

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}Cs та ^{90}Sr , а також побудовані гістограми розподілу зразків за діапазонами питомої активності ^{137}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}Cs . Для всіх видів дослідженої продукції показано, що частотний розподіл зразків у певних діапазонах питомої активності ^{137}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}Cs перевищувала 37 кБк/м² (1,0 Кі/км²) [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 багатопільове 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 УкрНДІЛГА 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}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}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}Cs перевищував допустимий рівень, а у 29,08% – згадане перевищення склало більше 10 разів. Максимальне значення питомої активності ^{137}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}Cs був логнормальним. Також зроблено висновок про те, що у 55,6% зразків свіжих ягід чорниць вміст ^{137}Cs перевищував гігієнічний норматив. Максимальне значення питомої активності ^{137}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}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 УкрНДЛГА. 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}Cs проводили гамма-спектрометрично на багатоканальному спектроаналізаторі СЕГ-001 «АКП-С» з сцинтиляційними детекторами БДЕГ-20-Р1 та БДЕГ-20-Р2, а ^{90}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}Cs та ^{90}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}Cs та ^{90}Sr у зразку;

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

Для кожного дослідженого виду продукції в програмі Excel були побудовані гістограми розподілу зразків у певних діапазонах питомої активності ^{137}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}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}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}Cs у свіжих ягід чорниць склало 417 ± 58 Бк/кг, медіана – 208 Бк/кг, мода – 71 Бк/кг.

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

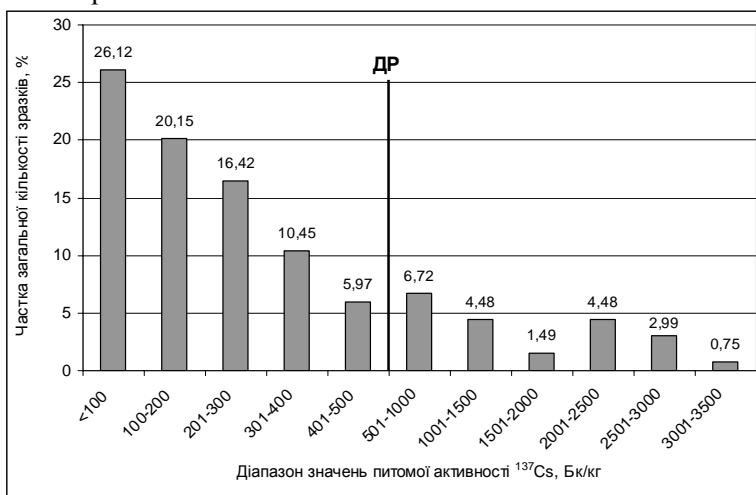


Рис. 1. Гістограма розподілу значень питомої активності ^{137}Cs у зразках свіжих ягід чорниць у 2011–2012 рр.

З даних рисунка 1 випливає, що розподіл значень питомої активності ^{137}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}Cs 3001–3500 Бк/кг – 0,75 %.

Згідно з чинними гігієнічними нормативами [1], допустимий вміст ^{137}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}Cs перевищував допустимий рівень. Таким чином, для решти зразків слід провести більш детальний аналіз, з залученням показника допустимого вмісту в них ^{90}Sr (50 Бк/кг) та розрахунком показника відповідності. Виявлено, що у зразках свіжих ягід чорниць з діапазонами питомої активності ^{137}Cs 301–400 Бк/кг та 401–500 Бк/кг діапазон вмісту ^{90}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}Cs 380 Бк/кг та одночасно питому активність ^{90}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}Cs 401–500 Бк/кг та ^{90}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}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}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}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}Cs спостерігалось у Білокоровицькому л-ві (кв. 67, вид. 31) ДП «Білокоровицьке 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}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}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}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}Cs у сухих ягодах чорниць дорівнювало 3046 ± 289 Бк/кг, медіана – 1540 Бк/кг, мода – 2100 Бк/кг.

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

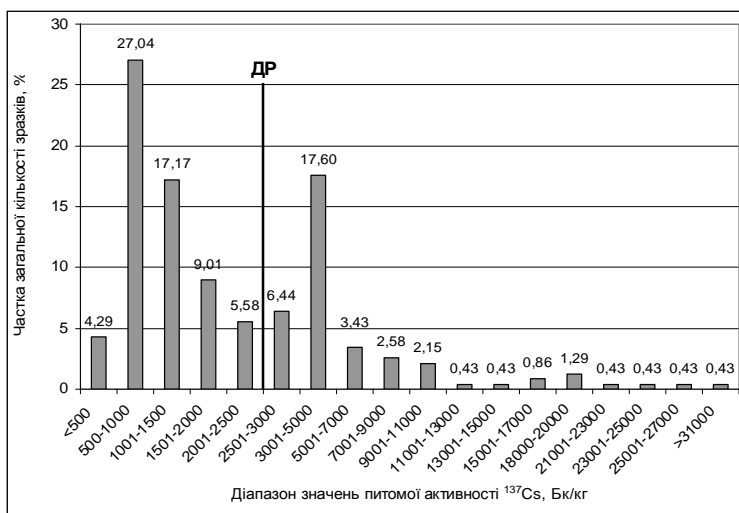


Рис. 2. Гістограма розподілу значень питомої активності ^{137}Cs у зразках сухих ягід чорниць у 2011–2012 рр.

Аналіз даних рисунка 2 дозволяє дійти до висновку, що розподіл зустрічності зразків у досліджених діапазонах питомої активності ^{137}Cs є логнормальним, з лівостороннім ексцесом в область нижчих значень. Максимальною частотою зустрічності характеризуються зразки сухих ягід чорниць у діапазонах питомої активності ^{137}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}Cs – >21000 Бк/кг – по 0,43 %.

Згідно з чинними гігієнічними нормативами [1], допустимий вміст ^{137}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}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}Sr (250 Бк/кг) та розрахунком показника відповідності [1]. Виявлено, що у зразках сухих ягід чорниць з діапазонами питомої активності ^{137}Cs 1501–2000 Бк/кг та 2001–2500 Бк/кг діапазон вмісту ^{90}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}Cs 1700 Бк/кг та одночасно питому активність ^{90}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}Cs 2000 Бк/кг та ^{90}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}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}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}Cs у лікарській сировині по всьому масиву даних 2011–2012 рр. дорівнювало 2535 ± 215 Бк/кг, медіанне значення – 1290 Бк/кг, мода – 1300 Бк/кг. Проте, якщо з цього масиву даних виключити види-сильні накопичувачі ^{137}Cs , зокрема, пагони та ягоди чорниць, пагони багна болотного (*Ledum palustre* L.), ситуація значно покращиться – середнє значення питомої активності ^{137}Cs дорівнюватиме 1384 ± 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}Cs суттєво відрізнялася, а загальний характер розподілу був логнормальним, з лівобічним ексцесом в область низьких та середніх значень питомої активності ^{137}Cs . Максимальною частотою зустрічності характеризувалися зразки лікарської сировини з діапазоном питомої активності ^{137}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}Cs не повинен перевищувати 600 Бк/кг, ^{90}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}Cs становить 500 Бк/кг, а ^{90}Sr – 200 Бк/кг.

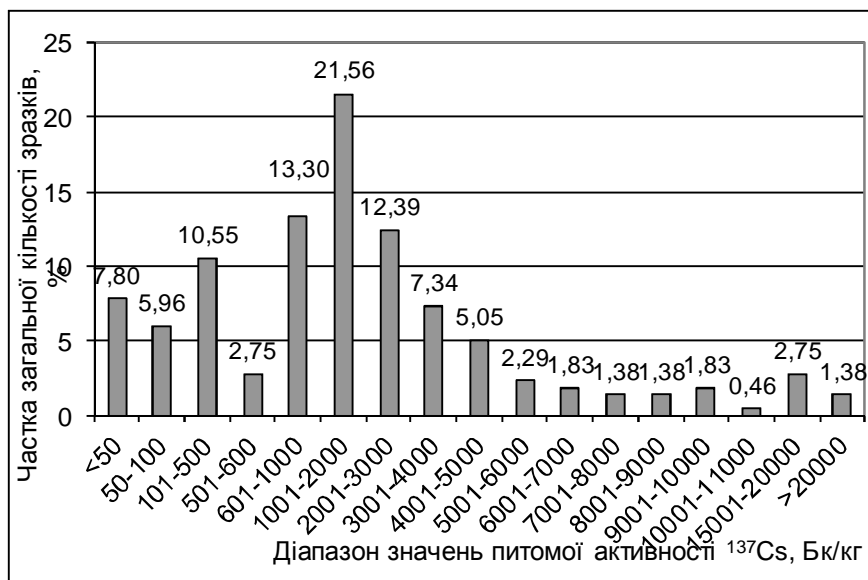


Рис. 3. Гістограма розподілу значень питомої активності ^{137}Cs у зразках дикорослої рослинної лікарської сировини у 2011–2012 рр.

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

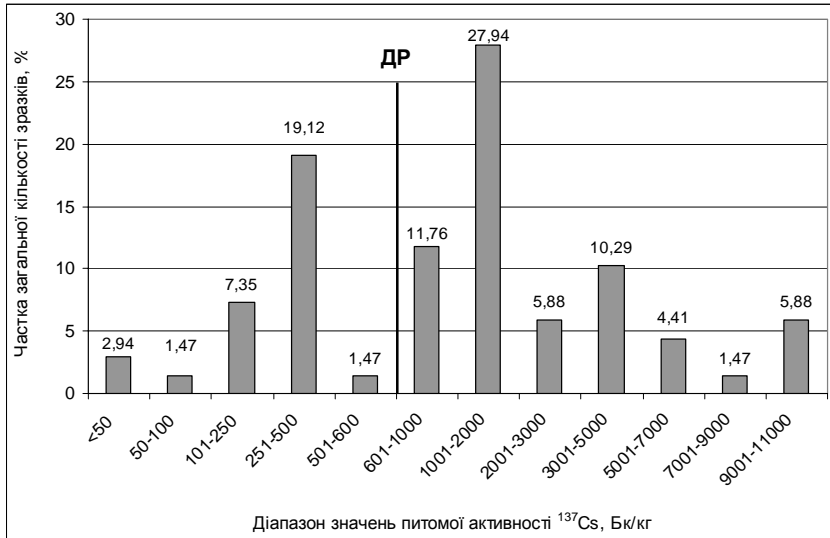


Рис. 4. Гістограма розподілу значень питомої активності ^{137}Cs у зразках дикорослої рослинної лікарської сировини з допустимим вмістом ^{137}Cs 600 Бк/кг



Рис. 5. Гістограма розподілу значень питомої активності ^{137}Cs у зразках дикорослої рослинної лікарської сировини з допустимим вмістом ^{137}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}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}Cs [6]. Максимальне перевищення допустимого вмісту ^{137}Cs в цій групі лікарської сировини було зафіксовано у зразку пагонів чорниць – 18,3 раза. У лікарській сировині в діапазонах питомої активності ^{137}Cs 251–500 Бк/кг фактичний вміст ^{90}Sr коливався у межах 50–100 Бк/кг. Розрахунки продемонстрували, що з урахуванням вмісту ^{90}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}Cs та ^{90}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}Cs перевищувала гігієнічний норматив, головним чином, за рахунок зразків сухих ягід чорниць, які, як і олистяні пагони цього виду, є сильними накопичувачами ^{137}Cs . Максимальне перевищення допустимого вмісту ^{137}Cs , зафіксоване у сухих ягід чорниць, дорівнювало 63 рази. Аналіз вмісту ^{137}Cs у різних видах лікарської сировини цієї групи дозволив виявити загальну закономірність: високим вмістом ^{137}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}Cs 251–500 Бк/кг фактичний вміст ^{90}Sr коливався у межах 60–120 Бк/кг. Розрахунки продемонстрували, що з урахуванням вмісту ^{90}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}Cs та ^{90}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, сиріожками (*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}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}Cs у 12,26 раза. У 2012 р. мінімальна питома активність ^{137}Cs була виміряна у свіжих плодових тілах сиріожок, зібраних у Малоцвілянському л-ві (кв. 64) ДП «Новоград-Волинське ДЛМГ» – 10 Бк/кг, а максимальна – також у свіжих плодових тілах сиріожок, 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}Cs у плодових тілах грибів дорівнювало 821 ± 156 Бк/кг, медіана – 277 Бк/кг, мода – 490 Бк/кг.

Виявлено, що у 35,96% зразків свіжих грибів (рис. 6) вміст ^{137}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}Cs [5], – опеньком осіннім, підосиковиком, лисичкою справжньою.

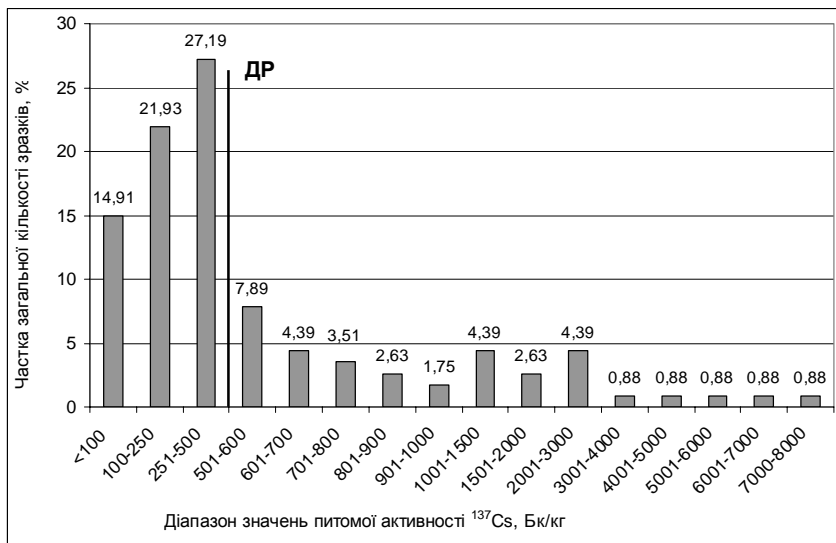


Рис. 6. Гістограма розподілу значень питомої активності ^{137}Cs у зразках свіжих грибів, проаналізованих у 2011–2012 рр.

Аналіз частотного розподілу значень питомої активності ^{137}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}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}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}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}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}Cs перевищував допустимий рівень (2500 Бк/кг) [1]. Визначено, що в об'єднаному масиві даних 2011–2012 рр. середнє арифметичне значення питомої активності ^{137}Cs у сухих грибах дорівнювало 7072 ± 1053 Бк/кг, медіана – 3470 Бк/кг, мода – 1860 Бк/кг.

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

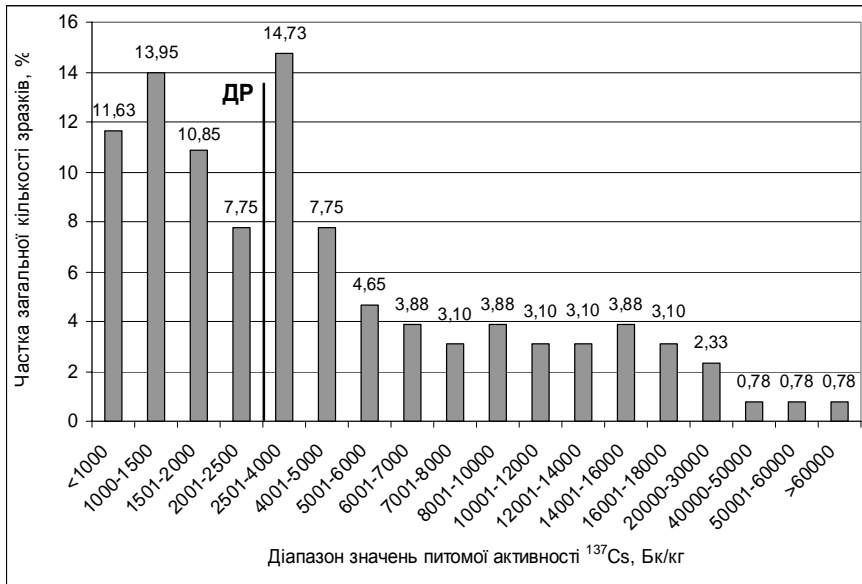


Рис. 7. Гістограма розподілу значень питомої активності ¹³⁷Cs у зразках сухих грибів, проаналізованих у 2011–2012 рр.

З рисунка 7 випливає, що максимальною частотою зустрічності характеризуються зразки з діапазонами питомої активності ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs у свіжих плодових тілах, які підлягають висушуванню, диференційована за видами.

Окремо слід відзначити, що максимальні значення вмісту ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs у сухих підберезниках, відібраних у Велідницькому л-ві (кв. 34, вид. 1) ДП «Словечанське ЛГ» дорівнювало 9×10^5

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» – 6×10^5 Бк/кг, у їжовику черепитчастому (*Hydnum imbricatum* L. ex Fr.) – 9×10^5 Бк/кг.

Висновки

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

2. Для всіх проаналізованих видів побічного користування виявлено, що частотний розподіл зразків в діапазонах питомої активності ^{137}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}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}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.
 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}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}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}Cs та ^{90}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. Иркиенко 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 ^{137}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 1st Intern. Conf. (Minsk, Belarus, 18–22 March, 1996). – Luxembourg, 1996. – P. 261–269.
-
-