

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИВЕДЕННЯ ^{137}Cs
З ОРГАНІЗМУ РИБ

О. М. Волкова, В. В. Беляєв, О. С. Потрохов, О. Г. Зінковський, З. О. Широка

Інститут гідробіології НАН України, Київ

Вивчено вплив раціонів харчування риб на процеси виведення ^{137}Cs з організму. Виявлено зворотну залежність між масою риб та питомою активністю ^{137}Cs . Визначено раціон харчування риб, що дає змогу знизити радіоактивність риб до рекомендованого рівня.

Риба є важливим компонентом у харчовому раціоні людини. Для задоволення потреб населення необхідне збільшення вилову риби, що може бути досягнуто за рахунок раціонального використання внутрішніх водойм. Наявність на півночі України великої кількості природних і штучних водойм та помірно теплий клімат сприяють розвитку ставкового рибництва в цьому регіоні. У той же час слід враховувати, що внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС територія Полісся України була забруднена радіонуклідами.

У процесі досліджень водойм північної частини України було встановлено, що рівні накопичення радіонуклідів рибами не завжди залежать від щільності радіоактивного забруднення площі водозбору. При цьому спостерігалися випадки, коли вміст ^{137}Cs в рибах з водойм на території зони гарантованого добровільного відселення перевищував допустимі рівні в декілька разів [1, 2]. При споживанні риби з цих водойм індивідуальна доза внутрішнього опромінення для критичної групи населення може досягати 0,4 мЗв за рік, що є значним внеском у сумарну ефективну дозу. Розробка заходів, що сприяють вирощуванню екологічно чистої рибної продукції, є одним з найважливіших завдань радіоекології рибогосподарських водойм. Досить ретельний огляд робіт щодо виведення ^{137}Cs з організму риб наведено в [3], але більшість із згаданих досліджень було проведено в лабораторних умовах. У зв'язку з тим, що результати експериментальних та проведених у природному середовищі досліджень іноді відрізняються, виникає необхідність виконання робіт у польових умовах.

З метою визначення впливу режиму годування риб на процеси виведення ^{137}Cs з організму проведено експерименти в польових умовах, коли риbam було введено радіоактивний розчин з відомою концентрацією ^{137}Cs .

Експеримент проводили у чотирьох ідентичних ставах площею 0,1 га. У ставах переважає лучна рослинність, зустрічаються занурені та повітряно-водні вищі водяні рослини. Рослинність періодично викошується. Середня глибина ставів 1 м, донні відклади мулистого типу із залишками детриту. Умови існування риб в експериментальних водоймах є типовими для рибогосподарських водойм півночі України. Об'єктом досліджень були однорічки коропа лускатого середньою масою 45 г, в яких початкова питома активність ^{137}Cs не перевищувала 2 Бк/кг, щільність посадки у ставах № 1, 2 та 4 становила 350 шт./га, а у ставі № 3 – 600 шт./га. Перед висадкою риб до ставів № 1, 2 та 3 кожній особині перорально було введено 150 Бк ^{137}Cs у желатиновому розчині. Риbam контрольного ставу № 4 ^{137}Cs не вводили. Визначення активності ^{137}Cs у донних відкладах рослинності та рибах проводили методом гамма-спектрометрії з використанням напівпровідникових детекторів ДГДК-120 та ДГДК-170 (МДА = 0,2 Бк/пр.). Водні рослини відбирали в кількох точках водойми. Радіоактивність води та зависей визначали радіохімічним методом [4]. Питому радіоактивність для води наведено в Бк/л, зависей та водних рослин – в Бк/кг повітряно-сухої маси, риби – в Бк/кг маси природної вологості. Однакова геометрія вимірів зразків риби дала змогу при порівнянні активності враховувати тільки статистичну похибку вимірів, яка не перевищувала 5 %.

Безпосередньо перед початком експерименту у ставах було відібрано проби води, зависів, донних відкладів, лучної та вищої водяної рослинності та визначено питому радіоактивність у відібраних зразках.

Вміст ^{137}Cs у компонентах водних екосистем експериментальних ставів такий:

Компонент	^{137}Cs
Вода, Бк/л	0,04 – 0,06
Зависі, Бк/кг	288 – 2614
Донні відклади (шар 10 см), кБк/м ²	6,0 – 13,3
Водні рослини:	
занурені, Бк/кг	32 – 46
повітряно-водні, Бк/кг	11 – 130

Протягом експерименту з 21.06.01 по 05.10.01 р. риб у ставі № 1 годували комбікормом згідно з встановленими нормативами [5]. Риб у ставах № 2, 3 та 4 не годували, живлення відбувалося за рахунок природної кормової бази. Вилов риби проведено одночасно з усіх досліджених ставів і визначено лінійно-вагові показники та радіоактивність кожної особини.

Середні показники приросту маси риб для кожного з експериментальних ставів такі:

№ ставу	Приріст маси, г	Δm , г
1	810	160
2	530	72
3	159	63
4	579	114

Аналіз показників питомої радіоактивності риб у досліджених експериментальних водоймах показав, що найбільші показники (у середньому 90 Бк/кг) характерні для ставу № 3 (рис. 1), де рибу не годували та щільність посадки була досить високою, що обумовило

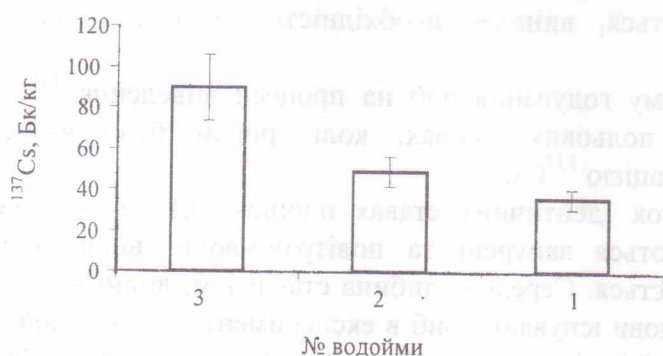


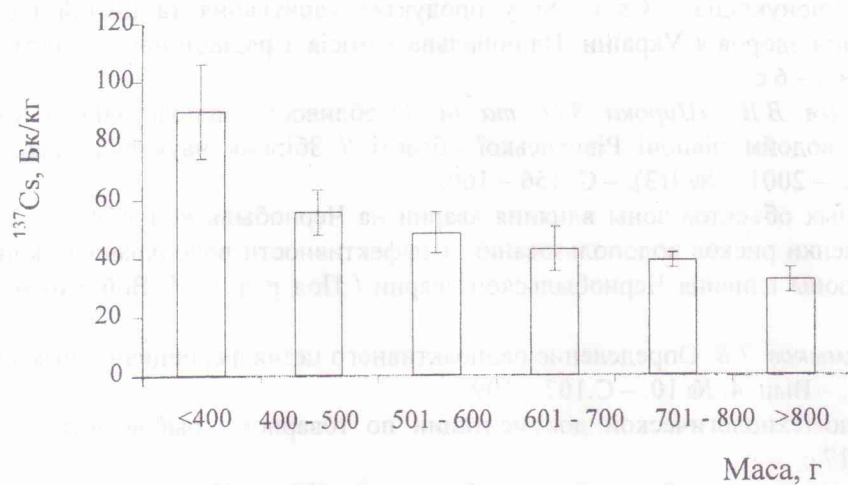
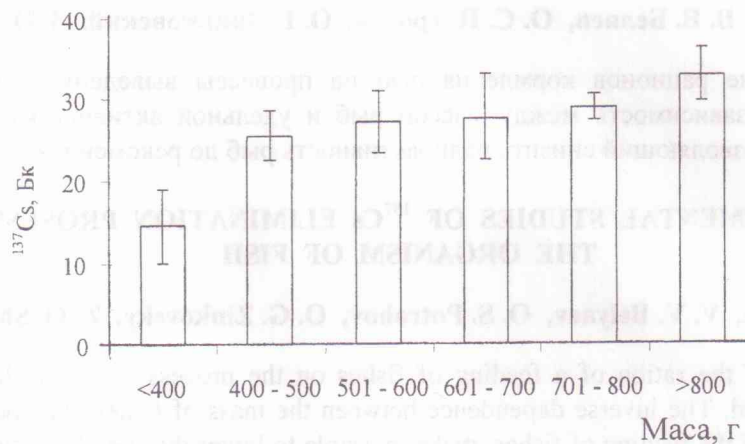
Рис. 1. Середня питома радіоактивність риб експериментальних ставів.

незначний приріст біомаси. У ставі № 2, де приріст біомаси був у 3,5 рази вищим, питома радіоактивність риб була 49 ± 7 Бк/кг. У ставі № 1 проводилося повноцінне годування штучними кормами й вміст ^{137}Cs в рибах становив 36 ± 5 Бк/кг. У контрольному ставі № 4 питома радіоактивність ^{137}Cs в рибах не перевищувала 2 Бк/кг.

На рис. 2 наведено залежність питомої радіоактивності риб усієї вибірки експериментальних ставів від маси тіла.

Питомий вміст ^{137}Cs в рибах зменшується за рахунок виведення радіонуклідів з організму або за рахунок збільшення маси тіла. Відомо, що чим менша особина за розміром, тим швидше в її організмі відбуваються процеси обміну [6]. У зв'язку з цим наприкінці експерименту для особин меншого розміру був характерний менший вміст ^{137}Cs із розрахунку на кожний організм (рис. 3).

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що питома радіоактивність риб наприкінці експерименту перш за все була обумовлена зростанням маси й менше залежала від прискорення процесів виведення у особин малої маси.

Рис. 2. Залежність питомої активності ¹³⁷Cs від маси тіла риб.Рис. 3. Вміст ¹³⁷Cs в рибах різної маси (Бк/особина).

Методом найменших квадратів було встановлено, що для всієї вибірки риб експериментальних водойм (маса від 120 до 1260 г) залежність питомої радіоактивності від маси описується формулою $A = a \cdot m + b$, де A – питома радіоактивність, Бк/кг; m – маса, г; $a = -0,068 \pm 0,011$ Бк/(кг · г); $b = 87,2 \pm 6,8$ Бк/кг; $r^2 = 0,48$; $n = 45$.

Негативна величина коефіцієнта вказує на зворотну залежність між масою тіла риб та питомою радіоактивністю. Таким чином, із збільшенням маси тіла риб на 100 г питома радіоактивність зменшується на 10 – 15 %.

Отримані результати дають можливість визначити режим годівлі, який дозволить знизити радіоактивність риб до певного рівня. Якщо питома радіоактивність риб перевищує допустимі рівні й становить, наприклад, 180 Бк/кг при масі особини 600 г, то для зниження радіоактивності до рівня встановлених норм необхідно забезпечити за рахунок штучних кормів приріст біомаси кожної особини на 150 г.

На основі виконаних досліджень розраховано й апробовано на експериментальних водоймах параметри залежності питомої радіоактивності риб від маси тіла, що дає змогу визначити режим харчування та розрахувати кількість штучних кормів, необхідних для зниження питомої радіоактивності риб до рівня, який би не виходив за межі гранично допустимого для рибної продукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Допустимі рівні радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-97)/* Міністерство охорони здоров'я України, Національна комісія з радіаційного захисту населення України. – Київ, 1997. – 6 с.
2. *Волкова О.М., Беляев В.В., Широка З.О. та ін.* Особливості радіоактивного забруднення рибогосподарських водойм півночі Рівненської області // *Збірник наукових праць Інституту ядерних досліджень.* – 2001. - № 1(3). – С. 156 – 160.
3. *Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС.* Т. 2 Прогнозы загрязнения вод, оценки рисков водопользования и эффективности водоохраных контрмер для водных экосистем зоны влияния Чернобыльской аварии / Под ред. О.И. Войцеховича. – Киев, 1998. – 278 с.
4. *Гольфман А.Я., Калмыков Л.В.* Определение радиоактивного цезия ферроцианидным способом // *Радиохимия.* – 1963. – Вып. 4, № 10. – С.107 – 109.
5. *Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству.* Т. 2. – М: Агропромиздат. – 317 с.
6. *Константинов А.С.* Общая гидробиология. – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ІССЛЕДУВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИВЕДЕННЯ ^{137}Cs ІЗ ОРГАНІЗМА РИБ

Е. Н. Волкова, В. В. Беляев, О. С. Потрохов, О. Г. Зиньковский, З. О. Широкая

Изучено влияние рационов кормления рыб на процессы выведения ^{137}Cs из организма. Обнаружена обратная зависимость между массой рыб и удельной активностью ^{137}Cs . Определен рацион питания рыб, позволяющий снизить радиоактивность рыб до рекомендованного уровня.

THE EXPERIMENTAL STUDIES OF ^{137}Cs ELIMINATION PROSESS FROM THE ORGANISM OF FISH

E. N. Volkova, V. V. Belyaev, O. S. Potrohov, O. G. Zinkovsky, Z. O. Shirokaya

The influence of the ration of a feeding of fishes on the process of ^{137}Cs elimination from the organism was investigated. The inverse dependence between the mass of fishes and specific activity ^{137}Cs was found. The rations of the feeding of fishes make possible to lower the specific activity of fishes to the recommended level was determined.

Надійшла до редакції 12.02.03,
після доопрацювання – 01.07.03.