

УДК 614.876:355.58

*Попов В.М., канд. техн. наук, проректор, НУЦЗУ,
Ромін А.В., канд. техн. наук, заст. нач. фак., НУЦЗУ,
Фесенко Г.В., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ*

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ІНДИВІДУАЛІЗОВАНОЇ ЕФЕКТИВНОЇ ДОЗИ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ВІД ЯГІД ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ЛІСОРОСЛИННИХ УМОВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

(представлено д-ром фіз.-мат. наук Яковлевим С.В.)

Наведені результати оцінки індивідуалізованої ефективної дози внутрішнього опромінення населення критичної групи від ягід чорниці. Визначені граничні маси ягід чорниці, що можуть споживатися населенням територій з різною активністю радіонукліду Cs-137 в ґрунті свіжих і вологих борів.

Ключові слова: індивідуалізована ефективна доза внутрішнього опромінення, критична група, гранична межа

Постановка проблеми. Аварія на Чорнобильській АЕС призвела до значного радіоактивного забруднення лісів України. У лісових масивах, внаслідок їх структури та будови, накопичилось більше радіоактивних елементів ніж на відкритих площах. Це, в свою чергу, визначило ліси як «критичну територію» з огляду можливих радіаційних дозових навантажень при використанні продукції лісового господарства [1-5]. Значними рівнями накопичення радіоактивних елементів, разом з їстівними грибами, відрізняються найбільш розповсюджені ягідні рослини Полісся України – чорниця, лохина (буяхи), брусниця та журавлина, частка яких у раціоні критичних груп населення внаслідок економічної кризи значно зросла. Це призвело до того, що спожиті радіоактивно забруднені ягоди формують до 60% індивідуалізованої річної ефективної дози внутрішнього опромінення (ІРЕДВО). Проведені дослідження вказують на значні розбіжності у коефіцієнтах переходу радіонуклідів у ягоди (КПРЯ) для різних типів лісорослинних умов (ТЛУ), що потребує обов'язкового врахування даних особливостей при вирішенні таких актуальних задач, як прогнозування ІРЕДВО населення критичних груп та визначення граничної межі споживання «дарів лісу». Отримані в ході вирішення даних задач радіаційні характеристики необхідні для планування

Попов В.М., Ромін А.В., Фесенко Г.В.

дієвих контрзаходів по захисту населення і уточнення (корегування) напрямків реабілітації радіоактивно забруднених територій [6], а також ефективного ведення лісового господарства на них у відповідності з вимогами [5,7,8].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Тривалий час публікаціям, присвяченим зазначеним проблемам, бракувало наявності в них достатньо обґрунтованих КПРЯ у зв'язку з недостатньою кількістю досліджень та якістю їх проведення [1,8]. На даному етапі результати досліджень подаються у вигляді довідкових таблиць, представлених, зокрема в [5]. Дані таблиці і будуть використовуватись авторами для уточнення ІРЕДВО населення критичної групи.

Постановка завдання та його вирішення. Автори, використовуючи отримані дані про КПРЯ, пропонують свій підхід до оцінки ІРЕДВО населення критичної групи за рахунок ягід чорниці, що збираються для вжитку на ґрунтах різних ТЛУ зони гарантованого добровільного відселення (зони З) [9]. При цьому до розгляду прийняті КПРЯ по Cs-137, що є у відповідності з [1-8] основним дозоутворюючим радіонуклідом у теперішній час на території лісів Поліського регіону.

З урахуванням [6,11] автори проводили дослідження, користуючись наступною базовою формулою розрахунку ІРЕДВО

$$E_{Cs-137} = M_{ягід} \cdot k_{обр} \cdot C_{Cs-137} \cdot 37 \cdot 10^3 \frac{\text{Бк/м}^2}{\text{Кі/км}^2} \cdot \sum_{i=1}^n k_i \cdot \sum_{j=1}^m k_{ji} \cdot КП_{ji} \cdot h_j, \text{Зв}$$

де: $M_{ягід}$ - маса ягід, яку споживає протягом року група населення, що розглядається, кг; $k_{обр}$ - коефіцієнт зниження вмісту Cs-137 у готових до вживання ягодах у порівнянні із зібраними внаслідок їхньої кулінарної обробки, відн. од.; C_{Cs-137} - активність Cs-137 у ґрунті в рік, що розглядається, Кі/км^2 (щільність забруднення території); k_i - вагова частка ягід i -го виду у повному «ягідному кошику», що споживається даною групою населення, відн. од.; k_{ji} - відношення площі j -го ТЛУ до сумарної площі лісових земель, що використовуються для збору ягід i -го виду, відн. од; $КП_{ji}$ - коефіцієнт переходу Cs-137 з ґрунту j -го ТЛУ до ягід i -го виду, $\text{м}^2/\text{кг}$;

$37 \cdot 10^3 \frac{\text{Бк/м}^2}{\text{Кі/км}^2}$ - коефіцієнт переходу від Кі/км^2 до Бк/м^2 ; h_j - дозовий коефіцієнт для переходу від надходження радіонуклідів з їжею до значення ефективної дози, Зв/Бк .

Розрахунки були проведені для наступних ТЛУ: A_2 (свіжі бори) та A_3 (вологі бори), у якості способу кулінарної обробки розглядалось миття ягід ($k_{обр} = 0,9$). Параметр C_{Cs-137} записаний з розмірністю Кі/км^2 для зручності введення вихідних даних, оскільки при визначенні зон радіоактивного забруднення у Законі [9] використана така розмірність. Отримання результатів у зручному для аналізу вигляді у Зв досягається введенням перевідного коефіцієнту. Результати розрахунків представлені на рис. 1, 2.

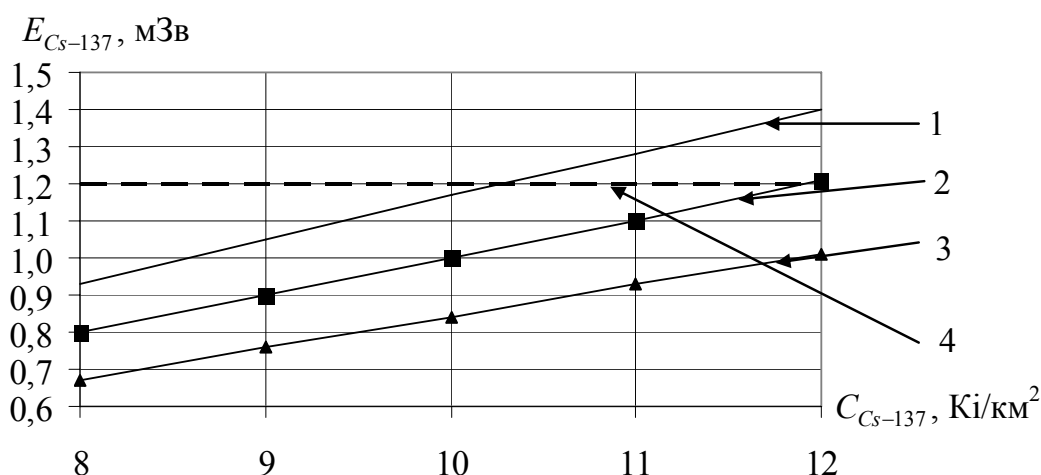


Рис. 1 – Графік залежності ІРЕДВО населення критичної групи при вживанні протягом року двадцятьох кілограмів митих ягід чорниці, зібраних в зоні гарантованого добровільного відселення, від активності Cs-137 в ґрунті: 1- 20% ягід зібрано на ґрунтах A_2 , 80% - на ґрунтах A_3 ; 2 - 50% ягід зібрано на ґрунтах A_2 , 50% - на ґрунтах A_3 ; 3 - 80% ягід зібрано на ґрунтах A_2 , 20% - на ґрунтах A_3 ; 4 – встановлена гранична межа ІРЕДВО за рахунок ягід.

При визначенні встановленої для досліджень граничної межі ІРЕДВО за рахунок ягід кількістю 1,2 мЗв автори виходили з середнього для зони гарантованого добровільного відселення значення загальної індивідуалізованої ефективної дози опромінення, яке дорівнює 3 мЗв, а також результатів досліджень, що вказують, що для населення критичної групи 80% загальної річної ефективної дози опромінення формується за рахунок ІРЕДВО, яка в свою

чергу на 80% складається з ІРЕДВО від «дарів» лісу», причому 60% - з ІРЕДВО за рахунок ягід.

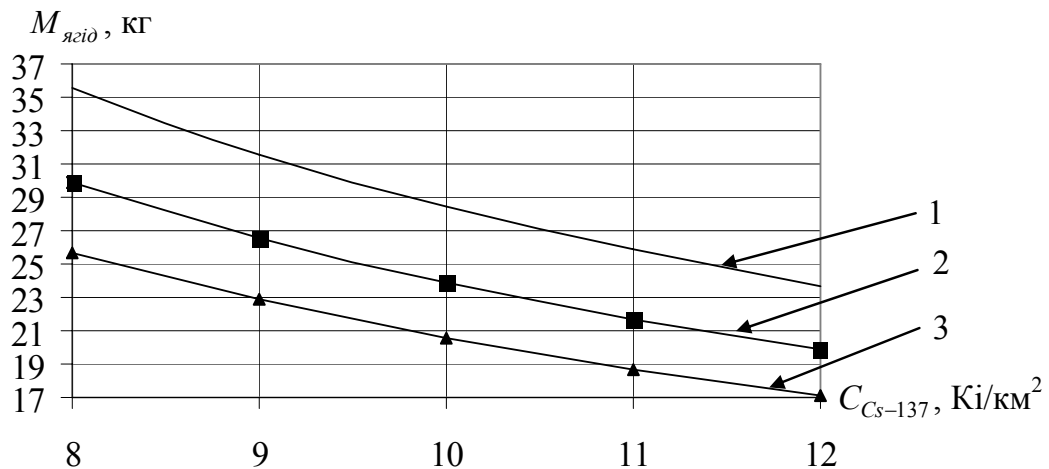


Рис. 2 – Графік залежності можливої для споживання одним представником населення критичної групи маси митих ягід чорниці, зібраних в зоні гарантованого добровільного відселення, від активності Cs-137 в ґрунті, якщо встановлена гранична межа ІРЕДВО за рахунок ягід складає 1,2 мЗв: 1- 20% ягід зібрано на ґрунтах А₂, 80% - на ґрунтах А₃; 2 - 50% ягід зібрано на ґрунтах А₂, 50% - на ґрунтах А₃; 3 - 80% ягід зібрано на ґрунтах А₂, 20% - на ґрунтах А₃.

Аналіз наведених графіків дозволяє зробити висновок, що для розглянутих ТЛУ найбільш небезпечними для споживання є ягоди чорниці, зібрані у вологих борах А₃. Так, наприклад, якщо у вологих борах з щільністю забруднення $C_{Cs-137} = 10,3$ Ки/м² і більше збирається 80% всіх зібраних ягід чорниці (варіант збору №1), то при вживанні двадцяти кілограмів таких ягід, має місце перевищення граничної межі ІРЕДВО, а при $C_{Cs-137} = 12$ Ки/м² ІРЕДВО на 0,39 мЗв є більшою, ніж для випадку, коли у вологих борах збирається лише 20% ягід, а решта – у свіжих борах. Слід також відзначити, що максимальна можлива маса зібраних у свіжих борах ягід чорниці, яка може споживатися одним представником населення критичної групи протягом року при щільності забруднення $C_{Cs-137} = 8$ Ки/м², складає 35,6 кг, а в разі збирання цих ягід у вологих борах – лише 25,7 кг, тобто майже на 5 кг менше.

Висновки. Проведені оцінки ІРЕДВО населення критичної групи за рахунок споживання митих ягід чорниці показали, що при однаковій активності Cs-137 в ґрунті, їх збирання доцільно

проводити у ТЛУ, що характеризуються більш сухими ґрунтами. У статті показано, що ягоди, переважно зібрані у вологих борах (80% від усіх ягід чорниці) при $C_{Cs-137} = 12 \text{ Кі/м}^2$ забезпечують ІРЕДВО на 0,39 мЗв більше, ніж у разі їх збирання переважно у свіжих борах (80 % від усіх ягід чорниці). Також показана можливість збільшення річної маси споживання ягід чорниці за рахунок переходу до їх збору у ТЛУ з більш сухими ґрунтами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лихтарев И.А. Общая структура Чернобыльского источника и дозы облучения населения Украины / И.А. Лихтарев, Л.Н. Ковган // Международный журнал радиационной медицины. - 1999. - №1(1). - С. 29–34.
2. Карачов І.І. Проблеми радіоактивного забруднення харчових продуктів лісу і внутрішнє опромінення населення [Електронний ресурс]/ І.І. Карачов // Проблеми харчування. - 2006. - № 1. - Режим доступу до журналу: http://www.medved.kiev.ua/arhnutr/art_2006/n06_1_2.htm.
3. Краснов В.П. Радиоэкология ягодных растений /В.П. Краснов, А.А. Орлов. – Житомир: Волянь, 2004. – 263 с.
4. Прикладная радиоэкология леса /[В.П. Краснов, А.А. Орлов, В.А. Бузун, В.П. Ландин]. - Житомир: Полесье, 2007. – 680 с.
5. Рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення територій. – Київ: МНС України, 2008. – 106 с. – (Нормативний документ МНС України. Рекомендації).
6. Проблемы радиационной реабилитации загрязненных территорий / [Ю.М. Жученко, В.С. Аверин, С.К. Фирсакова и др.]; под ред. В.Ю. Агеева. - Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2001. - 250 с.
7. Руководство по ведению лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения от аварии на Чернобыльской АЭС (Утверждено Приказом Рослесхоза № 40 от 31.03.1997 г.). [Электронный ресурс]. - (Нормативный документ Рослесхоза. Руководство). – Режим доступа: <http://www.forest.ru/rus/legislation/laws>.
8. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения (Введены в действие Постановлением Минлесхоза Республики Беларусь №1 от 15.01.2001 г.) [Электронный ресурс]. - (Нормативный документ Беллесхоза. Правила). –

Режим доступа:

<http://www.zakon2006.by.ru/part14/doc23959.shtm>.

9. Про правовой режим территории, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи: Закон України від 27.02.1991 р., № 791 а – XII [Електронний ресурс].- (Нормативний документ Верховної Ради України. Закон). – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws>.
10. Реконструкция и прогноз доз облучения населения, проживающего на территориях Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии ЧАЭС (Методика-97) - К., 1998. – 79 с. - (Нормативный документ МОЗ и МЧС Украины. Инструктивно-методические указания).
11. Реконструкция средней (индивидуализированной) накопленной эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Дополнение 2 к МУ 2.6.1.579-96» (МУ 2.6.1.2004-05). – М., 2005. – 16 с. - (Нормативный документ МОЗ и МЧС России. Методические указания).

Попов В.М., Ромин А.В., Фесенко Г.В.

Особенности оценки индивидуализированной эффективной дозы внутреннего облучения населения от ягод для различных типов лесорастительных условий радиоактивно загрязненных территорий

Приведены результаты оценки индивидуализированной эффективной дозы внутреннего облучения населения критических групп от ягод черники. Определены граничные массы употребляемых ягод черники с разной активностью радионуклида Cs-137 в грунте свежих и влажных боров.

Ключевые слова: индивидуализированная эффективная доза внутреннего облучения, критическая группа, граничный уровень

Popov V.M., Romin A.V., Fesenko G.V.

Features of an estimation of the individualized effective dose of an internal irradiation of the population from berries for various types of wood vegetation conditions of radioactive polluted territories

Results of an estimation of the individualized effective dose of an internal irradiation of the population of critical groups from bilberry berries are resulted. Boundary weights of used berries of a bilberry with different activity Cs-137 in a ground of fresh and damp pine forests are defined.

Key words: effective dose of an internal irradiation, critical group, edge level