

АКУМУЛЯЦІЯ РАДІОНУКЛІДІВ У МОЛОДІ ТА ДОРОСЛИХ ОСОБИН СРІБЛЯСТОГО КАРАСЯ (*CARASSIUS GIBELIO*) ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Т. В. АНАНЬЄВА, З. В. ШАПОВАЛЕНКО

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро, 49050, Україна,
e-mail: ananievatv@ukr.net

Досліджено процеси міграції та накопичення радіонуклідів у різновікових особин карася сріблястого (*Carassius gibelio*) в Запорізькому водосховищі – водоймі багатопільового призначення. Водосховище розташоване в Дніпровському каскаді, належить за генезисом та розміщенням до рівнинно-річкових, за конфігурацією – до руслових, за глибиною – середньоглибоке, за водообміном – з дуже великим обміном. Матеріалом дослідження слугували цьоголітки (0+), дволітки (1+) та дорослі особини (3–4+) карася сріблястого, виловлені на рибпромислових ділянках Запорізького водосховища протягом літнього періоду 2015–2016 рр. Вилов дорослих риб здійснювали стандартним набором ставних сіток з вічком від 30 до 120 мм. Молодь риб відловлювали десятиметровим мальковим неводом із капронової делі з кроком вічка 4 мм. Вміст штучних і природних радіонуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K визначали у цільних тілах молоді та скелетних м'язах дорослих риб за допомогою сцинтиляційного спектрометра енергії гамма- і бета-випромінювання СЕГ-001 «АКП-С» і СЕБ-01-150, виражали в бекерелях на кілограм (Бк/кг) сирової, природної ваги. Процес акумуляції радіонуклідів оцінювали за допомогою коефіцієнта накопичення. Виявлено, що вміст штучного радіонукліду ^{137}Cs з віком поступово збільшувався майже у 2,3 рази від 2 Бк/кг у молоді 0+ до 4,7 Бк/кг у дорослих особин. Концентрація ^{90}Sr зменшувалася на 32 % у особин 1+ порівняно з молоддю 0+, та в 1,5 рази збільшувалася у дорослих риб від 0,8 Бк/кг (0+) до 1,73 Бк/кг. Коефіцієнти накопичення (Кн) всіх досліджуваних радіонуклідів за винятком ^{40}K у дорослих особин удвічі перевищували показники цьоголіток. Найбільш високі показники зафіксовані у ^{137}Cs й ^{232}Th . Як штучні, так і природні радіонукліди виявляли високі значення Кн, що свідчить про значний потенційний ризик їх впливу на живі організми. Проведені дослідження рівнів радіоактивного забруднення риб у водоймах свідчать, що коливання вмісту радіонуклідів зумовлено не віддаленням від джерел забруднення, а інтенсивністю міграції радіонуклідів. Хоча із збільшенням віку риб концентрації штучних радіонуклідів зростали у карася сріблястого в Запорізькому водосховищі, вони не перевищували ГДК і не впливали на харчову якість риби. Результати можуть бути використані для подальшої оцінки екологічних наслідків та ризиків комплексного впливу шкідливих речовин на якість рибної продукції.

Ключові слова: Запорізьке водосховище, сріблястий карась, молодь, дорослі особини, природні радіонукліди, штучні радіонукліди, коефіцієнт накопичення.

Вступ. Забруднення радіонуклідами великих територій України в наш час – один із визначальних факторів екологічної небезпеки. Придніпровський регіон України – приклад проблемної в цьому плані зони (Кузьменко та ін., 2010; Зарубин та ін., 2013; Білоконь та ін., 2014). Певною мірою всі ланки ядерно-паливного циклу впливають на забруднення природних екосистем радіоактивними елементами: це добуток та переробка ядерної сировини, атомні електростанції, захоронення радіоактивних відходів (Sethy et al., 2011). Посилення комплексної дії антропогенних факторів хімічної та радіаційної природи призводить до погіршення якості поверхневих вод та структурно-функціональних змін у популяціях гідробіонтів (Carvalho et al., 2011; Adamu et al., 2013).

Іхтіофауна – ключова ланка трофічного ланцюга, що веде до людини. Перенесення радіонуклідів з біомаси риб до людини залежить від розподілу радіонуклідів у тканинах риб (Pereira et al., 2009, 2010; Ананьєва, 2015). Негативна екологічна ситуація позначається на стані водних екосистем та здоров'ї населення: спостерігається зниження імунітету у людей всіх вікових категорій, зростає захворюваність на злоякісні новоутворювання, збільшується частота вроджених аномалій.

Мета роботи: вивчення міграції та накопичення радіонуклідів у різновікових особин карася сріблястого Запорізького водосховища для подальшої оцінки екологічних наслідків та ризиків комплексного впливу шкідливих речовин на харчову якість рибної продукції.

Об'єкт та методи. Предметом вивчення став представник родини Коропові карась сріблястий *Carassius gibelio* (Bloch, 1782). Карась належить до теплолюбних риб, не дуже вибагливий до вмісту кисню, тому може жити навіть у застоєних водоймах. Ареал існування сріблястого карася дуже широкий унаслідок рибоводної акліматизації. В основному карась тримається приберегової зони серед заростей. Матеріалом дослідження слугували цьогорітки (0+), дволітки (1+) та дорослі особини (3–4+) карася сріблястого, виловлені на рибпромислових ділянках Запорізького водосховища протягом літнього періоду 2015–2016 рр.

Запорізьке (Дніпровське) каскадне водосховище розміщене на території Дніпровської та Запорізької адміністративних областей України і має багатоцільове призначення. Довжина водосховища – 129,7 км, мінімальна ширина – 0,6 км, максимальна – 7,0 км, середня – 3,2 км, площа за нормального підпорного рівня (НПР) – 28838 км². Максимальна глибина водосховища (біля греблі Дніпрогесу) – 53 м, середня – 8 м. Висота НПР – 51,4 м, добові та тижневі коливання рівня – до 0,7 м. За класифікацією В. І. Жадіна, Запорізьке водосховище належить за генезисом та розташуванням до рівнинно-річкових, за конфігурацією – до руслових, за глибиною – середньоглибоке, за водообміном – має дуже великий обмін (Федоненко та ін., 2012).

Вилів дорослих особин здійснювали стандартним набором ставних сіток з вічком від 30 до 120 мм. Молодь риб відловлювали десятиметровим мальковим неводом із капронової делі з кроком вічка 4 мм. Біологічний аналіз риб здійснювали згідно із загальноприйнятими іхтіологічними методиками

Для радіоспектроскопічних досліджень використовували тіло мальків у цілому та м'язи дорослих особин. Наважку 10–20 г подрібнювали та висушували за температури 105°C у сухожаровій шафі до постійної маси. Вміст радіонуклідів визначали за допомогою сцинтиляційного спектрометра енергії гамма-випромінювання СЕГ-001 «АКП-С» і спектрометра бета-випромінювання СЕБ-01-150, виражали в бекерелях на кілограм (Бк/кг) сирової, природної маси. Процес акумуляції радіонуклідів оцінювали за допомогою коефіцієнта накопичення (коефіцієнта концентрування), який розраховували як відношення концентрації радіонуклідів у пробі до концентрації радіонуклідів у воді. Цифрові дані піддавали математичній обробці загальними методами

варіаційної статистики для малої вибірки та обчислювали за допомогою пакета програм Microsoft Excel-97.

Результати та їх обговорення. Вагомий внесок у формування радіоактивного забруднення гідробіонтів має концентрація макроелементів у воді. Літературні дані свідчать про те, що рівні накопичення найбільш екологічно важливих радіонуклідів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr гідробіонтами безпосередньо пов'язані з консолідацією концентрату живлення та води (Кузьменко та ін., 2010; Зарубин та ін., 2013). Звісно, ¹³⁷Cs незалежно від шляху надходження до організму депонується значною мірою в м'яких тканинах, для ⁹⁰Sr і ²²⁶Ra навпаки характерне накопичення в кістковій тканині. Рівень накопичення того чи іншого радіонукліда залежить від виду риби, характеру харчування, фізіолого-біохімічних особливостей організму, температурного режиму водойми, ступеня мінералізації води та цілої низки інших чинників.

Детально проаналізувавши питомих вміст штучних і природних радіонуклідів у біологічних тканинах карася сріблястого, можна спостерігати, як змінюються показники рівнів накопичення радіонуклідів у різновікових особин (рис.1). Вміст штучного радіонукліда ¹³⁷Cs з віком поступово збільшувався майже в 2,3 рази від 2 Бк/кг у особин (0+) до 4,7 Бк/кг у дорослих риб. Концентрація ⁹⁰Sr зменшувалася на 32% у особин (1+) порівняно з молоддю (0+), та в 1,5 рази збільшувалася у дорослих риб від 0,8 Бк/кг (0+) до 1,73 Бк/кг.

Високий вміст штучних радіонуклідів у дорослих особин обумовлений спектром живлення виду. Оскільки карась сріблястий за типом живлення – еврифаг, його раціон достатньо різноманітний за видовим складом кормової бази (зоопланктон, фітопланктон, фіто- та зообентос), яка має значну варіацію вмісту радіоактивних речовин у поживних компонентах.

Виконані дослідження рівнів радіонуклідного забруднення карася сріблястого у водоймах свідчать, що підвищення вмісту радіонуклідів зумовлене саме інтенсивністю перенесення радіонуклідів.

Також із роками спостерігаються зміни в концентраціях природних радіонуклідів, які формують радіаційний фон водної екосистеми. Варіації у рівнях накопичення ²³²Th та ²²⁶Ra молоддю віком від 0+ до 1+ були незначними, але у дорослих особин показники збільшувалися майже вдвічі: вміст ²³²Th – від 22,8±0,78 Бк/кг до 50,46±6,1 Бк/кг, вміст ²²⁶Ra у молоді (0+) становив 19,95±0,09 Бк/кг, а у дорослих – 35,63±6,12 Бк/кг.

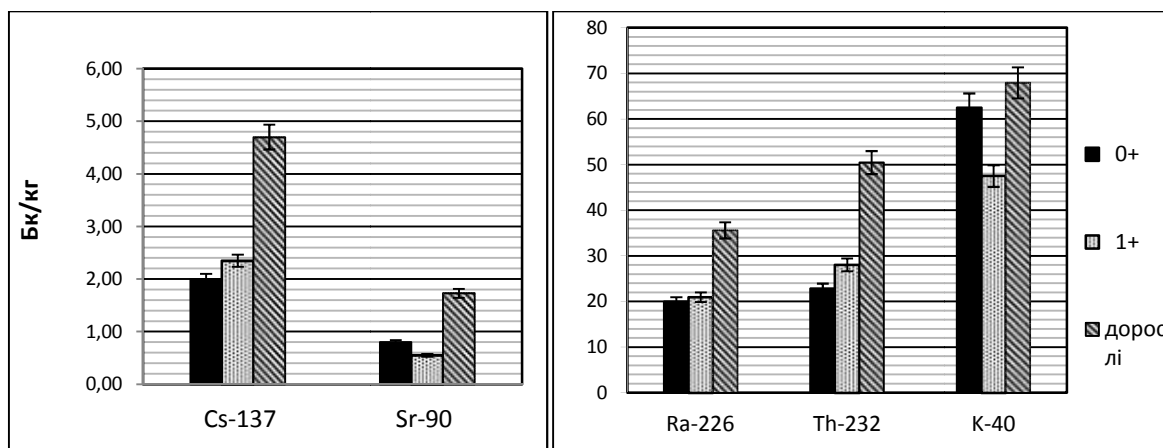


Рис. 1. Рівні штучних (а) і природних (б) радіонуклідів у різновікових особин карася Запорізького водосховища

Fig. 1. Levels of artificial (a) and natural (b) radionuclides in various-age individuals of Prussian carp from the Zaporizhke Reservoir

Рівень радіоізоотопу ^{40}K знижувався на 25% у мальків (1+), незначне збільшення (менш як 10%) спостерігалось у дорослих особин. У молоді віком (0+) рівень ^{40}K становив $62,75 \pm 5,8$ Бк/кг, а у дорослих особин – $67,93 \pm 7,4$ Бк/кг.

У накопиченні радіонуклідів в організмі карася провідну роль відіграє придонний спосіб існування, оскільки радіонукліди значною мірою акумулюються у донних відкладеннях. У пошуках їжі риба каламутить верхні шари дна, що призводить до забруднення організму гідробіонта радіоактивними речовинами.

Опрацювавши дані щодо відношення концентрацій радіонуклідів у пробі до концентрації радіонуклідів у воді, розраховано коефіцієнти накопичення (Кн) (табл.1).

Порівнюючи Кн різновікових особин карася сріблястого, встановили, що їх значення для всіх досліджуваних радіонуклідів, за винятком ^{40}K , у дорослих особин удвічі перевищували показники

цьоголіток. Це свідчить, що з віком радіонукліди в тканинах карася продовжують накопичуються та повільніше виводяться з організму.

Найвищі показники зафіксовані для ^{137}Cs і ^{232}Th . За отриманими результатами, коефіцієнти накопичення ^{90}Sr і ^{226}Ra майже у тричі нижчі порівнянно з ^{137}Cs і ^{232}Th . Імовірно це обумовлено тим, що вміст радіонуклідів визначався у м'язовій тканині, не специфічній для акумуляції остеотропних радіоізоотопів ^{90}Sr і ^{226}Ra .

Як штучні, так і природні радіонукліди мали високі значення Кн, що підтверджує значний потенційний ризик їхнього впливу на живі організми.

Визначені дані дають об'єктивну оцінку загального стану в умовах радіаційного навантаження, за допомогою якої можна побачити реакцію біосистем різних рівнів організації на дію іонізуючого випромінювання від радіоактивного забруднення.

Таблиця 1
Коефіцієнти накопичення природних і штучних радіонуклідів у різновікових особин карася сріблястого Запорізького водосховища

Table 1
The accumulation coefficients of natural and artificial radionuclides in various-age individuals of Prussian carp from the Zaporizhke Reservoir

Вік риби	Коефіцієнт накопичення				
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
0+	50,00	11,43	19,00	48,40	12,83
1+	58,75	7,86	19,95	59,68	9,71
3–4+	117,50	24,64	33,93	107,39	13,89

Необхідно звернути увагу, що за одноразового забруднення риб навіть великими порціями радіоізоотопів кількість накопичення їх для організму незначна. Але із тривалим забрудненням низькими концентраціями радіоізотопи можуть накопичуватися в організмі у великій кількості. Молодь і швидкозростаючі риби акумулюють радіоізотопи швидше й у відносно великій кількості, порівняно з дорослими особинами (Ананьєва та ін., 2016).

Висновки. Виконані дослідження рівнів радіоактивного забруднення різновікових риб у Запорізькому водосховищі свідчать, що коливання вмісту радіонуклідів зумовлене не віддаленням від джерел забруднення, а інтенсивністю міграції радіонуклідів. Хоча із збільшенням віку показники штучних радіонуклідів у карася сріблястого в Запорізькому водосховищі зростають, вони не перевищують ГДК для риби та не впливають на якість рибної продукції (НРБУ-97, 1997). Необхідно постійно здійснювати моніторинговий контроль накопичення та розподілу радіонуклідів, щоб уникнути можливостей негативного радіаційного впливу на організми гідробіонтів і людини, яка споживає рибну продукцію.

Список літератури

1. Adamu R. et al. Analysis of activity concentrations due to natural radionuclides in the fish of Kainji lake // *Adv. Appl. Sci. Res.* – 2013. – Vol. 4 (4). – P. 283–287.
2. Carvalho F. P., Oliveira J. M., Malta M. Radionuclides in deep-sea fish and other organisms from the North Atlantic Ocean // *ICES Journal of Marine Science.* – 2011. – Vol. 68 (2). – P. 333–340. doi: 10.1093/icesjms/fsq088
3. Pereira W. S., Junior D. A., Kelecom A. Concentration activities of natural radionuclides in three fish species in Brazilian Coast and their contribution to the absorbed doses // 2009 International Nuclear Atlantic Conference (INAC-2009). – RJ, Brazil, 2009. ISBN: 978-85-99141-03-8.
4. Pereira W. S., Kelecom A., Junior D. A. Activity of natural radionuclides and their contribution to the absorbed dose in the fish Cubera Snapper (*Lutjanus cyanopterus*, Cuvier, 1828) on the Coast of Ceara, Brazil // *Brazilian Journal of Oceanography.* – 2010. – Vol. 58 (special issue IICBVM). – P. 25–32.
5. Sethy N. K., Jha V. N., Shukla A. K., Sahoo S. K., Tripathi R. M., et al. Natural radionuclide (U and ²²⁶Ra) in water, sediment, fish and plant species in the aquatic environment around uranium mining and ore processing site at Jaduguda, India // *J. Ecosys. Ecograph.* – 2011. – 1:103. doi: 10.4172/2157-7625.1000103.
6. Ананьєва Т. В., Маренков О. Н., Шаповаленко З. В. Биоіндикація радіоактивного забруднення Запорожського водохранилища (Дніпропетровська область, Україна) по ихтиофауні // *Чернобыль: 30 лет спустя: Матер. междунар. науч. конф. (Гомель,*

- 21–22 апреля 2016 г.) – Гомель: Ин-т радиологии, 2016. – С. 19–22.
7. Ананьєва Т. В., Маренков О. Н., Шаповаленко З. В. Выбор видов-индикаторов среди сеголеток рыб для радиоэкологического мониторинга литоральных биоценозов // *Biodiversity after the Chernobyl accident: The scientific proceed. of the Int. network AgroBioNet / Ed.: Svitlana Klymenko, Olga Grygorieva, Erika Mňahončáková.* – Part II. – Slovak University of Agriculture, Nitra, 2016. – P. 20–24.
8. Ананьєва Т. В. Вміст природних і штучних радіонуклідів у тканинах промислових риб Запорізького водосховища // *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: Матер. VIII Міжнар. іхтіологічної наук.-практ. конф. (Херсон, 17-19 вересня 2015 р).* / ред. Ю.В. Пилипенко, В.О. Демченко, В.О. Корнієнко, Н.А. Демченко. – Херсон: Гринь Д.С. – 2015. – С.11–15.
9. Білоконь Г., Ананьєва Т., Просяник Ю. Моніторингові дослідження накопичення радіонуклідів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr рибами Запорізького водосховища // *Вісник Львівського університету. Серія біологічна.* – 2014. – Вип.67. – С. 123–128.
10. Зарубин О. Л., Зарубина Н. Е., Гудков Д. И. и др. Удельная активность ¹³⁷Cs у рыб Украины. Современное состояние // *Ядерная физика и энергетика.* – 2013. – Т. 14, №2. – С.177–182. ISSN 1818-331X.
11. Кузьменко М. І., Гудков Д. І., Кірсєв С. І. та ін. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах. – Київ: Наук. думка, 2010. – 263 с.
12. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. – Київ: Відділ поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. – 121 с.
13. Федоненко О. В., Єсіпова Н. Б., Шарамок Т. С. та ін. Сучасні проблеми гідробіології: Запорізьке водосховище. Довідник. – Дніпропетровськ: ЛІРА, 2012. – 286 с.

References

1. Adamu R. et al. Analysis of activity concentrations due to natural radionuclides in the fish of Kainji lake // *Adv. Appl. Sci. Res.* – 2013. – Vol. 4 (4). – P. 283–287.
2. Carvalho F. P., Oliveira J. M., Malta M. Radionuclides in deep-sea fish and other organisms from the North Atlantic Ocean // *ICES Journal of Marine Science.* – 2011. – Vol. 68 (2). – P. 333–340. doi: 10.1093/icesjms/fsq088
3. Pereira W. S., Junior D. A., Kelecom A. Concentration activities of natural radionuclides in three fish species in Brazilian Coast and their contribution to the absorbed doses // 2009 International Nuclear Atlantic Conference (INAC-2009). – RJ, Brazil, 2009. ISBN: 978-85-99141-03-8.
4. Pereira W. S., Kelecom A., Junior D. A. Activity of natural radionuclides and their contribution to the absorbed dose in the fish Cubera Snapper (*Lutjanus cyanopterus*, Cuvier, 1828) on the Coast of Ceara, Brazil // *Brazilian Journal of Oceanography.* – 2010. – Vol. 58 (special issue IICBVM). – P. 25–32.

5. Sethy N. K., Jha V. N., Shukla A. K., Sahoo S. K., Tripathi R. M., et al. Natural radionuclide (U and ²²⁶Ra) in water, sediment, fish and plant species in the aquatic environment around uranium mining and ore processing site at Jaduguda, India // J. Ecosys. Ecograph. – 2011. – 1:103. Doi:10.4172/2157-7625.1000103
6. Ananjeva T. V., Marenkov O. N., Shapovalenko Z. V. Bioindikaciya radioaktivnogo zagryazneniya Zaporozhskogo vodokhranilitha (Dnepropetrovskaya oblastj, Ukraina) po ikhtiofaune // Chernobihlj: 30 let spustya: Mater. mezhdunar. nauch. konf. (Gomelj, 21–22 apr.2016) – Gomelj: In-t radiologii, 2016. – P. 19–22. (In Russian).
7. Ananjeva T. V., Marenkov O. N., Shapovalenko Z. V. Vihbor vidov-indikatorov sredi segoletok rihb dlya radioehkologicheskogo monitoringa litoraljnihkh biocenozov // Biodiversity after the Chernobyl accident: The scientific proceed. of the Int. network AgroBioNet / Ed.: Svitlana Klymenko, Olga Grygorieva, Erika Mňahončáková. – Part II. – Slovak University of Agriculture, Nitra, 2016. – P. 20–24.
8. Ananjeva T. V. Vmist prirodnikh i shtuchnikh radionuklidiv u tkaninakh promislovikh rib Zaporizjkogo vodoskhovitha // Suchasni problemi teoretichnoï i praktichnoï ikhtiologii: Mater. VIII Mizhnar. ikhtiologichnoï nauk.-prakt. konf. (Kherson, 17-19 veresnya 2015 r.) / red. Yu.V. Pilipenko, V.O. Demchenko, V.O. Kornienko, N.A. Demchenko. – Kherson: Grinj D.S. – 2015. – P.11–15. (In Ukrainian).
9. Bilokonj G., Ananjeva T., Prosyaniuk Yu. Monitoringovi doslidzhennya nakopichennya radionuklidiv ¹³⁷Cs ta ⁹⁰Sr ribami Zaporizjkogo vodoskhovitha // Visnik Ljvivskogo universitetu. Seriya biologichna. – 2014. – Issue 67. – P. 123–128. (In Ukrainian).
10. Zarubin O. L., Zarubina N. E., Gudkov D. I. i dr. Udeljnaya aktivnostj ¹³⁷Cs u rihb Ukrainih. Sovremennoe sostoyanie // Yadernaya fizika i ehnergetika. – 2013. – Vol. 14, №2. – S.177–182. ISSN 1818-331X. (In Russian).
11. Kuzjmenko M. I., Gudkov D. I., Kireev C. I. ta in. Tekhnogenni radionuklidi u prsnovodnikh ekosistemakh. – Kiïv: Nauk. dumka, 2010. – 263 p. (In Ukrainian).
12. Normi radiacijnoï bezpeki Ukraïni (NRBU-97): Derzhavni gigienichni normatyvy. – Kiïv: Viddil poligrafii Ukraïnskogo centru derzhspanepidnaglyadu MOZ Ukraïni, 1997. – 121 p. (In Ukrainian).
13. Fedonenko O. V., Yesipova N. B., Sharamok T. S. ta in. Suchasni problemy gidrobiologii: Zaporizjke vodoskhovithe. Dovidnik. – Dnipropetrovskj: LIRA, 2012. – 286 p. (In Ukrainian).

RADIONUCLIDE ACCUMULATION IN JUVENILES AND ADULTS OF PRUSSIAN CARP (*CARASSIUS GIBELIO*) OF ZAPORIZKE RESERVOIR

T. V. Ananieva, Z. V. Shapovalenko

*It had been studied the processes of radionuclide migration and accumulation in different age-old specimens of Prussian carp (*Carassius gibelio*) in the Zaporizke Reservoir with multipurpose destination. The water body is located in the Dnipro cascade, by the genesis and location it is plains-rivers one, by the configuration it is the channels, by depth it is mid-deep one; by the exchange of water it is a reservoir with very large exchange. The research material was used for the young-of-the-year (0+), one-year-olds (1+) and adults (3–4+) of Prussian carp, caught in fishing areas of the Zaporizke Reservoir during the summer period 2015–2016. Fishing of adult fish was carried out by a standard set of stacked nets with a call from 30 to 120 mm. The juvenile fish were caught with a ten-meter cavalry nest from a nylon case with a step of a call of 4 mm. The contents of artificial and natural radionuclides of ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K were determined in the whole bodies of juveniles and skeletal muscle of adult fish with aid of the scintillation spectrometer of gamma- and beta-radiation of SEG-001 "ACP-C" and SEB-01-150, the means were expressed as Bq/kg of wet natural weight. The radionuclide accumulation processes were estimated using the accumulation coefficient. It was found that with age the content of artificial radionuclide ¹³⁷Cs gradually increased by almost 2.5 times from 2 Bq/kg in juveniles (0+) to 4.7 Bq/kg in adults. Concentration of ⁹⁰Sr decreased by 32% in individuals (1+) compared to juveniles (0+), and increased on 1.5 times in adult fish from 0.8 Bq/kg (0+) to 1.73 Bq/kg. For all radionuclides studied with the exception of ⁴⁰K the accumulation coefficients (K) in adults were 2 times higher than those in young-of-the-year. The highest K rates were recorded for ¹³⁷Cs and ²³²Th. Both artificial and natural radionuclides exhibited high values of K, indicating a significant potential risk of their effects on living organisms. The conducted studies of radioactive contamination levels of fish indicate that fluctuations in the radionuclide contents are due not to the distance from the sources of pollution, but the intensity of radionuclide migration. Although, with increasing age of fish, the concentrations of artificial radionuclides increased in Prussian carp at the Zaporizke reservoir, they did not exceed the MAC and did not affect the food quality of fish. The results can be used to further assess the environmental impacts and risks of the complex impact of harmful substances on the quality of fishery products.*

Key words: the Zaporizke Reservoir, Prussian carp, juvenile fish, adults, natural radionuclides, artificial radionuclides, accumulation coefficient.

Отримано редколегією 15.12.2017