

СКИБА В.В., канд. с.-г. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

ФОРМУВАННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ДОЗИ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ПРИ СПОЖИВАННІ РИБОПРОДУКЦІЇ, ВИРОЩЕНОЇ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ

Досліджено накопичення штучних довгоживучих радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в продукції рибництва, вирощеної в умовах третьої зони Лісостепу південної частини Київської області. Проведено розрахунок формування еквівалентної дози внутрішнього опромінення населення при споживанні рибопродукції, вирощеної в умовах радіоактивного забруднення водойм.

Ключові слова: опромінення, цезій, стронцій, продукція рибництва, радіоактивне забруднення, водойми.

В останні роки розвиток ставкового рибництва в Україні набуває більших масштабів за рахунок відновлення рибоводних господарств. Нерідко водойми цих господарств знаходяться в умовах радіаційного забруднення. При цьому регламентується, що рибогосподарська діяльність здійснюється на радіоактивно забруднених територіях зі щільністю забруднення ^{137}Cs не більше 555 кБк/м^2 [3].

Ведення рибництва вимагає утворення штучно створених водних екосистем – рибоводних ставків різного призначення. Основними компонентами останніх є природні води, водна рослинність, ґрунтові донні відкладення та різноманітні гідробіоти. Біотичні та абіотичні компоненти водойм утворюють між собою трофічний ланцюг, по ланках якого радіонукліди ^{137}Cs і ^{90}Sr досить легко залучаються у біогенну міграцію й накопичуються в організмі риби.

Прісноводна риба, яка вирощена в умовах радіоактивного забруднення, як продукт харчування людини, виступає джерелом надходження до організму ^{137}Cs і ^{90}Sr та є фактором його додаткового внутрішнього опромінення. Формування дози внутрішнього опромінення нині на думку провідних радіобіологів на 80 – 95% зумовлено радіонуклідами, що надходять з продуктами харчування [4].

Величиною оцінки впливу радіації на організм людини у загальному виступає еквівалентна доза внутрішнього опромінення. При споживанні риби, що містить радіонукліди, еквівалентна доза опромінення буде залежати від питомої активності ^{137}Cs і ^{90}Sr у рибній продукції та кількості спожитої риби за рік.

Метою роботи було проведення розрахунків щодо визначення еквівалентної дози внутрішнього опромінення при споживанні прісноводної риби, вирощеної в умовах третьої зони радіоактивного забруднення. Ця робота є продовженням наших досліджень щодо радіоекологічного моніторингу водойм, розташованих у третій, четвертій зонах радіоактивного забруднення та умовно чистих територій Лісостепової зони [1, 2].

Матеріал та методика досліджень. Робота виконана в умовах рибоводного господарства Таращанського району Київської області ЗАТ "Таращаплемсільрибгосп", де розташований каскад водойм, які за місцем знаходження по рівню радіоактивного забруднення належать до умовно чистих територій, четвертої та третьої зон. Для досліджень відібрали рибу, вирощену в ставах, що розташовані в третій зоні радіоактивного забруднення, наступних видів: короп, білий товстолобик, строкатий товстолобик, білий амур, карась сріблястий, окунь та звичайна щука. Нагульні ставки розташовані на території зі щільністю забруднення по ^{137}Cs , яке становить від 12,17 до 226,55 кБк/м^2 , а по ^{90}Sr – від 4,94 до 21,78 кБк/м^2 [5].

У відібраних пробах риби проведено визначення активності ^{137}Cs на сцинтиляційному гамма-спектрометричному тракті, активність ^{90}Sr визначали після радіохімічного виділення оксалатним методом на сцинтиляційному бета-спектрометричному тракті на УСК «Гамма Плюс».

Оцінка риби на відповідність критеріям радіаційної безпеки проводилася згідно з Державними гігієнічними нормативами "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді" (ДР-2006) [5]. Вирощена риба вважається придатною до використання на продовольчі цілі, якщо показник відповідності критеріям радіаційної безпеки (В) за активністю ^{137}Cs та ^{90}Sr не буде перевищувати 1, тобто

$$B + 0,6 \Delta B \leq 1,0 \quad , \quad (1)$$

де B – показник відповідності харчових продуктів критеріям радіаційної безпеки;

ΔB – абсолютна похибка показника відповідності;

0,6 – коефіцієнт, розрахований для достовірності контролю, що характеризується довірчою імовірністю 0,95.

При цьому показник відповідності (B) розраховувався за результатами вимірювань питомих активностей ^{137}Cs і ^{90}Sr у рибі за формулою:

$$B = \frac{A_{Cs}}{\ddot{A}D_{Ns}} + \frac{A_{Sr}}{\ddot{A}D_{Sr}}, \quad (2)$$

де A_{Cs} , A_{Sr} – результати вимірювань питомих активностей ^{137}Cs і ^{90}Sr у зразку риби;

DP_{Cs} та DP_{Sr} – нормативи вмісту ^{137}Cs і ^{90}Sr у рибі, що досліджувалася;

Абсолютна похибка відповідності (ΔB) розраховувалася за формулою:

$$\Delta B = k_p \sqrt{\left(\frac{\Delta A_{Cs}}{\ddot{A}D_{Cs}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta A_{Sr}}{\ddot{A}D_{Sr}}\right)}, \quad (3)$$

де k_p – коефіцієнт, що для довірчої імовірності 0,95 та невідомого закону розподілу дорівнює 1,1;

ΔA_{Cs} , ΔA_{Sr} – абсолютні похибки вимірювань питомих активностей ^{137}Cs і ^{90}Sr ;

DP_{Cs} та DP_{Sr} – нормативи вмісту ^{137}Cs і ^{90}Sr у рибі, що досліджувалася.

Розрахунок ефективної дози внутрішнього опромінення (D) виконується за формулою:

$$D = K_{Cs} \times m \times A_{Cs} + K_{Sr} \times m \times A_{Sr}, \quad (4)$$

де K_{Cs} і K_{Sr} – значення дозових коефіцієнтів для Cs ($K_{Cs} = 1,0 \times 10^{-8}$ Зв/Бк) та для ^{90}Sr ($K_{Sr} = 3,7 \times 10^{-8}$ Зв/Бк) [1].

m – кількість споживання риби, кг;

A_{Cs} , A_{Sr} – значення питомих активностей цезію-137 і стронцію-90 в 1 кг риби, Бк/кг.

Результати досліджень та їх обговорення. Згідно з Державними гігієнічними нормативами "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді" (ДР-2006) у рибі питома активність ^{137}Cs не повинна перевищувати 150 Бк/кг, а ^{90}Sr – 35 Бк/кг. Вирощена риба буде придатною до використання на продовольчі цілі, якщо показник відповідності риби критеріям радіаційної безпеки (B) за активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr не буде перевищувати 1.

Використавши дані наших попередніх досліджень щодо вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у прісноводних рибах, ми провели розрахунки відповідності вмісту цих радіонуклідів у рибі з ДР – 2006. Результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники відповідності різних видів ставкової риби критеріям радіаційної безпеки за активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr

Вид риби	Номер ставу, з якого виловлено рибу							
	6	5	5a	4	3	1	1a	1б
	Показник відповідності (В)							
Короп	0,22	0,16	0,20	0,25	0,16	0,28	0,21	0,15
Білий товстолобик	0,13	—	—	0,16	0,11	0,19	0,14	0,09
Строкатий товстолобик	0,17	0,13	0,13	0,19	—	0,23	—	—
Білий амур	0,17	—	—	0,18	—	0,21	—	—
Карась сріблястий	0,20	—	—	0,22	—	0,25	—	—
Окунь	0,09	—	—	0,12	—	0,14	—	—
Звичайна щука	0,11	—	—	0,13	—	0,16	—	—

Дані таблиці 1 показують, що в цілому при визначеній раніше питомій активності ^{137}Cs у вирощеній рибі, яка становить не більше 5,76 Бк/кг, а ^{90}Sr – 8,6 Бк/кг, показник відповідності (В) буде складати в межах 0,11–0,28. Це свідчить про те, що рибу, вирощену у ставках господарства, розташованих у третій зоні – зоні гарантованого добровільного відселення, можна використовувати на продовольчі цілі.

Однак, незважаючи на відповідність риби критеріям безпеки, її споживання буде мати певний внесок у річну дозу внутрішнього опромінення споживачів. Для врахування ефектів біологічної дії різних видів іонізуючих випромінювань використовується поняття еквівалентна доза. За одиницю еквівалентної дози в системі СІ прийнято зіверт (Зв). Зіверт (Зв) – це така кількість енергії будь-якого виду іонізуючих випромінювань, поглинута 1 кг біологічної тканини, при якій спостерігається такий самий біологічний ефект, що й при поглинутій дозі в 1 Гр контрольного випромінювання. Згідно з державними гігієнічними нормативами «Норми радіаційної безпеки України» (НРБУ-97), встановлений ліміт ефективної дози за рік для населення, який не повинен перевищувати 1 мЗв/рік (0,1 бер).

Використавши формулу (4), нами було проведено розрахунок еквівалентної дози внутрішнього опромінення при споживанні 1 кілограма ставкової риби різних видів, яка вирощена в умовах третьої зони радіоактивного забруднення. Отримані результати наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Показники ефективної дози внутрішнього опромінення при споживанні 1 кілограма різних видів ставкової риби, мЗв

Вид риби	Номер ставу, з якого виловлено рибу							
	6	5	5a	4	3	1	1a	1б
Короп	0,00027	0,00019	0,00024	0,00031	0,00020	0,00035	0,00018	0,00026
Білий товстолобик	0,00016	—	—	0,00019	0,00013	0,00023	0,00011	0,00017
Строкатий товстолобик	0,00021	0,00016	0,00016	0,00023	—	0,00028	—	—
Білий амур	0,00021	—	—	0,00022	—	0,00026	—	—
Карась сріблястий	0,00024	—	—	0,00026	—	0,00031	—	—
Окунь	0,00012	—	—	0,00015	—	0,00018	—	—
Звичайна щука	0,00015	—	—	0,00017	—	0,00020	—	—

Результати таблиці 2 показують, що риба навіть одного виду залежно від ставу де вона вирощена характеризується різними показниками ефективної дози внутрішнього опромінення при споживанні 1кг риби. При цьому щодо видових особливостей, то слід відмітити, що при

споживанні коропа, який є основною товарною рибою даного господарства, показники ефективної дози внутрішнього опромінення людини від 1кг найвищі порівняно з іншими видами риб. Хижі види риб – окунь та щука характеризуються відносно меншими показниками ефективної дози внутрішнього опромінення людини при їх споживанні, що пояснюється меншим накопиченням даних радіонуклідів цими видами риб через особливості їхнього кормового раціону.

Отже, вклад в дозу опромінення людини при споживанні одного кілограма риби вирощеної в умовах третьої зони радіоактивного забруднення даного рибогосподарства буде становити від 0,011 до 0,035% від річної еквівалентної дози опромінення. Однак, виходячи з того, що окремі групи населення можуть споживати значні кількості ставкової риби, це необхідно враховувати при оцінці джерел внутрішнього опромінення організму людини радіонуклідами.

Висновки. Ведення рибництва на забруднених після аварії на Чорнобильській АЕС територіях зобов'язує оцінювати сучасний радіоекологічний стан за активністю радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr .

Прісноводна риба, як продукт харчування, є джерелом надходження ^{137}Cs і ^{90}Sr в організм людини та впливає на формування ефективної дози внутрішнього опромінення.

Вклад в дозу опромінення людини при споживанні 1 кг різних видів ставкової риби, вирощеної в умовах водойм, які знаходяться в третій зоні радіоактивного забруднення, складає від 0,011 до 0,035% від граничної річної еквівалентної дози на рік для населення (1 мЗв).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Беляев В.В. Определение скорости поступления ^{90}Sr и ^{137}Cs в организм пресноводных рыб / В.В. Беляев, Е.Н. Волкова, В.В. Скиба // Гидробиол. журн., Т.47, № 4, 2011. – С. 112 – 120.
2. Розпутній О.І. Радіоекологічний моніторинг сучасного стану водних екосистем лісостепової зони України / О.І. Розпутній, В.В. Скиба // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Сбалансованное природопользование: современный взгляд, тенденции и перспективы" 17 – 19 мая 2010 г. г. Херсон – 2010. – С. 163 – 165.
3. Пашутинський Є.К. Чорнобильська катастрофа та подолання її наслідків: нормативні документи / Є.К. Пашутинський – К., 2007. – 312 с.
4. Волкова О. Радіонукліди у гідробіонтах прісноводних екосистем / О. Волкова, В. Беляєв // Біомедична електроніка та фізичні методи в екології: Всеукр. наук. семінар, 13 – 16 вересня 2007 р.: тези доповіді. – Львів, 2007. – С. 61.
5. Скиба В.В. Міграція ^{137}Cs і ^{90}Sr в ґрунтах прибережної території водних екосистем на радіоактивно забруднених територіях Лісостепу України / В.В. Скиба // Тези міжнародна конференція "Радіобіологічні та радіоекологічні аспекти Чорнобильської катастрофи". М. Славутич, 11 – 15 квітня 2011р. – Фітосоціоцентр, 2011. – 185 с.

Формирование эквивалентной дозы внутреннего облучения населения при потреблении рыбопродукции, выращенной в условиях радиоактивного загрязнения водоемов

В.В. Скиба

Исследованы накопления искусственных долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукции рыбоводства, выращенной в условиях третьей зоны радиационного загрязнения Лесостепи южной части Киевской области. Проведен расчет формирования эквивалентной дозы внутреннего облучения населения при потреблении рыбопродукции, выращенной в условиях радиоактивного загрязнения водоемов.

Ключевые слова: облучение, цезий, стронций, продукция рыбоводства, радиоактивное загрязнение, водоемы.

The formation of an equivalent dose of internal irradiation of population with consumption of fish products, grown under conditions of radioactive contamination of water bodies

V. Skyba

Investigated the accumulation of man-made long-lived radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in fish farming products grown in the third zone of radioactive contamination southern forest-steppe region of Kiev. The calculation of the formation of an equivalent dose of internal irradiation of population with consumption of fish grown in conditions of radioactive contamination of water bodies.

Key words: irradiation, cesium, strontium, fish culture production, contamination, water.