  Бк/кг та вмістом  $^{90}\text{Sr} = 70$  Бк/кг, коефіцієнт якості дорівнював 1,02, а у сировини з рівнем вмісту  $^{137}\text{Cs} = 500$  Бк/кг та вмістом  $^{90}\text{Sr} = 100$  Бк/кг, коефіцієнт якості дорівнював 1,33. Таким чином, з урахуванням наведених вище розрахунків, сумарно у 77,12 % зразків лікарської сировини проаналізованої групи вміст нормованих радіонуклідів ( $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ ) перевищував чинні допустимі рівні [7].

Аналогічні дослідження також були проведені для групи лікарської сировини з допустимим вмістом  $^{137}\text{Cs} = 500$  Бк/кг (рис. 5). Дані рисунка 5 свідчать про те, що у 85,66 % зразків цієї групи виміряна питома активність  $^{137}\text{Cs}$  перевищувала гігієнічний норматив, головним чином, за рахунок зразків сухих ягід чорниць, які, як і олистяні пагони цього виду, є сильними накопичувачами  $^{137}\text{Cs}$ . Максимальне перевищення допустимого вмісту  $^{137}\text{Cs}$ , зафіксоване у сухих ягід чорниць, дорівнювало 63 рази. Аналіз вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у різних видах лікарської сировини цієї групи дозволив виявити загальну закономірність: високим вмістом  $^{137}\text{Cs}$  у лікарській сировині характеризуються переважно види лісових біотопів – чорниці, брусниці, багно болотне і значно меншим – види нелісових біотопів (галявин, узлісь, садиб лісництв, перелогів тощо): чебрець повзучий, деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), ромашка лікарська (*Matricaria recutita* L.) та ін.

У лікарській сировині в діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  251–500 Бк/кг фактичний вміст  $^{90}\text{Sr}$  коливався у межах 60–120 Бк/кг. Розрахунки продемонстрували, що з урахуванням вмісту  $^{90}\text{Sr}$  та показника відповідності у зразків лікарської сировини, яка характеризується вмістом  $^{137}\text{Cs} = 350$  Бк/кг та вмістом  $^{90}\text{Sr} = 60$  Бк/кг, коефіцієнт якості дорівнював 1,0, а у сировини з рівнем вмісту  $^{137}\text{Cs} = 400$  Бк/кг та вмістом  $^{90}\text{Sr} = 120$  Бк/кг, коефіцієнт якості дорівнював 1,4. Таким чином, аналіз первинних даних з урахуванням наведених вище розрахунків демонструє, що сумарно у 86,85% зразків лікарської сировини проаналізованої групи вміст нормованих радіонуклідів ( $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ ) перевищував чинні допустимі рівні [7].

**Гриби свіжі.** Протягом 2011–2012 рр. було проаналізовано 114 зразків свіжих грибів, у тому числі 27 зразків у 2011 р. та 87 зразків у 2012 р. Видовий склад грибів був представлений лисичкою справжньою (*Cantharellus cibarius* Fr.) – 12 зразків, підосиковиком червоно-бурим (*Boletus aurantiacus* Bull.) – 9 зразків,

білим грибом (*Boletus edulis* Bull. ex Fr.) – 8 зразків, опеньком осіннім (*Armillariella mellea* (Fr.) P.Karst.) – 10 зразків, сироїжками (*Russula* sp.) – 10 зразків, грибами різними (суміш видів) – 30 зразків; крім того, були проаналізовані поодинокі зразки маслюка жовтого (*Suillus luteus* (Fr.) S.F.Gray), підберезника звичайного (*Boletus scaber* Bull.), свинушки тонкої (*Paxillus involutus* (Batsch. ex Fr.) Fr.), гриба-зонтика строкатого (*Macrolepiota procera* (Scop. ex Fr.) Sing.).

Виявлено, що у 2011 р. мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  було виміряне у свіжих плодових тілах грибів різних, зібраних у Кропивнянському л-ві (кв. 4, вид. 17) ДП «Коростишівське ЛГ» – 21 Бк/кг, а максимальне – у Літківському л-ві (кв. 59) ДП «Лугинське ЛГ» – 6128 Бк/кг, що перевищувало допустимий вміст  $^{137}\text{Cs}$  у 12,26 раза. У 2012 р. мінімальна питома активність  $^{137}\text{Cs}$  була виміряна у свіжих плодових тілах сироїжок, зібраних у Малоцвілянському л-ві (кв. 64) ДП «Новоград-Волинське ДЛМГ» – 10 Бк/кг, а максимальна – також у свіжих плодових тілах сироїжок, зібраних у Радчанському л-ві (кв. 11) ДП «Народицьке СЛГ» – 7100 Бк/кг, що перевищувало чинний гігієнічний норматив у 14,2 раза. Розрахунки показали, що по всьому масиву даних середнє значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у плодових тілах грибів дорівнювало  $821 \pm 156$  Бк/кг, медіана – 277 Бк/кг, мода – 490 Бк/кг.

Виявлено, що у 35,96% зразків свіжих грибів (рис. 6) вміст  $^{137}\text{Cs}$  перевищував допустимий рівень (500 Бк/кг) [1]. І це при тому, що значна частка зразків грибів була представлена видами, які є слабкими накопичувачами  $^{137}\text{Cs}$  [5], – опеньком осіннім, підосиковиком, лисичкою справжньою.

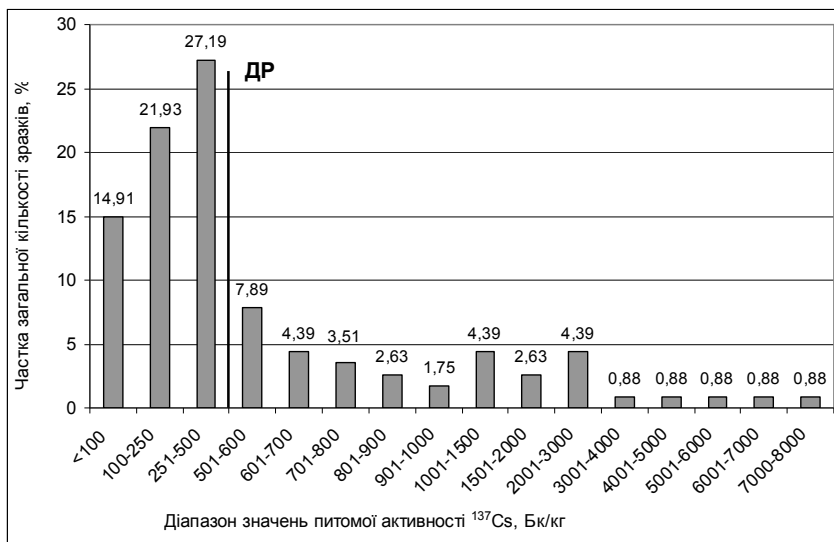


Рис. 6. Гістограма розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках свіжих грибів, проаналізованих у 2011–2012 рр.

---

Аналіз частотного розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у свіжих плодкових тілах в об'єднаному масиві даних 2011–2012 рр. дозволяє стверджувати, що згаданий розподіл є логнормальним, з вираженим лівостороннім ексцесом в область нижчих значень. Найбільшою частотою зістрічності характеризуються зразки свіжих грибів з діапазоном вмісту  $^{137}\text{Cs}$  251–500 Бк/кг – 27,19 % та з діапазоном 100–250 Бк/кг – 21,93 %, а найменшою – з діапазонами 3001–4000 Бк/кг та вище – по 0,88%.

Згаданий ексцес розподілу, найбільш вірогідно, зумовлений кількома факторами:

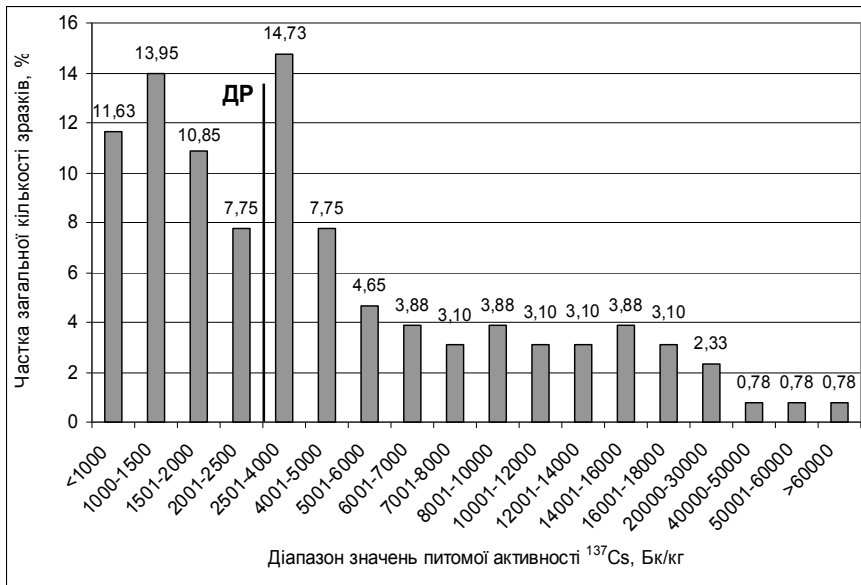
- наявністю у всіх лісгосподарських підприємствах Житомирської області поквартальних схем щільності забруднення  $^{137}\text{Cs}$  лісових масивів. Тому місцеве населення має можливість збирати гриби у найменш радіоактивно забруднених таксаційних кварталах. Саме ці зразки надані для аналізу;

- обмеженням заготівлі грибів за видами в конкретних типах лісорослинних умов, передбаченими «Рекомендаціями з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення» [11, 12];

- багаторічною роз'яснювальною роботою спеціалістів у галузях лісової радіоекології та радіаційної гігієни про необхідність збирання харчових продуктів лісу при мінімальних щільностях радіоактивного забруднення та у найбагатших лісорослинних умовах.

**Гриби сухі.** Протягом 2011–2012 рр. всього було проаналізовано 129 зразків сухих грибів, у тому числі у 2011 р. – 39 та у 2012 р. – 90 зразків. За видами зразки сухих грибів розподілилися наступним чином: білий гриб – 29 зразків, гриби різні (суміш видів) – 90 зразків. У 2011 р. мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  було виміряне у зразку сухих грибів різних, відібраному у Кропивнянському л-ві (кв. 4, вид. 17) ДП «Коростишівське ЛГ» – 240 Бк/кг, а максимальне – у зразку грибів різних з Літківського л-ва (кв. 59) ДП «Лугинське ЛГ» – 66460 Бк/кг, що перевищувало чинний гігієнічний норматив у 26,6 раза. У 2012 р. мінімальне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  було визначено у зразку сухих грибів різних, відібраному у Слобідському л-ві (кв. 33) ДП «Малинське ЛГ» – 640 Бк/кг, а максимальне – у зразку грибів різних з Радчанського л-ва (кв. 11) ДП «Народицьке СЛГ» – 84000 Бк/кг, що перевищувало чинний гігієнічний норматив у 33,6 раза. Отримані результати продемонстрували (рис. 7), що у 55,81% зразків сухих грибів вміст  $^{137}\text{Cs}$  перевищував допустимий рівень (2500 Бк/кг) [1]. Визначено, що в об'єднаному масиві даних 2011–2012 рр. середнє арифметичне значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у сухих грибах дорівнювало  $7072 \pm 1053$  Бк/кг, медіана – 3470 Бк/кг, мода – 1860 Бк/кг.

Аналіз гістограми розподілу значень питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у зразках сухих грибів (рис. 7) дозволяє стверджувати, що розподіл згаданих значень є логнормальним, з лівостороннім ексцесом в область менших значень.



**Рис. 7. Гістограма розподілу значень питомої активності <sup>137</sup>Cs у зразках сухих грибів, проаналізованих у 2011–2012 рр.**

З рисунка 7 випливає, що максимальною частотою зустрічності характеризуються зразки з діапазонами питомої активності <sup>137</sup>Cs 2501–4000 Бк/кг – 14,73 % та 1000–1500 Бк/кг – 13,95%, а мінімальною – з діапазонами >40000 Бк/кг – по 0,78 %.

Особливо слід наголосити на тому, що в чинних гігієнічних нормативах [1] відповідність свіжих грибів допустимим рівням вмісту радіонуклідів у плодових тілах не гарантує отримання нормативно-чистих у радіаційному відношенні сухих грибів. Зумовлено це тим, що у згаданих вище гігієнічних нормативах допустимі рівні вмісту <sup>137</sup>Cs у свіжих та сухих грибах відрізняються у 5 разів (500 Бк/кг – у свіжих та 2500 Бк/кг – у сухих), у той час, як значення коефіцієнта всихання плодових тіл їстівних грибів завжди перевищує у 10 разів, сягаючи 20–25 разів. Таким чином, для отримання нормативно-чистих сухих грибів необхідною є розробка спеціальних граничних рівнів питомої активності <sup>137</sup>Cs у свіжих плодових тілах, які підлягають висушуванню, диференційована за видами.

Окремо слід відзначити, що максимальні значення вмісту <sup>137</sup>Cs у зразках сухих грибів, отримані в результаті виробничого радіологічного контролю продукції лісового господарства Житомирської області, більш ніж на порядок нижчі, ніж виміряні в результаті наукових досліджень в цьому самому регіоні. Зокрема, значення питомої активності <sup>137</sup>Cs у сухих підберезниках, відібраних у Велідницькому л-ві (кв. 34, вид. 1) ДП «Словечанське ЛГ» дорівнювало  $9 \times 10^5$

---

---

Бк/кг, у свинушки тонкої –  $1,3 \times 10^6$  Бк/кг; у сухих польських грибах (*Xerocomus badius* (Fr.) Kuhnert), зібраних у Замисловицькому л-ві (кв. 3, вид. 1) ДП «Білокоровицьке ЛГ» –  $6 \times 10^5$  Бк/кг, у їжовику черепитчастому (*Hydnum imbricatum* L. ex Fr.) –  $9 \times 10^5$  Бк/кг.

### **Висновки**

1. Радіоактивне забруднення продукції побічного користування лісом у Житомирській області у 2011–2012 рр. головним чином визначав  $^{137}\text{Cs}$ , роль  $^{90}\text{Sr}$  була на порядок меншою.

2. Для всіх проаналізованих видів побічного користування виявлено, що частотний розподіл зразків в діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  є логнормальним, з вираженим лівостороннім ексцесом – в область менших значень.

3. Для всіх видів продукції виявлено суттєві відмінності мінімального та максимального значень вмісту  $^{137}\text{Cs}$ , середнього арифметичного значення, медіани та моди.

4. Виявлено, що перевищують чинні гігієнічні нормативи 27,61 % проаналізованих зразків свіжих ягід чорниць; 45,93 % – сухих ягід чорниць; 77,12–86,85% – лікарської сировини; 35,96% – свіжих грибів; 55,81% зразків сухих грибів.

5. Підтверджено обґрунтованість та дієвість «Рекомендацій з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення» [12] в частині заготівлі продукції побічного користування лісом.

### **Перспектива подальших досліджень**

Моніторинг радіоактивного забруднення продукції побічного користування лісом слід проводити не рідше 1 разу на 3-и роки, його результати порівнювати з такими, отриманими у попередній період. Це, з одного боку, дозволяє виявити обґрунтованість та дієвість «Рекомендацій з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення», а, з іншого, продемонструвати важливість харчових продуктів лісу, як джерел внутрішнього опромінення населення.

### **Література**

- 
- 
1. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді. – Гігієнічний норматив ГН 6.6.1.1-130-2006 [Текст]. – Видання офіційне. – Київ, 2006. – 22 с.
  2. Закон України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» [Текст] // Відомості Верховної Ради УРСР. – 1991. – № 16. – С. 200.
  3. Інструкція з відбору та підготовки зразків для радіометричного контролю продукції лісового господарства [Текст] / М.М. Калетник, М. П. Савуцик,

- В. П. Краснов, О. О. Орлов та ін.* – Київ: Державний комітет лісового господарства України, 1998. – 21с.
4. *Краснов В. П.* Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у недеревній продукції лісів України за даними багаторічного моніторингу в місцях випасу приватної худоби, заготовлві грибів та ягід навколо населених пунктів [Текст] / *В. П. Краснов, В. М. Турко, О. О. Орлов та ін.* // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Наук. праці Поліської ЛНДС. – Вип. 6. – Житомир: Волинь, 1999. – С. 7–11.
  5. *Краснов В. П.* Радиоэкология съедобных макромицетов [Текст] / *В. П. Краснов, А. А. Орлов, Т. В. Курбет.* – Житомир: Вид-во «Волинь», ПП «Рута», 2006. – 220 с.
  6. *Краснов В. П.* Радиоэкология ягодных растений [Текст] / *В. П. Краснов, А. А. Орлов* – Житомир: Волинь, 2004. – 264 с.
  7. *Краснов В. П.* Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у продукції лісового господарства Житомирської області за даними 2002–2004 рр. [Текст] / *В. П. Краснов, О. О. Орлов, В. П. Ландін та ін.* // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Вип. 5(11). – Житомир: Вид-во «Волинь», ПП «Рута», 2005. – С. 49–61.
  8. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.05.2008 р. № 240 «Про затвердження гігієнічного нормативу «Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у рослинній лікарській сировині (субстанції), що використовується для виготовлення лікарських засобів». – Київ, 2008. – 5 с.
  9. *Орлов А. А.* Радиоактивно загрязненные леса как критические ландшафты: радиоактивность пищевых продуктов и влияние на формирование дозы внутреннего облучения населения (аналитический обзор) [Текст] / *А. А. Орлов, В. П. Краснов, А. Л. Прищепя.* – Житомир: ЖИТИ, 2002. – 104 с.
  10. *Орлов О. О.* Використання прогнозного математичного моделювання для оцінки доз внутрішнього опромінення населення від харчових продуктів лісу [Текст] / *О. О. Орлов, В. М. Янчук, А. М. Ковальчук та ін.* // Антропогенно-змінене середовище України: ризики для здоров'я населення та екологічних систем. – Мат. міжнарод. конф. – Київ: Чорнобильінтерінформ, 2003. – С. 119–141.
  11. *Орлов О. О.* 2.2.4. Вирішення радіоекологічних проблем у лісовому господарстві [Текст] / *О. О. Орлов, В. П. Краснов, В. П. Ландін* // 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. – Національна доповідь України. – К.: Вид-во «КІМ», 2011. – С. 91–97.
  12. Рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения [Текст] / *В.П. Краснов, А.А. Орлов, С.П. Иркищенко и др.* / Под ред. *В.П. Краснова.* – К.: Аграрна наука, 1995. – 63 с.

- 
- 
13. Рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення [Текст] / *В. П. Краснов, О. О. Орлов, В. П. Ландін та ін.* – Київ, 2008. – 82 с.
  14. *Романчук Л. Д.* Вплив грибів на формування внутрішнього опромінення населення північної частини України [Текст] / *Л. Д. Романчук* // Вісник аграр. науки. – 2011. – № 3. – С. 44–47.
  15. *Романчук Л. Д.* Оцінка джерел надходження радіонуклідів до організму мешканців сільських територій Полісся України [Текст] / *Л. Д. Романчук.* – Автореф. дис. ... доктора с.-г. наук. – Житомир, 2011. – 40 с.
  16. *Ткачук В. І.* Радіоактивне забруднення <sup>137</sup>Cs недеревної продукції лісів в місцях заготівлі грибів, ягід та випасу приватної худоби навколо населених пунктів Житомирщини [Текст] / *В. І. Ткачук, Н. Н. Холод* // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Вип. 1(7). – Житомир: Волинь, 2000. – С. 72–80.
  17. *Урбах В. Ю.* Биометрические методы [Текст] / *В. Ю. Урбах.* – М.: Наука, 1964. – 415 с.
  18. *Холод Н. Н.* Радиологический контроль в лесном хозяйстве Житомирщины в 2000 году [Текст] / *Н. Н. Холод, А. Г. Дмитренко, А. Л. Прищепя, В. И. Ткачук* // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Вип. 2(8). – Житомир: Волинь, 2001. – С. 96–102.
  19. *Strand P.* Exposure doses from consumption of agricultural and semi-natural products / *P. Strand, M. Balonov, L. Skuterud et al.* // The radiological consequences of the Chernobyl accident: Proc. of the 1<sup>st</sup> Intern. Conf. (Minsk, Belarus, 18–22 March, 1996). – Luxembourg, 1996. – P. 261–269.
- 
-