

РІВНІ ВМІСТУ ДОЗОФОРМУЮЧИХ РАДІОНУКЛІДІВ У МОЛОДІ ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS*) ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

З. В. ШАПОВАЛЕНКО¹, Т. В. АНАНЬЄВА^{2*}

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро, 49050, Україна;

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
вул. С. Єфремова, 25, м. Дніпро, 49000, Україна

*e-mail: ananieva.tamila@gmail.com

Досліджено рівні вмісту та коефіцієнти накопичення відносно води основних дозоформуючих радіонуклідів (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) у різновікової молоді окуня річкового (*Perca fluviatilis*) з Самарської затоки та нижньої частини Запорізького водосховища – двох рибопромислових ділянок з різним ступенем антропогенного навантаження. Молодь риб виловлювали 10-метровою мальковою волокушею з капронової делі з кроком вічка 4 мм. Для дослідження використовували цьоголіток (0+), двоохліток (1+), трьохліток (2+), вік риб визначали за отолітами. Для радіоспектрометричних вимірювань використовували тіло мальків в цілому. Наважку сирої тканини 100–200 г подрібнювали і висушували при температурі 105° С в сухожаровій шафі до постійної ваги з метою концентрування радіоізоотопів. Питому активність радіонуклідів визначали на сцинтиляційному спектрометрі гама-випромінювання СЕГ-001 «АКП-С» і спектрометрі бета-випромінювання СЕБ-01-150 у Бк/кг сирої ваги. Коефіцієнти накопичення розраховували для кожного радіонукліда як відношення його концентрації (Бк/кг) у пробі і воді. Отримані в результаті проведених досліджень рангові ряди за вибуванням значень вмісту радіонуклідів у молоді окуня свідчили, що ^{137}Cs найбільше містився у особин віком 0+, а найменше – у особин віком 1+ із Самарської затоки. Радіоізоотоп ^{90}Sr максимально акумулюється у особин віком 0+ в нижній частині водосховища, а мінімально – у окуня віком 1+ у Самарській затоці. Найвищі рівні ^{226}Ra та ^{40}K зафіксовано у цьоголіток із Самарської затоки, а найнижчий вміст – у трьохліток із нижньої частини Запорізького водосховища. Значення рівня вмісту ^{232}Th було максимальним у двоохліток із нижньої частини водосховища, а мінімальним – у цьоголіток із Самарської затоки. Штучний радіонуклід ^{137}Cs накопичується в найбільшій кількості у цьоголіток окуня (0+) з Самарської затоки, а ^{90}Sr – в мальках із нижньої ділянки Запорізького водосховища. За значеннями коефіцієнтів накопичення ^{232}Th знаходився на другому місці після ^{137}Cs , що свідчить про його вагомий внесок в формування загальної дози опромінення. Аналіз отриманих даних показав, що переважна кількість досліджуваних радіоізоотопів більш інтенсивно накопичувалась молоддю окуня в Самарській затоці у порівнянні з нижньою частиною Запорізького водосховища. На процеси акумуляції могли впливати високий ступінь евтрофікації, уповільнений водообмін, потужне мулонакопичення. Найвищий рівень накопичення радіонуклідів у обох досліджуваних точках зафіксовано у цьоголіток, що пов'язано з високим рівнем метаболізму і засвоєння мікроелементів у процесі швидкого росту організмів, які розвиваються. Отримані результати дослідження дають підстави для здійснення радіоекологічного моніторингу водойм по їхній фауні з використанням молоді риб.

Ключові слова: Запорізьке водосховище, окунь річковий, молодь, природні радіонукліди, штучні радіонукліди, коефіцієнт накопичення.

Вступ. Глобальною сучасною проблемою водойм Придніпровського регіону є значне антропогенне навантаження, яке призводить до кризової гідроекологічної ситуації. За даними попередніх досліджень загрозою забруднення техногенно-підсиленими радіонуклідами водойм Придніпров'я є розташування і функціонування комплексів видобутку і переробки уранової сировини (Дворецький А. І. та ін., 2016). У містах Жовті Води і Кам'янське ще з 1948 р. працюють підприємства первинного ядерного циклу: в Кам'янському – Придніпровський хімічний завод (зараз підприємство «Бар'єр») і в Жовтих Водах – Східний гірничо-збагачувальний комбінат (Зайченко Е. Ю. и др., 2014). Наслідком видобутку і переробки уранової сировини стало

створення 12 хвостосховищ, що містять 90 млн. т радіоактивних відходів. Особливу загрозу становлять хвостосховища «Дніпро ТСК», «Центральний Яр» і «Західне», які розташовані у верхній частині Запорізького водосховища. У зв'язку з цим населення Дніпропетровщини зазнає променевого впливу низької інтенсивності за рахунок міграції радіонуклідів по харчових ланцюгах, що призводить до погіршення здоров'я.

Також після аварії на ЧАЕС у 1986 р. значна територія була забруднена штучними радіонуклідами уранового ряду – ^{90}Sr , ^{137}Cs та ін., які до теперішнього часу фіксуються в водосховищах Дніпровського каскаду.

У зв'язку з цим актуальність роботи полягає в необхідності кількісного та якісного аналізу

процесів розповсюдження радіонуклідів у компонентах водних екосистем Запорізького водосховища. При проведенні комплексних радіоекологічних досліджень необхідно детальну увагу приділяти вивченню процесів накопичення радіонуклідів рибами, котрі виступають харчовими об'єктами людини. Акумуляція радіонуклідів в організмі молоді риб призводить до змін у розвитку, темпах зростання, деформацій осьового апарату, зниження якості рибної продукції, споживаної людиною (Ананьева Т. В. и др., 2018). Рациональне використання та експертиза запасів промислової іхтіофауни водосховища має першорядне значення для розвитку рибної галузі в області.

Мета роботи: визначення вмісту основних дозоформуючих радіонуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K та коефіцієнтів їх накопичення у різновікової молоді окуня річкового (*Perca fluviatilis*, Linnaeus, 1758).

Матеріали та методи. Відбір молоді окуня проводився в літній період з 2014 по 2018 р. під час контрольних ловів у Самарській затоці та нижній частині Запорізького водосховища – двох рибпромислових ділянках, які характеризуються різним ступенем антропогенного навантаження.

Самарська затока загальною площею 5702 га являє собою мілководний замулений район Запорізького водосховища, куди надходять води ріки Самари з підвищеною мінералізацією (до $3,2 \text{ г/дм}^3$) за рахунок скиду шахтних вод Західного Донбасу, промислових стоків міст Павлограда, Новомосковська. (Федоненко О. В. та ін., 2012). Вона характеризується високим ступенем заростання як жорсткою надводною, так і м'якою підводною вищою водною рослинністю (у середньому заростання складає 45 %). Площа верхньої частини затоки на 90 % складається з мілководь, чим і викликано заболочення затоки (Барановский Б. А., 2000 р.) Через міські господарсько-побутові стоки з високим вмістом фосфатів та нітратів прогресує евтрофікація затоки, обміління, погіршуються якісні властивості води та відбувається цвітіння води за рахунок синьо-зелених водоростей (Федоненко О. В. та ін., 2012). Водночас Самарська затока має вагоме промислове значення як ділянка нересту і нагулу іхтіофауни (Яковенко В. О., Білик В. В., 2015)

Нижня частина Запорізького водосховища в районі с. Військове вважається умовно чистою акваторією в екологічному відношенні, оскільки розташована в аграрній зоні і не відчуває безпосереднього промислового впливу. Вона є найбільш глибоководною частиною Запорізького водосховища, максимальна глибина досягає 62,5 м, а швидкість течії не перевищує $0,5 \text{ м/с}$

навіть в період весняної повені. В нижній частині водосховища площа мілководь невелика.

Молодь риб виловлювали 10-метровою мальковою волокушею з капронової делі з кроком вічка 4 мм. Видову належність молоді визначали за довідником Коблицької (Коблицкая А. Ф., 1981). Для дослідження використовували цьоголіток (0+), двохліток (1+), трьохліток (2+), вік риб визначали за отолітами. Для радіоспектриметричних вимірювань використовували тіло мальків у цілому. Наважку сирової тканини 100–200 г подрібнювали і висушували в сухожаровій шафі до постійної ваги при температурі 105°C з метою концентрування радіоіотопів.

Питому активність радіонуклідів визначали на сцинтиляційному спектрометрі гамавипромінювання СЕГ–001 «АКП–С» і спектрометрі бета-випромінювання СЕБ–01–150 у Бк/кг сирової ваги. Процеси акумуляції радіонуклідів оцінювали за допомогою коефіцієнта накопичення відносно води, який розраховували за формулою: $K_n = C_1/C_0$, де C_1 – концентрація радіоактивної речовини в пробі (Бк/кг), C_0 – концентрація речовин у воді (Бк/кг).

Чисельні дані піддавали математичній обробці стандартними методами варіаційної статистики з використанням пакетів прикладних програм Microsoft Excel-2010.

Результати та їх обговорення. Річковий окунь – факультативний дрібний хижак. В основному для окуня характерний придонний спосіб життя, але іноді він піднімається до поверхні, полює на мальків або схоплює комах, що впали в воду. У Запорізькому водосховищі популяція окуня має високе промислове значення, на сьогоднішній час вікова і розмірно-вагова структура та репродуктивні показники стабільні, його чисельність постійно поповнюється. За станом на 2018 р. запас окуня у Запорізькому водосховищі оцінюється в 154 т (Федоненко О. В., Маренков О. М., 2018).

Рівні вмісту ^{137}Cs серед молоді окуня в обох досліджуваних ділянках Запорізького водосховища були більш високими у цьоголіток (0+) і складали відповідно $6,15 \pm 0,10 \text{ Бк/кг}$ і $6,35 \pm 0,8 \text{ Бк/кг}$ у нижній частині і Самарській затоці (рис. 1).

У молоді окуня з нижньої частини водосховища вміст радіоіотопу майже не змінювався з віком. У Самарській затоці вміст ^{137}Cs на такому ж рівні тримався у трьохліток (2+) – $5,3 \pm 0,14 \text{ Бк/кг}$, а у двохліток (1+) він складав $5,1 \pm 0,14 \text{ Бк/кг}$, що на 13 % нижче від показника молоді (1+) із нижньої частини Запорізького водосховища.

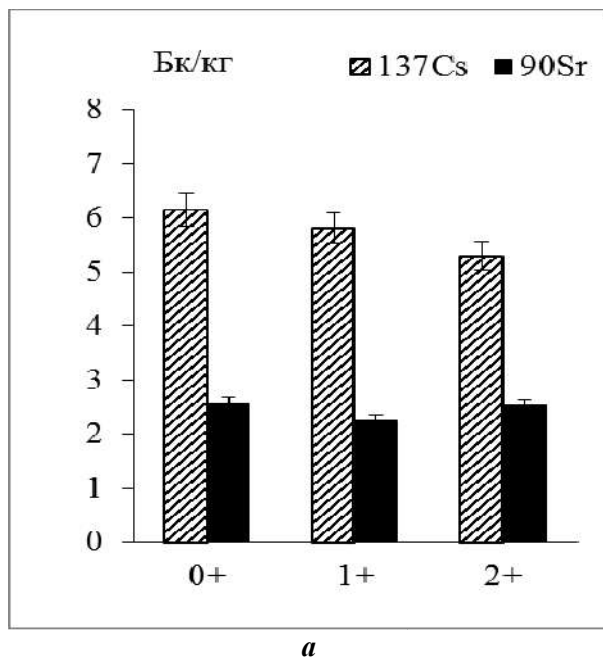


Рис.1. Рівні вмісту штучних радіоізомерів ^{137}Cs , ^{90}Sr у різновікових (0+, 1+, 2+) статеві незрілих особинах окуня річкового в нижній частині Запорізького водосховища (a) та Самарській затоці (b).

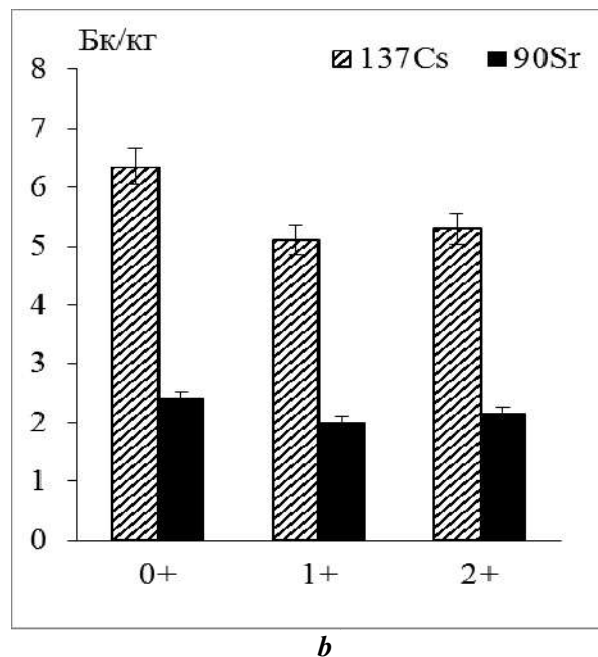


Fig. 1 The levels of the content of artificial radioisotopes ^{137}Cs , ^{90}Sr in different-age (0+, 1+, 2+) sexually immature individuals of perch in the lower part of the Zaporizhke Reservoir(a) and Samara Bay (b).

Концентрація ^{90}Sr була найбільш високою у цьоголіток (0+) з рибпромислової ділянки в нижній частині водосховища поблизу с. Військове. У двохліток (1+) та трьохліток (2+) рівні вмісту ^{90}Sr були вищими у середньому на 15 % в порівнянні з молоддю із Самарської затоки.

Отримані результати щодо концентрацій природних радіонуклідів свідчили, що найвищі рівні ^{226}Ra були у цьоголіток та дорівнювали у середньому $29,3 \pm 0,06$ Бк/кг (рис. 2). Різниця між показниками вмісту ^{226}Ra у цьоголіток і двохліток з нижньої частини Запорізького водосховища і Самарської затоки складала 5 % у середньому. У трьохліток на обох досліджуваних ділянках рівні вмісту ^{226}Ra майже не відрізнялися.

Найвищий рівень вмісту ^{232}Th відмічений у особин окуня віком (1+) із нижньої частини Запорізького водосховища і складав $40,5 \pm 0,20$ Бк/кг. В усіх досліджених вікових групах концентрації ^{232}Th були вищими у середньому в 1,3 рази у пробах із нижньої частини Запорізького водосховища в порівнянні з Самарською затокою.

Вміст природного радіоізоотопу ^{40}K достовірно відрізнявся у різновікових особин молоді окуня. Цьоголітки (0+) із Самарської затоки в 1,2 рази більше містили ^{40}K у порівнянні з нижньою частиною водосховища. Рівень вмісту ^{40}K з віком зменшувався в 1,5 рази на обох ділянках.

Рангові ряди за вибуванням значень вмісту радіонуклідів у різновікової молоді окуня в

нижній частині Запорізького водосховища (ЗВ) та Самарській затоці (СЗ) мали наступний вигляд:

$^{137}\text{Cs} - 0+ (\text{CЗ}) > 0+ (\text{ЗВ}) > 1+ (\text{ЗВ}) > 2+ (\text{ЗВ}) = 2+ (\text{CЗ}) > 1+ (\text{CЗ});$

$^{90}\text{Sr} - 0+ (\text{ЗВ}) > 2+ (\text{ЗВ}) > 0+ (\text{CЗ}) > 1+ (\text{ЗВ}) > 2+ (\text{CЗ}) > 1+ (\text{CЗ});$

$^{226}\text{Ra} - 0+ (\text{CЗ}) > 1+ (\text{CЗ}) > 0+ (\text{ЗВ}) > 2+ (\text{CЗ}) > 1+ (\text{ЗВ}) > 2+ (\text{ЗВ});$

$^{232}\text{Th} - 1+ (\text{ЗВ}) > 2+ (\text{ЗВ}) > 0+ (\text{ЗВ}) > 1+ (\text{CЗ}) > 2+ (\text{CЗ}) > 0+ (\text{CЗ});$

$^{40}\text{K} - 0+ (\text{CЗ}) > 1+ (\text{CЗ}) > 2+ (\text{CЗ}) > 0+ (\text{ЗВ}) > 1+ (\text{ЗВ}) > 2+ (\text{ЗВ}).$

Таким чином, отримані результати досліджень свідчили, що ^{137}Cs найбільше міститься у особин окуня віком (0+), а найменше – у особин віком (1+) із Самарської затоки.

Радіоізоотоп ^{90}Sr максимально акумулюється в особинах окуня віком 0+ в нижній частині водосховища, а мінімально – у особин віком (1+) із Самарської затоки. Найвищі рівні ^{226}Ra та ^{40}K зафіксовано у цьоголіток із Самарської затоки, а найнижчі – у трьохліток із нижньої частини Запорізького водосховища. Значення вмісту ^{232}Th було максимальним у двохліток із нижньої частини, а мінімальним – у цьоголіток із Самарської затоки.

Накопичення дозоформуючих радіонуклідів у гідробіонтах характеризується складними змінними процесами, на які впливають екологічні та фізіологічні чинники.

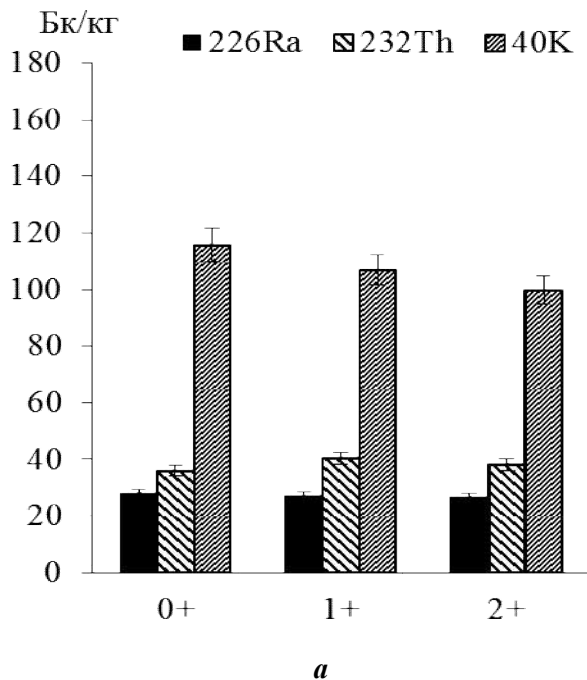


Рис. 2. Рівні вмісту природних радіонуклідів ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K у різновікових (0+, 1+, 2+) статеві незрілих особинах окуня річкового в нижній ділянці Запорізького водосховища (a) та Самарській затоці (b).

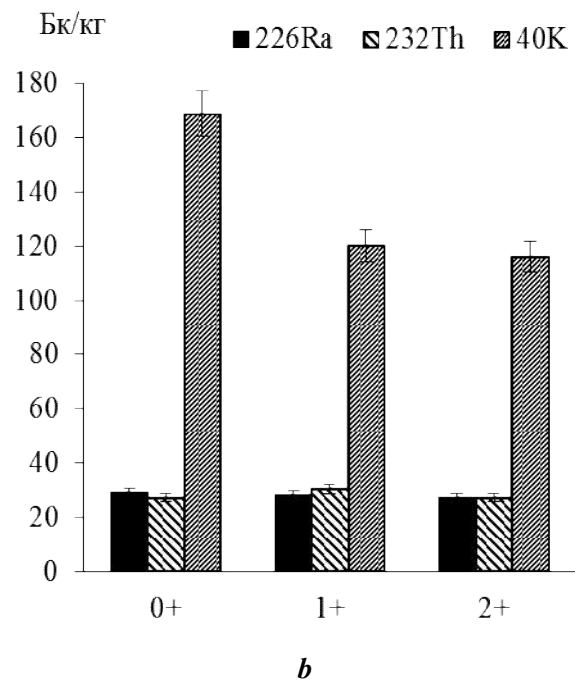


Fig. 2. The levels of the content of natural radioisotopes ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K in different-age (0+, 1+, 2+) sexually immature individuals of perch in the lower part of the Zaporizhke Reservoir(a) and Samara Bay (b).

Для характеристики перетворень і міграції радіонуклідів у водних екосистемах у радіоекології прийнято застосовувати коефіцієнти накопичення, які демонструють, у скільки разів більшою (чи меншою) може бути активність певного радіонукліда в елементах екосистеми порівняно з навколишнім середовищем. Тому вони виступають специфічною для радіоекології характеристикою екосистем і біоценозів.

Для з'ясування особливостей акумулювання радіонуклідів у тканинах різновікової молоді окуня були визначені коефіцієнти накопичення, які мають важливе практичне значення, оскільки дозволяють оцінювати швидкість переходу і потенційний ризик радіоактивного забруднення риби, яка потрапляє до промислових уловів.

В табл. 1 представлені розраховані значення коефіцієнтів накопичення штучних і природних дозоформуючих радіонуклідів відносно води для різновікової молоді окуня річкового з двох рибпромислових ділянок Запорізького водосховища. За результатами наших досліджень середній вміст радіонуклідів у воді Запорізького водосховища складав: ^{137}Cs – 0,04 Бк/л, ^{90}Sr – 0,07 Бк/л, ^{226}Ra – 1,05 Бк/л, ^{232}Th – 0,47 Бк/л, ^{40}K – 4,89 Бк/л.

Найвищі значення коефіцієнтів накопичення радіонуклідів у молоді окуня виявлені для ^{137}Cs у цюголіток 0+ на обох досліджуваних ділянках

водосховища. Із збільшенням віку риби коефіцієнти накопичення ^{137}Cs знижувалися.

Рангові ряди за вибуванням значень коефіцієнтів накопичення радіонуклідів у різновікової молоді окуня в нижній ділянці Запорізького водосховища (ЗВ) та Самарській затоці (СЗ) мали вигляд:

0+ – ^{137}Cs (СЗ) > ^{137}Cs (ЗВ) > ^{232}Th (ЗВ) > ^{232}Th (СЗ) > ^{90}Sr (ЗВ) > ^{90}Sr (СЗ) > ^{40}K (СЗ) > ^{226}Ra (СЗ) > ^{226}Ra (ЗВ) > ^{40}K (ЗВ);
 1+ – ^{137}Cs (ЗВ) > ^{137}Cs (СЗ) > ^{232}Th (ЗВ) > ^{232}Th (СЗ) > ^{90}Sr (ЗВ) > ^{90}Sr (СЗ) > ^{226}Ra (СЗ) > ^{226}Ra (ЗВ) > ^{40}K (СЗ) > ^{40}K (ЗВ);
 2+ – ^{137}Cs (ЗВ) = ^{137}Cs (СЗ) > ^{232}Th (ЗВ) > ^{232}Th (СЗ) > ^{90}Sr (ЗВ) > ^{90}Sr (СЗ) > ^{226}Ra (СЗ) > ^{226}Ra (ЗВ) > ^{40}K (СЗ) > ^{40}K (ЗВ).

Максимальні показники коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr зафіксовані у цюголіток (0+), ^{232}Th – у двохліток (1+).

Рангові вікові ряди молоді окуня за вибуванням значень коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{40}K мали такий вигляд: 0+ > 1+ > 2+, за коефіцієнтами накопичення ^{90}Sr – 0+ > 2+ > 1+; ^{232}Th – 1+ > 2+ > 0+. В Самарській затоці рангові ряди різновікової молоді окуня за вибуванням значень коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr мали вигляд: 0+ > 2+ > 1+; для коефіцієнтів накопичення ^{226}Ra і ^{40}K – 0+ > 1+ > 2+; ^{232}Th – 1+ > 2+ > 0+.

Таблиця 1.
Коефіцієнти накопичення радіонуклідів відносно
води у різновікових статеві незрілих особин окуня
річкового з Запорізького водосховища

Вид радionукліду	Нижня ділянка			Самарська затока		
	Вік риби			Вік риби		
	0+	1+	2+	0+	1+	2+
¹³⁷ Cs	153,75	145,00	132,50	158,75	127,50	132,50
⁹⁰ Sr	36,43	32,14	36,00	34,29	28,57	30,71
²²⁶ Ra	26,76	25,90	25,62	27,90	26,86	26,00
²³² Th	76,81	86,17	81,17	58,09	64,89	58,30
⁴⁰ K	23,73	21,90	20,41	28,43	24,58	23,75

Table 1.
Coefficients of radionuclide accumulation relative to
water in different-age sexually immature individuals of
perch from the Zaporizke Reservoir

Таким чином, штучний радіонуклід ¹³⁷Cs накопичувався в найбільшій кількості у цьоголіток окуня (0+) з Самарської затоки, а ⁹⁰Sr – в мальках із нижньої ділянки Запорізького водосховища. За значеннями коефіцієнтів накопичення ²³²Th знаходився на другому місці після ¹³⁷Cs, що свідчить про його вагомий внесок в формування загальної дози опромінення.

Висновки. Аналіз отриманих даних показав, що більша кількість досліджуваних радіоізотопів більш інтенсивно накопичувалась молоддю окуня в Самарській затоці у порівнянні з нижньою частиною Запорізького водосховища. На процеси акумуляції могли впливати високий ступінь евтрофікації, уповільнений водообмін, потужне мулонакопичення.

Найвищий рівень накопичення радіонуклідів у обох досліджуваних точках зафіксовано у цьоголіток, що пов'язано з високим рівнем метаболізму і засвоєння мікроелементів у процесі швидкого росту організмів, які розвиваються.

Отримані результати дослідження дають підстави для планування і здійснення радіоекологічного моніторингу водойм по іхтіофауні з використанням молоді риб.

Список літератури:

1. Ананьєва Т. В., Маренков О. Н., Шаповаленко З. В., Зубко О. О. Содержание дозоформирующих радионуклидов в тканях молоди плотвы и карася Запорожского водохранилища // Medical and Biological Sciences: Achievements and Perspectives: Proceed. Int. Congr., 25-26 April 2018. – Dar es Salaam, Tanzania, 2018. – P. 210–214.
2. Барановский Б. А. Растительность руслового равнинного водохранилища. – Днепропетровск: Днепропетр. нац. ун-т, 2000. – 172 с.
3. Дворецкий А. І., Байдак Л. А., Маренков О. М., Білоконь Г. С., Просяник Ю. І., Зайченко О. Ю., Сапронова В. О. Радіоекологія водойм Придніпров'я // Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. – 2016. – Т. 3, № 1 (55). – С. 283–290.

4. Зайченко Е. Ю., Севериновская Е. В., Дворецкий А. И., Маренков О. Н., Белоконов А. С. Экологическая опасность радиационно-химического загрязнения Приднепровского региона // Экология і природокористування. – 2014. – Вип. 18. – С. 84–94.
5. Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М.: Лег. и пищ. Пром-сть, 1981. – 208 с.
6. Федоненко О.В., Єсіпова Н.Б., Шарамок Т.С., Ананьєва Т.В., Яковенко В. О., Жежеря В. А. Сучасні проблеми гідробіології. Запорізьке водосховище. – Дніпропетровськ: Видавництво Дніпропетровського ун-ту, 2012. – 280 с.
7. Федоненко О. В., Маренков О. М. Промислове освоєння іхтіофауни Запорізького (Дніпровського) водосховища. – Дніпро: ЛІРА, 2018. – 154 с.
8. Шаповаленко З. В., Ананьєва Т.В. Рівень радіоактивного забруднення молоді окуня (*Perca fluviatilis*, Linnaeus, 1758) у водоймах Запорізького водосховища // Чиста вода і ремедіаційні технології. Наголос на Чорнобильській катастрофі та інших антропогенних забрудненнях: Матеріали семінару з міжнародною участю. Київ, 23 квітня, 2019. – Київ, 2019. – С. 15.
9. Яковенко В. О., Білик В. В. Зоопланктон і зообентос Самарської затоки Запорізького водосховища // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Спец. вип.: Гідроекологія. – 2015. – Вип. 3/4 (64). – С. 768–772.

References:

1. Ananieva TV, Marenkov ON., Shapovalenko ZV, Zubko OO. The content of dose-forming radionuclides in the tissues of juvenile roach and Prussian carp of the Zaporizke Reservoir [Soderzhaniye dozoformiruyushchikh radionuklidov v tkanyakh molodi plotvy i karasya Zaporozhskogo vodokhranilishcha]. Medical and Biological Sciences: Achievements and Perspectives: Proceed. Int. Congr., 25-26 April 2018. Dar es Salaam, Tanzania, 2018. 210–214. (In Russian).
2. Baranovsky BA. Vegetation of the channel flat reservoir [Rastitel'nost' ruslovogo ravninnogo

- vodokhranilishcha]. Dnepropetrovsk: Publishing House of Dnepropetr. Nat. University, 2000. (In Russian).
3. Dvoretzky AI, Baidak LA, Marenkov OM, Bilokon GS, Prosyaniuk YI, Zaychenko OY, Sapronova VO. Radioecology of Prydniprov'ia reservoirs [Radioekologiya vodoym Prydniprov'ya]. Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University. 2016; 3: 1 (55): 283-290. (in Ukrainian).
 4. Zaychenko EY, Severinovskaya EV, Dvoretzky AI, Marenkov ON, Belokon AS. Ecological danger of radiation-chemical pollution of Prydneprovsky region [Ekologicheskaya opasnost' radiatsionno-khimicheskogo zagryazneniya Pridneprovskogo regiona]. Ekologiya i pryrodokorystuvannya. 2014; 18: 84-94. (In Russian).
 5. Koblit'skaya AF. The determinant of young freshwater fish [Opredelitel' molodi presnovodnykh ryb]. Moscow, 1981. (In Russian).
 6. Fedonenko OV, Yesipova NB, Sharamok TS, Ananieva TV, Yakovenko VO, Zhezherya VA. Modern problems of hydrobiology. Zaporizke Reservoir [Suchasni problemy hidrobiolohiyi. Zaporiz'ke vodoskhovyshe]. Dnipropetrovsk: Publishing House of Dnipropetrovsk University, 2012. (in Ukrainian).
 7. Fedonenko OV, Marenkov OM. Commercial development of ichthyofauna in the Zaporizke (Dniprovske) Reservoir [Promyslove osvoyennya ikhtiofauny Zaporiz'koho (Dniprovs'koho) vodoskhovyscha]. Dnipro: LIRA, 2018. (in Ukrainian).
 8. Shapovalenko ZV., Ananieva TV. Level of radioactive contamination of young perch (*Perca fluviatilis*, Linnaeus, 1758) in water bodies of the Zaporizke Reservoir [Riven' radioaktyvnoho zabrudnennya molodi okunya (*Perca fluviatilis*, Linnaeus, 1758) u vodoymakh Zaporiz'koho vodoskhovyscha]. Clean water and remediation technologies. Focus on Chernobyl disaster and anthropogenic pollution: Materials of the seminar with international participation. Kyiv, April 23, 2019. Kyiv, 2019: 15. (in Ukrainian).
 9. Yakovenko VO., Bilyk VV. Zooplankton and zoobenthos of the Samara Bay of Zaporizke Reservoir [Zooplankton i zoobentos Samars'koyi zatoky Zaporiz'koho vodoskhovyscha]. Scientific Notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Biology. Special Issue: Hydroecology. 2015; 3/4 (64): 768-772. (in Ukrainian).

LEVELS OF DOSE-FORMING RADIONUCLIDES IN THE YOUNG PERCH (*PERCA FLUVIATILIS*) IN THE ZAPORIZKE RESERVOIR

Z. V. Shapovalenko, T. V. Ananieva

*It had been investigated the content levels and the coefficients of accumulation from water of the main dose-forming radionuclides (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) in different-age young perch (*Perca fluviatilis*) from the Samara Bay and the lower part of the Zaporizke Reservoir, two fishing plots with different degrees of anthropogenic loading. The juvenile fish were caught with a 10-meter nylon fry drapery with a step of 4 mm. For the study, the three age groups of fish were used: one-summer old (0+), two summers old (1+), and three summers old (2+); the age of fish was determined by otoliths. For radiospectrometric measurements, the whole bodies of fish were used. The wet tissue of 100–200 g mass was crushed and dried to constant weight in a thermostat at 105°C to concentrate radioisotopes. Specific activity of radionuclides was determined with the scintillation gamma ray spectrometer SEG-001 «ACP-C» and the beta-radiation spectrometer SEB-01-150 in Bq/kg of wet natural weight. The accumulation coefficients were calculated for each radionuclide as the ratio of its concentration values (Bq/kg) in the sample and water. The obtained data on consecutive reduction of radionuclide activity values in juvenile perch showed that maximal ^{137}Cs content was found in individuals of age (0+), and the minimal one – in individuals aged (1+) from Samara Bay. The maximal accumulation of radioisotopes ^{90}Sr was in individuals aged (0+) in the lower part of the Zaporizke Reservoir, and the minimal one in the perch of age (1+) in the Samara Bay. The highest levels of ^{226}Ra and ^{40}K were found in the (0+) fish from the Samara Bay, and the lowest contents were in individuals aged (2+) in the lower part of the reservoir. The value of the ^{232}Th content level was maximal in the two-summer-olds from the lower part of the reservoir, and the minimal one – in (0+) fish from the Samara Bay. Artificial radionuclide ^{137}Cs was accumulated in the largest amount by perch (0+) from the Samara Bay, and ^{90}Sr – by fish juveniles from the lower part of the Zaporizke Reservoir. By values of accumulation coefficients, ^{232}Th was in second place after ^{137}Cs , indicating its significant contribution to the formation of the total dose of radiation. The analysis of the obtained research data showed that majority of radioisotopes investigated were more intensively accumulated by the juvenile perch in the Samara Bay compared to the lower part of the Zaporizke Reservoir. The accumulation processes could be influenced with a great eutrophication, slowed water exchange, an intensive sludge accumulation. The highest level of radionuclide accumulation at both studied sites of the Zaporizke Reservoir has been observed in (0+) fish, due to the intensive metabolism and the assimilation of trace elements in the process of rapid growth of developing organisms. The obtained results give grounds for conducting radioecological monitoring of reservoirs on the ichthyofauna with the use of young fish.*

Keywords: the Zaporizke Reservoir, perch, juvenile fish, natural radionuclides, artificial radionuclides, accumulation coefficient.

Отримано редколегією 25.10.2019