

МОНІТОРИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ^{137}Cs ТА ^{90}Sr РИБАМИ ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Г. Білоконь, Т. Ананьєва, Ю. Присяник*

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, Дніпропетровськ 49010, Україна
e-mail: prosyanik_yulya@mail.ru*

Водні екосистеми Запорізького водосховища забруднені радіонуклідами чорнобильського походження. У зв'язку зі здатністю гідробіонтів до накопичення радіоактивних речовин важливо проводити моніторинг умісту радіонуклідів у рибах з метою мінімізації потрапляння радіонуклідів до організму людини при споживанні рибної продукції. Отримані результати свідчать, що вміст радіонуклідів у досліджуваній рибі не перевищував допустимих рівнів. Результати можуть бути використані при проведенні моніторингових досліджень радіаційного впливу на рибу Запорізького водосховища.

Ключові слова: радіонукліди, питома активність, радіонуклідне забруднення, коефіцієнт накопичення, риба.

Підвищення рівнів умісту штучних радіонуклідів у природі було викликано в основному тривалими випробуваннями ядерної зброї, будівництвом АЕС, техногенними аваріями, наслідками роботи підприємств ядерно-паливного циклу, що призвело до поширення радіоактивних речовин у навколишньому середовищі. Аварія на Чорнобильській АЕС – найбільша техногенна катастрофа у світі, яка різко погіршила радіоекологічну ситуацію у водозборі Дніпра та його водосховищ. Унаслідок аварії близько 9 млн. людей зазнали додаткового опромінення через споживання питної води з Дніпра та до 30 млн. – за рахунок споживання риби та використання забруднених вод річки для зрошення земельних угідь [11].

Запорізьке водосховище є унікальним, оскільки розташоване у Придніпровському промислово-економічному регіоні, провідними галузями якого є чорна та кольорова металургія, хімічна та гірничодобувна промисловість. Екологічний стан є однією з найгостріших проблем у регіоні, який займає провідне місце за рівнем забрудненості навколишнього середовища. З 1950-х років у містах Жовті Води та Дніпродзержинськ здійснювалися видобуток і збагачення уранової сировини – основи ядерного палива. Внаслідок роботи цих підприємств у верхній частині Запорізького водосховища накопичились відходи уранового виробництва, що додатково забруднює водоїму природними техногенно-посиленими радіонуклідами.

Підвищений вміст і сумована дія альтерогенів різного походження можуть знизити стійкість організмів риб до поглинання штучних радіонуклідів. Актуальність дослідження обумовлена можливістю додаткового внеску у формування дозових навантажень при споживанні забрудненої риби промислових видів, а також проблемами, пов'язаними з захистом найбільш радіочутливих представників водної біоти [2, 4, 5, 8, 10].

Метою роботи є визначення рівнів умісту радіонуклідів штучного походження (^{137}Cs та ^{90}Sr) і коефіцієнтів їх накопичення у тканинах риб промислових видів Запорізького водосховища.

Матеріали та методи

Об'єктом досліджень були вибірки таких видів риб: карась сріблястий (*Carassius gibelio* Bloch), плітка звичайна (*Rutilus rutilus* L.), головень європейський (*Squalius cephalus* L.), плоскирка європейська Блісса (*Blicca bjoerkna* L.), щука звичайна (*Esox lucius* L.), окунь звичайний (*Perca fluviatilis* L.), судак звичайний (*Sander lucioperca* L.), товстолобик білий амурський (*Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes), лящ звичайний (*Abramis brama* L.) [13]. Рибу відбирали у нижній частині Запорізького водосховища (с. Військове) протягом 2011–2013 рр. під час весняних контрольних ловів ставними сітками з розмірами вічок від 30 до 150 мм. Для досліджень відбирали не менше 3 кг м'язової тканини риб. Підготовка проб до радіоспектрометричних вимірювань полягала у відділенні м'язів від інших органів і тканин, подрібненні та висушуванні за температури 105°C у сухожаровій шафі. Питому активність радіонуклідів у підготовлених зразках визначали за допомогою сцинтиляційного спектрометра СЕ-БГ-01 «АКП». Обробку спектрів здійснювали за допомогою програмного забезпечення АК-1. Результати досліджень радіонуклідів наведені в бекерелях на кілограм (Бк/кг) сирої, природної ваги. Властивість риб акумулювати радіонукліди визначали в одиницях коефіцієнта накопичення (коефіцієнта концентрування) [1, 12].

Результати і їхнє обговорення

Вміст радіонуклідів у водосховищах України вивчався задовго до аварії на ЧАЕС. У доаварійний період уміст ^{137}Cs у воді Запорізького водосховища становив 0,011–0,016 Бк/л, ^{90}Sr – 0,05–0,07 Бк/л. Найбільші показники відмічались у весняний період під час повені. В період з 1986 по 1997 рр. у Запорізькому водосховищі (за даними обласної СЕС та водоканалу) вміст ^{137}Cs становив 0,037 Бк/л, ^{90}Sr – від 0,061 до 0,34 Бк/л – у 1987 р., 0,22 Бк/л – у 1988 р. та 0,19 Бк/л у 1989 р. У 1990 р. вміст ^{90}Sr становив 0,088 Бк/л. У 1991 р. внаслідок заторних явищ, за даними Укрводрадіології м. Києва, стався вихід води на заплаву р. Прип'ять, що сприяло змиву радіонуклідів і підвищенню рівня забруднення води у Київському водосховищі та нижче розташованих каскадних водосховищах. Уміст ^{90}Sr підвищився в Запорізькому водосховищі до 0,144 Бк/л, в 1992 р. його вміст знизився до 0,055 Бк/л. В 1995 р. внаслідок весняної повені також спостерігалось підвищення рівня ^{90}Sr до 0,1 Бк/л. З 1996 р. по 2012 р. рівень ^{90}Sr у воді стабілізувався і перебував у межах 0,04–0,06 Бк/л, майже на доаварійному рівні. Вміст ^{137}Cs дорівнював 0,03–0,06 Бк/л.

У доаварійний період (70-ті роки) уміст ^{137}Cs становив у риб до 2,7 Бк/кг, ^{90}Sr – до 5,8 Бк/кг. У 1986 р. основними дозоутворюючими радіонуклідами стали ^{137}Cs і ^{90}Sr . Наступні 10 років уміст ^{137}Cs у бентофагів був у 3–12 разів вищим, ніж у фітофагів і хижаків. З 1996 р. вміст радіонуклідів у рибі водосховищ дніпровського каскаду став поступово знижуватись. За оцінками вчених, доаварійні рівні вмісту радіонуклідів у рибі Запорізького водосховища будуть досягнуті тільки у 2046 р. [6, 9, 14].

За результатами наших досліджень виявлено, що за здатністю накопичувати штучні радіонукліди ^{137}Cs у м'язовій тканині види риб можуть бути розташовані в такому порядку: щука > головень > карась > товстолобик > окунь > плітка > плоскирка > лящ > судак > сазан (рис. 1).

За здатністю накопичувати штучні радіонукліди ^{90}Sr у м'язовій тканині види риб можуть бути розташовані у такому порядку: щука > лящ > головень > карась > окунь > судак > сазан > товстолобик > плітка > плоскирка (рис. 2).

Доросла щука – типовий рибоїдний хижак, веде винятково хижий спосіб життя. Щука мешкає на ділянках з уповільненою течією і тримається на глибині. Головень – факультативний зоофаг, що зі збільшенням віку переходить на хижацтво. У водоймах головень виконує важливу біомеліоративну роль, споживаючи смітних і малоцінних риб.

Карась – фоновий промисловий вид. Важливий об’єкт аматорського рибальства. До складу їжі карася входять донні організми та водні рослини, планктон, детрит, личинки комах, безхребетні. Восени та навесні великі особини часто поводяться як хижаки, споживаючи дрібну рибу [3].

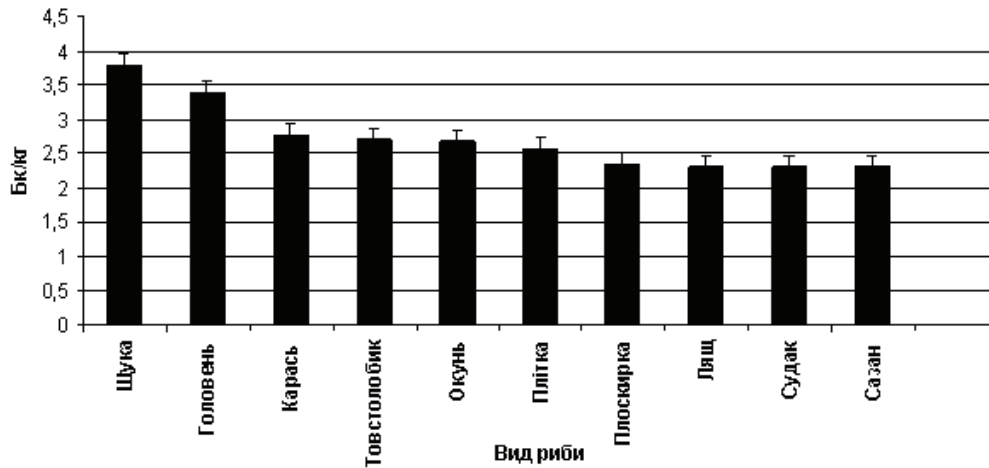


Рис. 1. Вміст радіонуклідів цезію-137 у м'язовій тканині риб Запорізького водосховища, Бк/кг

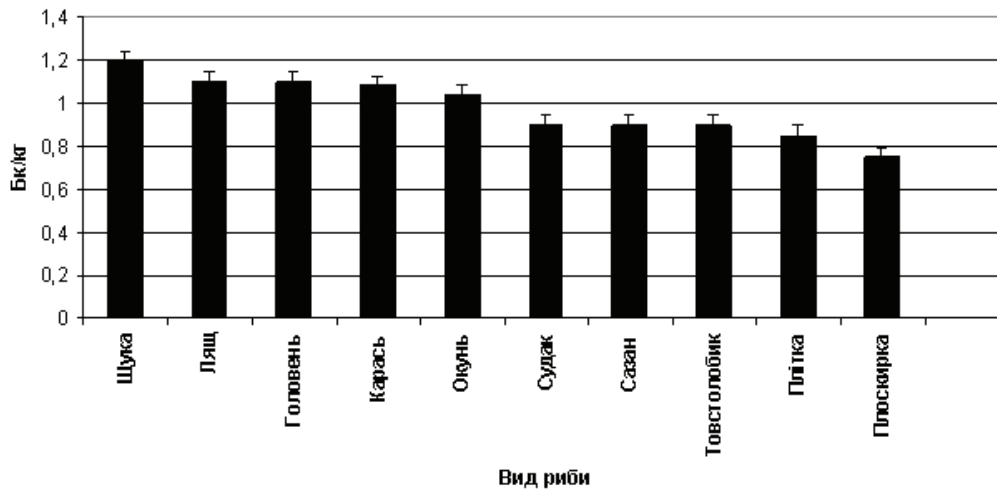


Рис. 2. Вміст радіонуклідів стронцію-90 у м'язовій тканині риб Запорізького водосховища, Бк/кг

Було визначено особливості акумулювання рибами штучних радіонуклідів залежно від їх вмісту у воді (середні показники ^{137}Cs – 0,04 Бк/л; ^{90}Sr – 0,07 Бк/л) (рис. 3).

Коефіцієнти накопичення ^{137}Cs відносно води за період проведення досліджень (весна 2011–2013 рр.) були набагато вищими, ніж ^{90}Sr , та коливались від 52 до 95 для ^{137}Cs , від 10 до 20 для ^{90}Sr . Уміст радіонуклідів у воді водосховища навесні коливався, що можна пов'язати зі збільшенням температури, можливим зливом радіонуклідів з території водозбору та посиленням міграційних процесів у водоймі. Спостерігалася висока кореляційна залежність між умістом радіонуклідів у воді та в рибах (в середньому $r=0,98$). Збільшення вмісту радіонуклідів у воді призводить до збільшення їх у кормових об'єктах, а потім у

рибі – вищій ланці трофічного ланцюга. Найбільші коефіцієнти накопичення ^{137}Cs мають щука, головень та карась, ^{90}Sr – щука, лящ та карась. Таким чином, у Запорізькому водосховищі основну радіаційну небезпеку при споживанні риб у їжу становлять радіонукліди ^{137}Cs .

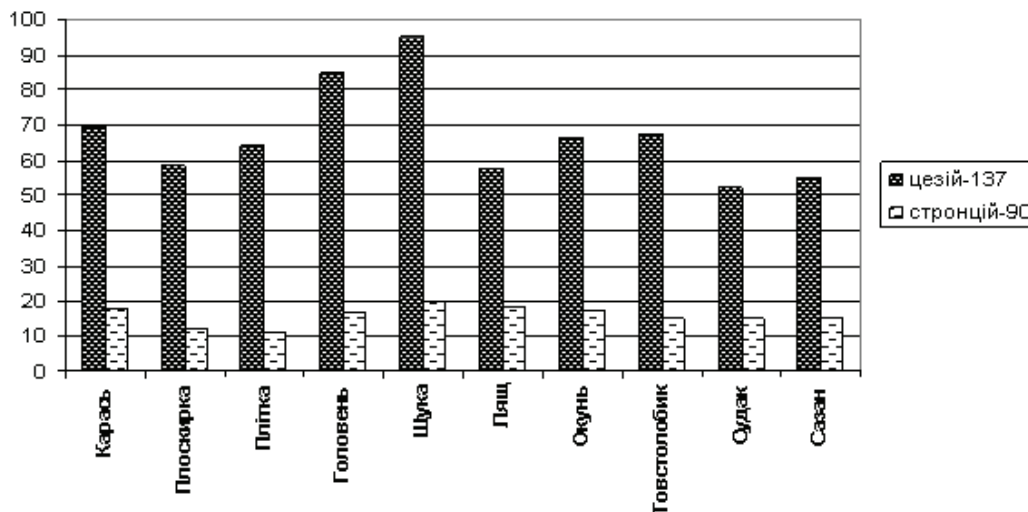


Рис. 3. Коефіцієнти накопичення штучних радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 рибами Запорізького водосховища

У м'язовій тканині риб Запорізького водосховища виявлені радіонукліди чорнобильського походження (^{137}Cs та ^{90}Sr), що не дає змоги виключати загрози для здоров'я населення при споживанні забрудненої радіонуклідами риби. Найбільший вміст штучних радіонуклідів виявили у головеня, щуки (іхтіофаги) та карася (бентофаг). Отримані результати свідчать, що показники вмісту штучних радіонуклідів є значно нижчі за затверджені в Україні норми (^{137}Cs – 150 Бк/кг, ^{90}Sr – 35 Бк/кг) [7]. Рівні вмісту радіонуклідів у рибах залежать від їх концентрації у воді, кормових організмів, віку риби та періоду їх виведення з водної екосистеми. Аналіз даних про забруднення риби Запорізького водосховища показав, що сучасний стан цього показника свідчить про стабілізацію екологічних умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабенко В. В., Казимиров О. С., Рудик О. Ф. Активність бета-випромінних радіонуклідів в лічильних зразках. Методика виконання вимірювань з використанням сцинтиляційних спектрометрів і програмного забезпечення АК-1. НВП «Атом Комплекс Прилад», 1998. 27 с.
2. Білоконь Г. С. Накопичення радіонуклідів в промислових видах риб Дніпровського водосховища // Рибне господарство. 2009. Вип. 66. С. 229–232.
3. Булахов В. Л., Новицький Р. О., Пахомов О. Є. та ін. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (*Cyclostomata*). Риби (*Pisces*). Д.: ДНУ, 2008. 304 с.
4. Волкова Е. Н., Беляев В. В., Гончаренко Н. И. Формирование дозовых нагрузок на рыб Киевского водохранилища // Гидробиол. журнал. 2010. Т. 46. № 6. С. 75–82.
5. Волкова Е. Н., Беляев В. В., Зарубин О. Л. и др. Динамика содержания ^{137}Cs в гидробионтах днепровских водохранилищ // Наук. зап. Тернопіль. нац. пед. ун-ту. Сер. біол. 2005. Вип. 3. С. 66–71.

6. Дворецкий А. И., Рябов Ф. П., Емец Г. П. и др. Запорожское водохранилище. Д.: ДНУ, 2000. 172 с.
7. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-97). К.: МОЗ України. Комітет з питань гігієнічного регламентування НКРЗУ, 1997. 38 с.
8. Зарубин О. Л. Накопление ^{137}Cs головлем *Leuciscus cephalus* (L.) // Гидробиол. журнал. 2010. Т. 46. № 2. С. 95–107.
9. Израэль Ю. А., Соколовский В. Г., Соколов В. Е. и др. Экологические последствия радиоактивного загрязнения природных сред в районе аварии на Чернобыльской АЭС // Атомная энергия. 1988. Т. 64. №1. С. 28–40.
10. Каглян О. Є., Гудков Д. І., Кленус В. Г. та ін. Накопичення ^{90}Sr представниками «мирних» видів риб у водоймах чорнобильської зони відчуження та інших водойм України // Біологічні студії. 2011. Т. 5. № 2. С. 113–120.
11. Кузьменко М. И. Радиоэкологические проблемы водоемов Украины // Гидробиол. журнал. 1998. Т. 34. № 6. С. 95–110.
12. Методика відбору проб сільськогосподарської продукції та продуктів харчування для лабораторного аналізу на вміст радіонуклідів // Довідник для радіологічних служб Мінсільгоспспроду України. К., 1997. С. 3–14.
13. Мовчан Ю. В. Риби України (Таксономія, номенклатура, зауваження) // Зб. пр. Зоологічного музею, 2008–2009. № 40. С. 47–86.
14. Мурзина Т. А. Стронций в гидробионтах малых водоемов степной зоны Украины // Круговорот веществ и энергии в озерах и водохранилищах. 1973. С. 18–21.

Стаття: надійшла до редакції 12.02.14

доопрацьована 07.04.14

прийнята до друку 15.04.14

MONITORING RESEARCHES OF ^{137}Cs AND ^{90}Sr RADIONUCLIDE IN THE ZAPORIZHZHYA RESERVOIR FISHES

G. Bilokon, T. Ananieva, Yu. Prosyaniuk

Oles Gonchar National University of Dnipropetrovsk
72, Gagarin Ave., Dnipropetrovsk 49010, Ukraine
e-mail: prosyaniuk_yulya@mail.ru

The Zaporizhzhya reservoir aquatic systems are polluted by Chernobyl origin radionuclides. In view of hydrobiont capacities to accumulate radioactive materials it is important to conduct the radionuclide content monitoring in fish for minimization of radionuclide content transfer in a human body with fish food. The obtained results show that the radionuclide content in the examined fish doesn't exceed permissible limit. The finding can be used for monitoring researches carrying out the Zaporozhye reservoir fishes radiation load.

Keywords: radionuclides, specific activity, radionuclide pollution, accumulation coefficient, fish.

**МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ
¹³⁷Cs И ⁹⁰Sr РЫБАМИ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА****А. Белоконь, Т. Ананьева, Ю. Просяник**

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
пр. Гагарина, 72, Днепропетровск 49010, Украина
e-mail: prosyanik_yulya@mail.ru*

Водные экосистемы Запорожского водохранилища загрязнены радионуклидами чернобыльского происхождения. Учитывая способности гидробионтов накапливать радиоактивные вещества, важно постоянно проводить мониторинг содержания радионуклидов в рыбе с целью минимизации попадания радионуклидов в организм человека при потреблении рыбы в пищу. Полученные результаты свидетельствуют, что содержание радионуклидов в исследованной рыбе не превышает допустимых уровней. Результаты могут быть использованы при проведении мониторинговых исследований радиационного влияния на рыбу Запорожского водохранилища.

Ключевые слова: радионуклиды, удельная активность, радионуклидное загрязнение, коэффициент накопления, рыба.