

УДК [577. 34:597-11] (285. 33)

**РІВНІ НАКОПИЧЕННЯ ¹³⁷Cs ХИЖИМИ ВИДАМИ РИБ ВОДОЙМ
ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС**

**О. Каглян*, В. Кленус*, Д. Гудков*, З. Широка*, М. Кузьменко*,
О. Назаров**, Л. Юрчук*, В. Ткаченко*****

*Інститут гідробіології НАН України
пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210, Україна
e-mail: alex_kt983@mail.ru

**ДСНВП "Чорнобильський радіоекологічний центр" МНС України
вул. Шкільна, 6, Чорнобиль 07270, Україна

***Інститут зоології імені І.І.Шмальгаузена НАН України
вул. Б. Хмельницького, 15, Київ 01601, Україна

Проаналізовано розподіл ¹³⁷Cs по органах і тканинах хижих риб. Показано, що питома активність радіонукліда в рибі досліджуваних водойм (за винятком р. Прип'ять) у десятки разів перевищує допустимі рівні, які прийняті в Україні для рибної продукції. Виявлено, що ¹³⁷Cs розподіляється в організмі риб таким чином: у м'язах 42–68%, голові 10–17%, кістках 5–12% та лусці 2–14%. При цьому водорозчинна та сорбована форми ¹³⁷Cs на лусці становлять не менше 31% загального вмісту радіонукліда в даній тканині.

Ключові слова: ¹³⁷Cs, Зона відчуження ЧАЕС, радіонуклідне забруднення, риби-іхтіофаги.

При загальній відносній стабілізації радіаційної обстановки на території Зони відчуження Чорнобильської АЕС (далі Зона відчуження) динамічність процесів змін фізико-хімічних форм радіонуклідного забруднення на різних ділянках обумовлюють збільшення мобільних форм радіонуклідів, їхню біологічну доступність і перерозподіл у компонентах водних екосистем. При цьому самоочищення замкнутих водойм зони ЧАЕС відбувається повільно, внаслідок чого у біогідроценозах, особливо заплавних водойм, спостерігається високий рівень радіонуклідного забруднення всіх компонентів. Особливий інтерес при вивченні розподілу радіонуклідів і їхнього концентрування гідробіонтами викликають риби, що займають у водних біоценозах верхні трофічні рівні та входять до раціону харчування людини.

Метою нашої роботи було дослідити радіонуклідне забруднення ізотопами ¹³⁷Cs представників іхтіофауни водойм Зони відчуження: лівобережних озер Глибоке, Далеке, Красненської заплави р. Прип'ять, що була розділена до аварії на ЧАЕС на дві ділянки (які ми умовно назвали Красненська стариця на ділянках до і після дамби), та правобережних водойм – озера Азбучин Янівського затону та р. Прип'ять (м. Чорнобиль). За час досліджень були проаналізовані представники 5 видів хижих риб, що домінують у цих водоймах, а саме: щука (*Esox lucius* L.) віком 3–5 років, окунь (*Perca fluviatilis* L.) віком 1–8 років, судак (*Lucioperca lucioperca* L.) віком 4–5 років, сом звичайний (*Silurus glanis* L.) віком 4–5 років, білізна (*Aspius aspius* L.) віком 9 років. Визначення питомої активності ¹³⁷Cs у рибі проводили гамма-спектрометричним і радіохімічним методами [7] з вимірюванням на установці малого фону УМФ-2000. Питому активність радіонукліда в рибі розраховували в Бк/кг сирої ваги. Аналіз морфометричних показників і визначення віку риб проводили за поширеними методиками [1, 8].

Вважається, що ^{137}Cs є одним з основних дозоутворювальних радіонуклідів в організмі риб. Така закономірність відзначена і при глобальних випадіннях під час випробувань атомної зброї та при локальних аваріях на підприємствах атомної енергетики. Не стали винятком і риби Київського водосховища, що межує з Зоною відчуження. Інша картина спостерігається в замкнутих сильно забруднених радіонуклідами водоймах Зони відчуження (окрім водойми-охолоджувача ЧАЕС). Домінуючим дозоутворювальним радіонуклідом тепер для більшості риб із досліджуваних водойм (виняток становлять риби водойми-охолоджувача ЧАЕС і р. Прип'ять) є ^{90}Sr [2, 3, 5, 6, 9, 10] і тільки для іхтіофагів переважає ^{137}Cs , що пов'язано з типом харчування риб-хижаків. При цьому вміст ^{137}Cs у компонентах екосистем водойм стабілізувався [2, 3].

Питомі активності ^{137}Cs у рибі всіх водойм (за винятком р. Прип'ять) набагато перевищують допустимі рівні (ДР) вмісту радіонукліда в рибі, що становлять в Україні 150 Бк/кг [4]. Як видно з рис. 1 і таблиці, найвищий рівень вмісту ^{137}Cs відзначено у рибі оз. Глибоке, що можна пояснити найвищою питомою активністю радіонукліда в інших компонентах екосистеми озера щодо інших водойм. При цьому концентрація розчиненого у воді ^{137}Cs досліджуваних водойм була: 2,35±0,45 (оз. Глибоке), 2,21±0,45 (оз. Азбучин), 0,93±0,25 (Красненська стариця на ділянці після дамби), 0,59±0,15 (Красненська стариця на ділянці до дамби), 0,57±0,15 (Янівський затон), 0,45±0,10 (оз. Далеке), 0,43±0,10 (водойма-охолоджувач ЧАЕС) Бк/л.

Аналіз даних показав, що в різних видах риб вміст ^{137}Cs коливається в широких межах і залежить від рівня радіонуклідного забруднення водойми, від типу харчування риби та інших чинників. Так, для іхтіофагів оз. Глибоке (7850–17570 Бк/кг) та водойми-охолоджувача ЧАЕС (4440–10900 Бк/кг) межі вмісту ^{137}Cs набагато вищі, ніж у тих же видів з оз. Далеке (1730–6170 Бк/кг), Красненської стариці на ділянці до дамби (1360–3430 Бк/кг), Янівського затону (1480–3150 Бк/кг) та р. Прип'ять (22–37 Бк/кг), що пов'язано з більш високим вмістом радіонукліда у воді й інших компонентах екосистеми оз. Глибоке та водойми-охолоджувача (де йде постійне підкачування більш чистої прип'ятьської води). Слід відзначити, що забруднення ^{137}Cs води не завжди відіграє вирішальну роль у вмісті цього радіонукліда в рибі, як видно на прикладі іхтіофагів водойми-охолоджувача ЧАЕС, коли при порівняно невисокій концентрації ^{137}Cs у воді питома активність радіонукліда сягає більше 10 000 Бк/кг.

Аналіз отриманих даних показав, що значення питомої активності радіонуклідів в одних і тих самих органах та тканинах риб одного виду й віку з однієї водойми можуть істотно відрізнятися, що пов'язано з мозаїчністю радіонуклідного забруднення дна водойм і різним вмістом радіонуклідів в об'єктах харчування та середовищі існування риб. Це створює певні труднощі в аналізі радіонуклідного забруднення компонентів водних екосистем водойм.

Дослідження показують, що максимальний вміст ^{137}Cs спостерігався у м'язах риб і коливався в окуня від 1100 (Красненська стариця на ділянці після дамби) до 29 650 Бк/кг (оз. Глибоке), у щуки – від 1930 (Красненська стариця на ділянці до дамби) до 24 630 Бк/кг (оз. Глибоке). Питома активність ^{137}Cs у м'язах риб р. Прип'ять, в основному, не перевищувала ДР для риби.

Високий рівень питомої активності ^{137}Cs спостерігали у шкірі, кістках, шлунково-кишковому тракті риб. Значний вміст радіонукліда фіксували в лусці: 7500–10850 Бк/кг (оз. Глибоке), 2870–8510 Бк/кг (водойма-охолоджувач ЧАЕС), 3620–7680 Бк/кг (оз. Далеке), 2930–7540 Бк/кг (Красненської стариці на ділянці після дамби), 2720–3630

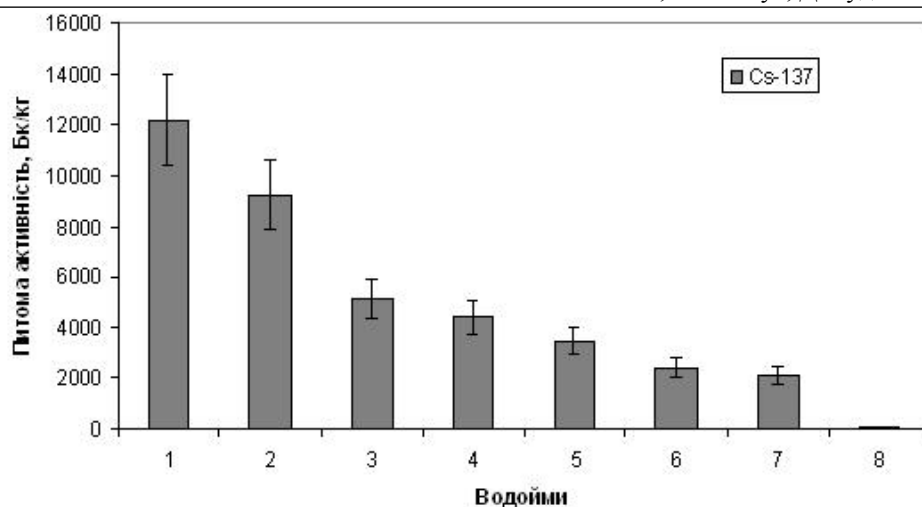


Рис. 1. Середній вміст ¹³⁷Cs в окуні водойм Зони відчуження ЧАЕС: 1 – оз. Глибоке, 2 – водойма-охолоджувач ЧАЕС, 3 – оз. Азбучин, 4 – Далеке, 5 – Красненська стариця на ділянці після дамби, 6 – Красненська стариця на ділянці до дамби, 7 – Янівський затон, 8 – р. Прип'ять.

Бк/кг (Янівський затон), 1770–2140 (Красненської стариці на ділянці до дамби). При цьому водорозчинна і сорбована форми ¹³⁷Cs на лусці становлять не менше 31% загального вмісту радіонукліда у даній тканині.

Питома активність ¹³⁷Cs у рибах-іхтіофагах (Бк/кг) та воді (Бк/л) водойм зони відчуження ЧАЕС за 2006–2009 рр.

Вид	Межі коливання в організмі загалом	Середнє значення в організмі загалом	Межі коливання у м'язах	Середнє значення у м'язах	Середнє значення у воді водойми
оз. Глибоке					
Окунь	7850–17570	12170	14900–29650	20500	2,25
Щука	8800–14750	11770	10030–24630	14350	2,25
оз. Далеке					
Окунь	1730–6170	4420	7520–8250	7930	0,45
Щука	5170–6200	5200	5720–7400	6600	0,45
оз. Азбучин					
Окунь	5000–6140	5120	5430–5860	5640	2,21
Водойма- охолоджувач ЧАЕС					
Окунь	5910–10900	9220	13200–15950	13900	0,43
Білізна	4440–6640	5550	4660–5750	7110	0,43
Красненська стариця на ділянці до дамби					
Окунь	1590–3430	2400	4020–5240	4700	0,59
Щука	1360–2030	1690	1930–2290	2100	0,59
Красненська стариця на ділянці після дамби					
Окунь	450–11200	3490	1100–15270	6400	0,93
Щука	2750–4150	3450	2760–4600	4170	0,93
Янівський затон					
Окунь	1480–3000	2120	3580–3770	3660	0,57
Щука	2000–3150	2580	2310–3960	3240	0,57

У результаті досліджень було виявлено, що в хижих рибах водойм Зони відчуження найбільше ^{137}Cs накопичується у м'язах (42–68%), голові (10–17%), кістках (5–12%) та лусці (2–14%), як це показано на рис. 2 на прикладі щуки, виловленої в оз. Далекому.

Динаміка питомої активності ^{137}Cs за період наших досліджень з жовтня 2007 по травень 2009 рр. у хижих рибах оз. Глибокого на прикладі окуня представлена на рис. 3. Як видно з рис. 2, спостерігається незначна тенденція до зниження вмісту радіонукліда в рибах-іхтіофагах озера. Слід зауважити, що для більш чіткої картини тенденції зміни питомої активності радіонукліда ^{137}Cs у риб необхідно продовжувати подальші дослі-

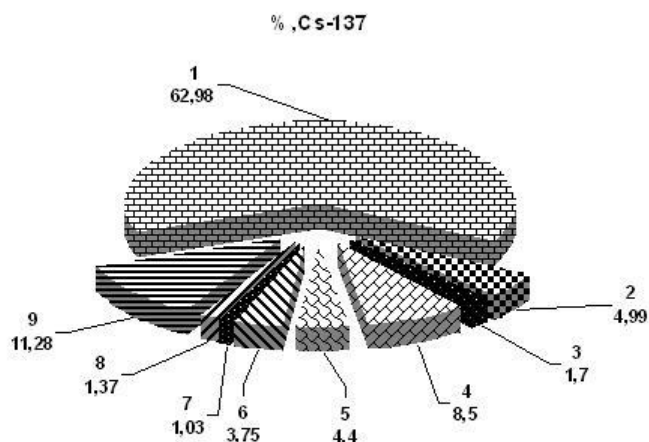


Рис. 2. Розподіл ^{137}Cs по органах і тканинах риби-іхтіофагів на прикладі щуки з оз. Далекого: 1 – м'язи, 2 – кістки, 3 – вміст шлунка, 4 – внутрішні органи, 5 – луска, 6 – шкіра, 7 – плавці, 8 – зябра, 9 – голова.

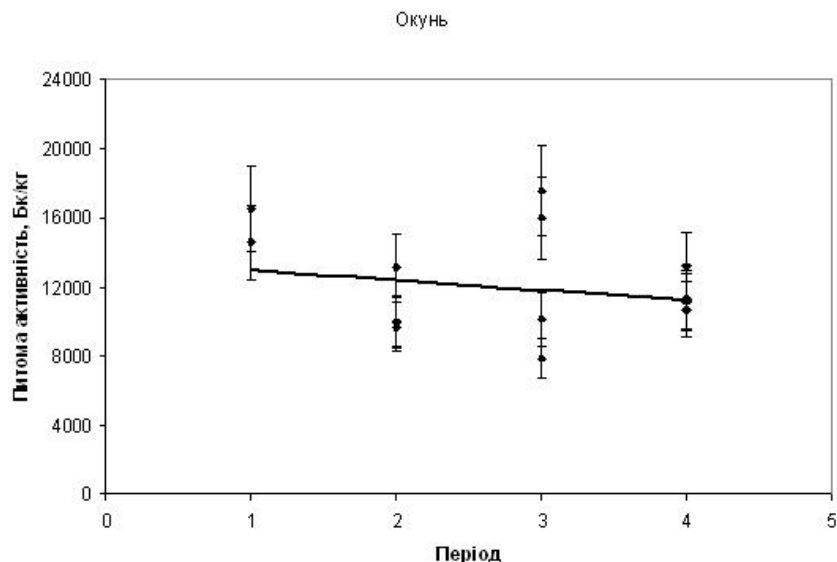


Рис. 3. Динаміка вмісту ^{137}Cs (Бк/кг) в окуні оз. Глибокого з жовтня 2007 по травень 2009 рр.: 1 – жовтень 2007, 2 – травень 2008, 3 – жовтень 2008, 4 – травень 2009.

дження іхтіофауни водойм Зони відчуження, оскільки значення питомої активності радіонуклідів у одних і тих самих видах риб, навіть одного віку з однієї водойми істотно відрізняються між собою, що, як уже було відзначено, пов'язано з мозаїчністю радіонуклідного забруднення дна водойм і різним вмістом радіонуклідів в об'єктах харчування та середовищі існування риб.

Таким чином, за період 2006–2009 рр. в Зоні відчуження ЧАЕС вивчені видоспецифічність і межі питомої активності ^{137}Cs у хижих видах риб водойм з різним гідрологічним режимом та рівнем радіонуклідного забруднення. Проаналізовано розподіл ^{137}Cs в органах і тканинах риб, а також показано, що питома активність радіонукліда в усіх випадках (за винятком риби р. Прип'ять) у десятки і сотні разів перевищувала допустимі рівні, які прийняті в нашій державі для рибної продукції.

1. Брюзгин В. Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. К: Наук. думка, 1969. 187 с.
2. Гудков Д. И., Каглян А. Е., Назаров А. Б., Кленус В. Г. Динамика содержания и распределение основных дозообразующих радионуклидов у рыб зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Гидробиол. журн. 2008. № 3. С. 95–113.
3. Гудков Д.И., Каглян А. Е., Киреев С. И. и др. Основные дозообразующие радионуклиды в рыбе зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. 2008. № 1. С. 48–58.
4. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-97). К.: Міністерство охорони здоров'я України; Комітет з питань гігієнічного регулювання; НКРЗУ. 1997. 38 с.
5. Каглян О. Є., Кленус В. Г., Гудков Д. І. та ін. Риби-індикатори радіонуклідного забруднення водойм зони відчуження ЧАЕС та Київського водосховища // Наук. вісн. Чернівець. ун-ту. Сер. біол. 2008. Вип. 416. С. 88–93.
6. Каглян О., Гудков Д., Кленус В. та ін. Забруднення радіонуклідами представників іхтіофауни озера Азбучин та інших водойм зони відчуження Чорнобильської АЕС // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. фіз. 2008. Т. 42. С. 214–220.
7. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. А.Н. Мареев, А.С. Зыковой. М., 1980. 336 с.
8. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
9. Gudkov D. I., Nazarov A. B., Kaglyan A. E. Change of radionuclide bioavailability in conditions of swamping territories within the Chernobyl accident Exclusion Zone // International Conf. on Radioecology & Environmental Radioactivity: Oral & Oral Poster Presentations Proceedings/ (Bergen, Norway, 2008). – Osteras, Norway: Norwegian Radiation protection authority. 2008. P. 171–174.
10. Kaglyan O. Ye., Gudkov D. I., Klenus V. G. et al. Strontium-90 in fish from the lakes of the Chernobyl Exclusion Zone // Radioprotection. 2009. Vol. 44. N 5. P. 945–949.

THE LEVELS OF ^{137}Cs ACCUMULATION BY THE PREDATORY FISH IN WATER BODIES OF THE CHORNOBYL NPP EXCLUSION ZONE**O. Kaglyan*, V. Klenus*, D. Gudkov*, Z. Shyroka*, M. Kuzmenko*,
O. Nazarov**, L. Yurchuk*, V. Tkachenko*****

**Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine
12, Heroyiv Stalingrada Ave., Kiev 04210, Ukraine
e-mail: alex_kt983@mail.ru*

*** "Chornobyl Radioecological Centre"
of the Ministry of Emergency Situation of Ukraine
6, Shkilna St., Chornobyl 07270, Ukraine*

****Institute of Zoology of NAS of Ukraine
15, B. Khmelnytskyi St., Kyiv 01601, Ukraine*

The distribution of ^{137}Cs in organs and tissues of the predatory fish was analyzed. The specific activity of radionuclide in fish of the sampling water bodies (except the Pripyat River) in tens times higher than permissible levels in Ukraine for fish production. ^{137}Cs distribution in fish organism was the following: muscles (42–68%), head (10–17%), bones (5–12%) and scales (2–14%). At that the water-soluble and sorbate forms of ^{137}Cs on the scale amounts about 31% of the total content of radionuclide in this tissue.

Key words: ^{137}Cs , Chornobyl NPP exclusion zone, radionuclide contamination, fish-ichthyophages.

УРОВНИ НАКОПЛЕНИЯ ^{137}Cs ХИЩНЫМИ ВИДАМИ РЫБ ВОДОЁМОВ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**А. Каглян*, В. Кленус*, Д. Гудков*, З. Широкая*, М. Кузьменко*,
А. Назаров**, Л. Юрчук*, В. Ткаченко*****

**Институт гидробиологии НАН Украины
пр. Героев Сталинграда, 12, Киев 04210, Украина
e-mail: alex_kt983@mail.ru*

*** ДСНВП "Чернобыльский радиозкологический центр" МЧС Украины
ул. Школьная, 6, Чернобыль 07270, Украина*

****Институт зоологии имени И.И.Шмальгаузена НАН Украины
ул. Б. Хмельницкого, 15, Київ 01601, Украина*

Проанализировано распределение ^{137}Cs в органах и тканях хищных видов рыб. Показано, что удельная активность радионуклида в рыбе исследуемых водоёмов (за исключением р. Припять) в десятки раз превышает допустимые уровни, которые приняты на Украине для рыбной продукции. Выявлено, что ^{137}Cs распределяется в организме рыбы следующим образом: в мышцах (42–68%), голове (10–17%), костях (5–12%) и чешуе (2–14%). При этом водорастворимая и сорбированная формы ^{137}Cs на чешуе составляют не менее 31% общего содержания радионуклида в данной ткани.

Ключевые слова: ^{137}Cs , Зона отчуждения ЧАЭС, радионуклидное загрязнение, рыбы-ихтиофаги.

Стаття надійшла до редколегії 10.12.09

Прийнята до друку 30.04.10