

КІНЕТИКА РОЗПОДІЛУ ^{137}Cs В ОРГАНІЗМІ РИБВ. В. Беляєв¹, О. М. Волкова¹, О. І. Насвіт², Л. П. Юрчук¹¹ Інститут гідробіології НАН України, Київ² Інститут проблем національної безпеки РНБО України, Київ

Вивчено динаміку розподілу ^{137}Cs у крові, зябрах, печінці, кишечнику та м'язах риб після одноразового надходження радіонукліда до організму. У досліджених органах та тканинах, крім м'язів, зниження вмісту радіонукліда можна описати двокомпонентною експоненціальною функцією. Внесок швидкої компоненти перевищує внесок повільної для крові та зябер у 1,5 - 2,0 рази, для кишечнику та печінки – у 5 - 10 разів. Повільна компонента виведення ^{137}Cs з організму риб, в основному, визначається часткою радіонукліда, депонованого у м'язах.

Вступ

Одним із негативних наслідків використання ядерної енергії є надходження радіоактивних речовин до навколишнього середовища. Унаслідок процесів міграції радіонукліди акумулюються у водоймах. Відомо, що риби здатні накопичувати майже всі радіонукліди [1]. Так, після аварії на ЧАЕС у цих організмах реєстрували майже весь спектр викиду [2 - 4]. З часом, унаслідок радіоактивного розпаду короткоіснуючих ізотопів основним радіонуклідом, що формує підвищені рівні забруднення гідробіонтів, особливо риб, стає ^{137}Cs [2, 4 - 6].

Зрозуміло, що органи та тканини риб накопичують радіонукліди з різною інтенсивністю [7]. Але в деяких роботах [8 - 10] вказується на рівномірний розподіл ^{137}Cs в м'яких тканинах тварин. Було відзначено, що цезій надходить до організму риб виключно з кормом [11 - 14]. Аналогічні дані було отримано для невської міноги [15], при цьому потрібно зауважити, що ^{137}Cs , який надходить з кормом, засвоюється практично повністю [9].

Матеріали та методи

З метою встановлення кінематики розподілу ^{137}Cs в організмі риби нами було досліджено динаміку рівнів вмісту радіонукліда після одноразового надходження в наступних органах і тканинах: крові, зябрах, печінці, кишечнику та м'язах. Ці органи й тканини були обрані тому, що саме вони трансформують або беруть участь у перерозподілі мінеральних речовин в організмі [16], а в м'язах депонується ^{137}Cs . Досліди проводились з коропом (*Syrphius carpio* L.) дворічного віку в радіоізотопному комплексі Інституту гідробіології НАН України. До організму риб перорально вводився ^{137}Cs у желатиновому розчині. Кожній особині було введено 137 ± 3 кБк (групам риб, які аналізувалися через одну, три, сім діб після введення радіонукліда) або 69 ± 2 кБк (групам риб, які аналізувалися через

20 та 83 доби після введення радіонукліда). Питомий вміст ^{137}Cs визначався гамма-спектрометричним методом, статистична похибка вимірювань не перевищувала для крові на 83 добу 5 %, для інших вимірювань – 1 %. Кожне значення часового ряду отримувалося як середнє індивідуальних значень активності 9 - 20 риб. Значення величин наводиться як $\langle x \rangle \pm \text{STD}$, де STD – середнє квадратичне відхилення. При розрахунку приймалося, що маса крові складає 3 % від маси риби, маса зябер, печінки та кишечнику пропорційна масі відібраної проби (1,0; 0,9; 0,95 відповідно), маса м'язів 70 % від маси організму (точніше за масу м'язів приймали масу м'яких тканин за винятком вищеперерахованих) [7, 16]. Розрахункові за таким припущенням та фактичні дані по вмісту ^{137}Cs в організмі вірогідно не відрізнялися.

Результати та обговорення

Зрозуміло, що після орального надходження радіонуклід всмоктується кишечником та течією крові перерозподіляється в організмі, це узгоджується з отриманими нами результатами. Так, через добу після введення радіонукліда в кишечнику реєструвалося $6,3 \pm 1,3$ %, через тиждень ця величина зменшувалась майже вдвічі, а через 83 доби в органі залишалось тільки $0,38 \pm 0,06$ % від введеної активності, що в 16 разів менше, ніж через добу (рис. 1).

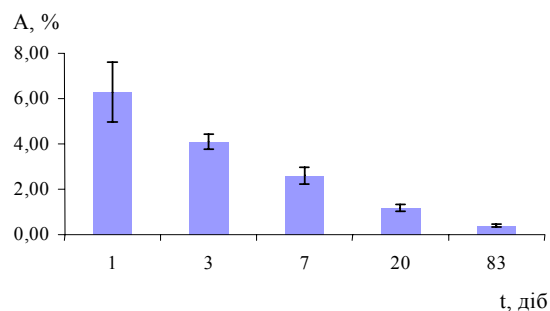


Рис. 1. Вміст ^{137}Cs у шлунково-кишковому тракті риб, % від введеного.

У крові впродовж першого тижня активність майже не змінювалась і становила 1,0 - 1,5 %, на 20-ту добу активність зменшувалась у три рази ($0,43 \pm 0,09$ %), а на 83-тю добу залишалось тільки $0,09 \pm 0,01$ % від введеної активності (рис. 2).

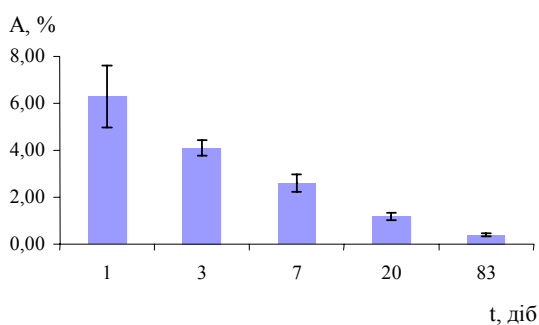


Рис. 2. Вміст ^{137}Cs у крові риб, % від введеного.

У зябрах вірогідне зменшення активності зареєстровано через тиждень після введення ^{137}Cs , на 20-ту добу активність зменшувалась ще в 2,2 рази і становила $1,27 \pm 0,10$ %, на кінець експерименту активність зменшувалась у 15 разів відносно 1-ї доби (рис. 3).

З вивчених нами органів і тканин риби в печінці спостерігалось найбільше зменшення активності – у 25 разів у період з 1-ї по 83-тю добу після введення радіонукліда (рис. 4).

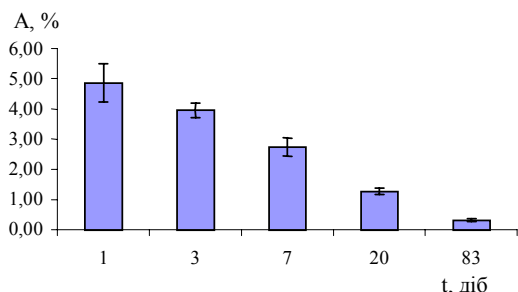


Рис. 3. Вміст ^{137}Cs у зябрах риб, % від введеного.

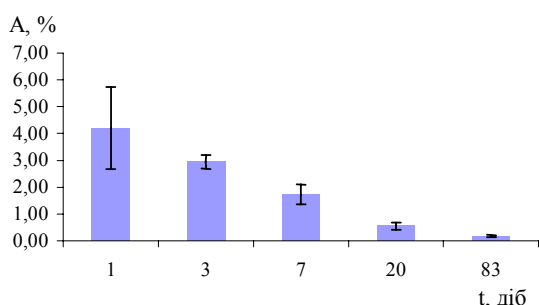


Рис. 4. Вміст ^{137}Cs у печінці риб, % від введеного.

Активність ^{137}Cs (відносно введеного) м'язів риб становила 21 - 56 % і впродовж експерименту не змінювалась, але за рахунок виведення радіонукліда з інших тканин збільшувався внесок м'язів у загальну радіоактивність організму (рис. 5).

У досліджених органах і тканинах, за винятком м'язів, визначено дві компоненти зменшення вмісту радіонукліда: швидка з періодом зменшення активності ^{137}Cs вдвічі меншим за 10 діб та повільна з періодом зменшення вдвічі для крові та зябер – 30 діб, для печінки та кишечника – 40 діб. Для крові та зябер внесок швидкої компоненти перевищує внесок повільної у 1,5 - 2,0 рази, а для кишечника та печінки – у 5 - 10 разів.

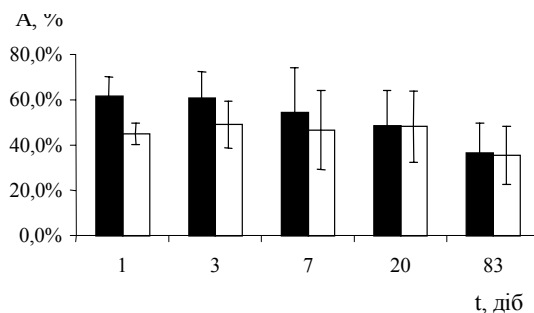


Рис. 5. Внесок вмісту ^{137}Cs м'язів у загальну радіоактивність риб, % відносно введеної кількості (■ - активність ^{137}Cs цілого організму; □ - активність ^{137}Cs м'язів).

Досить показовою величиною, яка характеризує динаміку розподілу ^{137}Cs в організмі риби, є відношення концентрації цього радіонукліда в органі (тканині) та м'язах (таблиця).

Так, після одноразового надходження радіонукліда до організму питома активність крові не перевищувала питомої активності м'язів, але якщо через добу після введення питома активність крові та м'язів майже збігалася, то через 83 доби концентрація ^{137}Cs у крові була у 17 разів менша, ніж у м'язах.

Відношення питомої активності ^{137}Cs зябер та печінки до питомої активності м'язів у перший тиждень перевищує 1, а на 20-ту добу зменшується до 0,5. На 83-тю добу концентрація ^{137}Cs в цих органах менша, ніж у м'язах, у п'ять разів.

Досить показове відношення концентрації ^{137}Cs у м'язах та кишечника, через який радіонуклід надходить до організму. На 1-шу добу після надходження радіонукліда питома активність кишечника більша, ніж м'язів, у $7,0 \pm 2,6$ раз, на 3-тю – у $3,6 \pm 0,7$, на 7-му $2,8 \pm 0,95$. Тільки на 20-ту добу після введення радіонукліда питомі активності кишечника і м'язів вірогідно не відрізняються, а на 83-тю добу концентрація ^{137}Cs у м'язах у три рази більша, ніж у кишечнику.

Аналіз динаміки відношення концентрації ^{137}Cs у досліджених органах (тканинах) та м'язах показує, що цей радіонуклід більш інтенсивно концентрується у метаболічноактивних тканинах – печінці, зябрах, крові та кишечнику, через який цей забруднювач надходить до організму. Але на відміну від м'язів, де цей радіонуклід депонується, з вищезгаданих тканин ізоотопи цезію виводяться також у багато разів швидше.

Динаміка концентрації ^{137}Cs в органах та тканинах риб після одноразового надходження радіонукліда відносно концентрації в м'язах

Час, діб	Кров	Зябра	Печінка	Кишечник
1	$0,78 \pm 0,29$	$2,83 \pm 1,08$	$3,89 \pm 1,62$	$7,55 \pm 2,64$
3	$0,62 \pm 0,14$	$1,94 \pm 0,41$	$1,85 \pm 0,37$	$3,57 \pm 0,73$
7	$0,55 \pm 0,19$	$1,43 \pm 0,47$	$1,31 \pm 0,44$	$2,80 \pm 0,95$
20	$0,22 \pm 0,10$	$0,57 \pm 0,26$	$0,54 \pm 0,24$	$0,98 \pm 0,44$
83	$0,06 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,07$	$0,18 \pm 0,06$	$0,34 \pm 0,12$

Висновок

Якщо в риб природних водойм питома активність ^{137}Cs шлунково-кишкового тракту, печінки та зябер перевищує питому активність м'язів, це свідчить про те, що протягом останнього проміжку часу (до 20 діб) надходження радіонукліда до організму перевищує його виведення.

Після одноразового надходження ^{137}Cs до організму риби в крові, зябрах, печінці та кишечнику зниження вмісту радіонукліда можна описати двокомпонентною експоненціальною функцією.

Періоди напіввиведення швидкої компоненти менший за 10 діб, повільної – для крові та зябер – 30 діб, для печінки та кишечника – 40 діб. Внесок швидкої компоненти перевищує внесок повільної для крові та зябер у 1,5 - 2,0 рази, для кишечника та печінки – у 5 - 10 разів. Повільна компонента виведення ^{137}Cs з організму риб більшою мірою визначається часткою радіонукліда, депонованого в м'язах, а швидка компонента виведення – часткою, яка надійшла в інші органи та тканини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тимофеева-Ресовская Е.А. Распределение радиоизотопов по основным компонентам пресноводных водоемов // Тр. УФ АН СССР. - 1963. - Вып. 30. - 78 с.
2. Волкова Е.Н. Накопление радионуклидов промысловыми видами рыб Днепровских водохранилищ: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - К., 1990. - 16 с.
3. Рябов И.Н. Особенности экологии рыб в водоемах, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Автореф. дис. ... док. биол. наук. - М., 1998. - 50с.
4. Зарубин О.Л. Динаміка вмісту ^{137}Cs у рибах (на прикладі водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - К.: Нора-прінт, 2003. - 19 с.
5. Флейшман Д.Г. Накопление искусственных радионуклидов пресноводными рыбами // Современные проблемы радиобиологии. - М.: Атомиздат, 1971. - Т. 2. Радиэкология. - С. 395 - 419.
6. Зарубин О.Л. Динамика распределения ^{137}Cs в наружных и внутренних органах и тканях рыб различных экологических групп водоема-охладителя Чернобыльской АЭС // Зб. наук. праць Ін-ту ядерних дослід. - 2005. - № 1(14). - С. 119 - 127.
7. Шеханова И.А. Радиэкология рыб. - М.: Легк. и пищ. пром., 1983. - 208 с.
8. Ильенко А.И. Радиэкология пресноводных рыб // Вопросы ихтиологии. - 1969. - Т. 9, вып. 2. - С. 324 - 337.
9. Ильенко А.И. Некоторые особенности накопления цезия-137 в популяциях рыб пресноводного водоема // Вопросы ихтиологии. - 1972. - Т. 12, вып. 1(72). - С. 174 - 178.
10. Марей А.Н., Бархударов Р.М., Книжникова В.А. и др. Глобальные выпадения продуктов ядерных взрывов как фактор облучения человека. - М.: Атомиздат, 1980. - 188 с.
11. Флейшман Д.Г., Скульский И.А., Леонтьев В.Г., Буровина И.В. Смещение соотношения Cs/K в морских и пресноводных гидробионтах по сравнению со средой обитания // Проблемы радиэкологии водных организмов: Тр. Ин-та экологии растений и животных. - Свердловск, 1971. - С. 48 - 52.
12. Солюс А., Буровина И.В., Каневский Ю.П., Флейшман Д.Г. Радиоактивный и стабильный цезий в гидробионтах оз. Дальнего (Камчатка) // Проблемы радиэкологии водных организмов: Тр. Ин-та экологии растений и животных. - Свердловск, 1971. - С. 84 - 87.
13. Флейшман Д.Г. О путях поступления радиоизотопов в организм рыб // Проблемы радиэкологии водных организмов: Тр. Ин-та экологии растений и животных. - Свердловск, 1971. - С. 123 - 127.
14. Флейшман Д.Г. Щелочные элементы и их радиоактивные изотопы в водных экосистемах. - Л.: Наука, 1982. - 160 с.
15. Каневский Ю.П. Некоторые закономерности обмена калия, рубидия и цезия между организмом и окружающей средой у рыб и круглоротых (миног): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Л., 1973. - 24 с.
16. Пучков Н.В. Физиология рыб: Учеб. пособ. - М.: Пищепромиздат, 1954. - 372 с.

КІНЕТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ^{137}Cs В ОРГАНИЗМЕ РЫБ**В. В. Беляев, Е. Н. Волкова, О. И. Насвит, Л. П. Юрчук**

Изучена динамика распределения ^{137}Cs в крови, жабрах, печени, кишечнике и мышцах рыб после однократного поступления радионуклида в организм. В исследованных органах и тканях, кроме мышц, установлено двухкомпонентный характер уменьшения содержания радионуклида. Доля быстрой компоненты превышает долю медленной для крови и жабр в 1,5 - 2,0 раза, для кишечника и печени – в 5 - 10 раз. Медленная компонента выведения ^{137}Cs из организма рыб определяется долей радионуклида, депонированной в мышцах.

KINETICS OF ^{137}Cs DISTRIBUTION IN FISH ORGANISM**V. V. Belyaev, E. N. Volkova, O. I. Nasvit, L. P. Jurchuk**

The dynamics of ^{137}Cs distribution in blood, gills, liver, bowels and muscles of fish after receiving radionuclide in organism was studied. In explored organs and tissues, except muscles, revealed 2 components radionuclide release. The contribution of short component exceeds the contribution of the longest component for blood and gills in 1,5 - 2,0 times, for bowels and livers – in 5 - 10 times. The longest component of removing ^{137}Cs from fish organism is defined the share radionuclide deposited in muscles.

Надійшла до редакції 16.02.06,
після доопрацювання – 18.04.06.