

## НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ПРИРОДНОГО ТА ШТУЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ РИБАМИ ПЕРШОТРАВЕНСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛАСТЬ, УКРАЇНА)

Маренков О.М., Корженевська П.О., Голуб І.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара  
вул. Казакова, 24, 17 корпус, 49000, м. Дніпро  
[gidrobions@gmail.com](mailto:gidrobions@gmail.com), [polinka@3g.ua](mailto:polinka@3g.ua), [risia923004@gmail.com](mailto:risia923004@gmail.com)

У статті показані результати дослідження вмісту та порівняльний аналіз накопичення радіоактивних речовин природного і штучного походження ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) тканинами риб Першотравенського водосховища. Дослідження проводили на статовозрілих особинах карася сріблястого (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)), карася звичайного (золотого) (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758), плоскирці звичайної (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758) та лящі звичайному (*Abramis brama* Linnaeus, 1758), які були вилучені у Першотравенському водосховищі під час промислових та контрольно-наукових виловів у осінній період 2019 року. Вміст радіонуклідів визначали на сцинтиляційному спектрометрі гама-випромінювання SEG-001 «АКП-С» та спектрометрі бета-випромінювання СЕБ-01-150 в сертифікованій лабораторії санепідемстанції. З'ясовано, що за вмістом радіонуклідів в тканинах всіх видів риб Першотравенського водосховища провідна роль за рівнем вмісту належить  $^{40}\text{K}$ , а вміст  $^{90}\text{Sr}$  – мінімальний. Найвищий рівень вмісту радіонуклідів серед досліджуваних риб виявлено у карасі сріблястому. Найбільше радіоізотопів акумулюється в кістковій тканині сріблястого карася, що пояснюється спектром живлення еврифага та способом життя. Визначено, що за встановленими коефіцієнтами накопичення радіонуклідів видно, що  $^{90}\text{Sr}$  накопичується з води інтенсивніше, ніж інші радіонукліди. Отримані результати свідчать про те, що показники вмісту радіонуклідів є значно нижчі за затверджені в Україні норми. Рибна продукція водосховища є придатною для споживання людиною, а радіоекологічну ситуацію в Першотравенському водосховищі можна вважати задовільною. Результати досліджень можуть використатись для аналізу екологічного моніторингу біологічного і хімічного стану водного середовища Дніпропетровської області, а також для ефективного наукового забезпеченню розвитку аквакультури регіону. Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням впливу токсикантів різного походження на біологічні показники промислових видів риб. *Ключові слова:* радіонукліди, водосховище, карась, плоскирка, лящ, гідробіоценоз.

**Accumulation of radionuclides of natural and artificial origin by fish of the Pervotravensk reservoir. Marenkov O., Korzhenevska P., Golub I.**

The article presents the results of the study of the content and comparative analysis of the accumulation of radioactive substances of natural and artificial origin ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) by fish tissues of the Pervotravensk reservoir. The study was performed on mature individuals of silver carp (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)), common crucian (golden) (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758), flatworm (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758) and common bream (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) were seized in the Pervotravensk reservoir during industrial and control-scientific catches in the autumn of 2019. The content of radionuclides was determined on a scintillation spectrometer of gamma radiation SEG-001 “AKP-C” and beta radiation spectrometer SEB-01-150 in a certified laboratory of the sanitary epidemiological station. It was found that the content of radionuclides in the tissues of all species of fish of the Pervomaisky Reservoir, the leading role in terms of content belongs to  $^{40}\text{K}$ , and the content of  $^{90}\text{Sr}$  is minimal. The highest level of radionuclides among the studied fish was found in silver carp. Most radioisotopes accumulate in the bone tissue of silver carp, which is explained by the spectrum of nutrition of euryphagus and lifestyle. It is determined that the established coefficients of radionuclide accumulation show that  $^{90}\text{Sr}$  accumulates from water more intensively than other radionuclides. The obtained results indicate that the indicators of radionuclide content are much lower than the norms approved in Ukraine. Fish products of the reservoir are fit for human consumption, and the radioecological situation in the reservoir can be considered satisfactory. The research results can be used for the analysis of ecological monitoring of the biological and chemical state of the aquatic environment of Dnipropetrovsk region, as well as for effective scientific support of aquaculture development in the region. Prospects for further research are related to the study of the effects of toxicants of various origins on the biological performance of industrial fish species. *Key words:* radionuclides, reservoir, crucian carp, flatfish, bream, hydrobiocenosis.

**Постановка проблеми.** Водні екосистеми Дніпропетровської області забруднені радіонуклідами природного та штучного походження. Здатністю до накопичення радіоактивних ізотопів характеризуються риби, які як продукт харчування є головним постачальником радіонуклідів з водних екосистем в організм людини. Відомо, що концентрація радіонуклідів збільшується за трофічним ланцюгом,

максимум накопичення відбувається в його кінцевій ланці – риби, що може негативно вплинути на стан здоров'я населення, оскільки переважна частина видів риб має промислове значення [5]. У зв'язку з цим контроль накопичення радіоактивних елементів в органах і тканинах промислових видів риб має особливе значення і повинен перебувати під постійним спостереженням.

Поряд зі складними екологічними проблемами, пов'язаними з високим розвитком гірничої та металургійної промисловості, Дніпропетровська область характеризується напруженою радіоекологічною ситуацією, яка загострюється роботою підприємств усіх ланцюгів ядерно-паливного циклу. Робота цих підприємств призводить до техногенного розсіювання природних радіонуклідів, що створює загрозу можливого виникнення радіоактивних аномалій в районах їх дії [14, 15].

**Актуальність дослідження.** В умовах сучасної економічної ситуації, що склалася в Україні і, зокрема, в Придніпров'ї, концепція комплексного рибогосподарського використання водойм (як для отримання якісної харчової рибної продукції, так і з метою організації відпочинку населення – рекреації) має відчутну перспективу. Обумовлено це реальною можливістю створення збалансованого промислового навантаження зі збереженням вихідного (аборигенного) іхтіокомплексу і, водночас, утримання природного рівня біологічного різноманіття гідроекосистем малих рік регіону [6].

Першотравенське водосховище знаходиться у північно-західній частині Дніпропетровської області, у 10 км від гирла р. Самоткань. Водопостачання відбувається частково за рахунок накопичення повеневих вод із водозбірної площі басейну р. Самоткань, в основному – шляхом надходження водних мас через систему розташованих вище руслових ставків і водойм-накопичувачів Вільногірського гірничо-збагачувального комбінату (ВГЗК). На даний час на території північно-західній частині Дніпропетровської області функціонують підприємства, що пов'язані із виробництвом цирконієвого та титанового концентратів, мінеральних смол і фосфорних добрив та інші, які також технологічно пов'язані із процесом виробництва відходів із підвищеним рівнем ізотопів радію, торію і урану, а також дочірніми продуктами їх розпаду.

Таким чином, Першотравенське водосховище є значно трансформованою водною екосистемою, що знаходиться під впливом негативних антропогенних чинників [17].

Актуальність вивчення акумулювання радіонуклідів рибами Першотравенського водосховища визначається тим, що такі дослідження дозволяють оцінити зміни рівнів вмісту токсикантів у гідробіонтах, які мають господарське значення. Дані про вміст та розподіл в організмі риб потрібні для вирішення багатьох наукових і практичних завдань. Одне з найважливіших – контроль за якістю рибної продукції та моніторинг біологічного і хімічного стану водного середовища.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Необхідність підвищення рівня безпеки на території колишнього виробничого об'єднання «Придніпровський хімічний завод» викликане

наслідками його діяльності по переробці доменного шлаку, урановмісних концентратів та уранової руди, за період з 1949 по 1991 р.р. На південній частині Придніпровського проммайданчика для утилізації та зберігання відходів уранового виробництва утворено хвостосховища «Західне», «Центральний Яр», «Південно-східне», а за його межами хвостосховища «Дніпровське», «Сухачівське» (перша та друга секція), «Лантанова фракція», хвостосховище по вулиці Сергія Лазо та два сховища відходів уранового виробництва «ДП-6» та «База-С» [10].

У хвостосховищах накопичено до 42 млн. тон відходів переробки уранових руд загальною активністю  $2,7 \times 10^{13}$  Бк, а у сховищах відходів уранового виробництва «ДП-6» та «База-С» накопичено до 0,2 млн. тон відходів уранового виробництва загальною активністю  $4,4 \times 10^{14}$  Бк [15].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літератури вітчизняних та зарубіжних дослідників показує, що аварія на Чорнобильській АЕС та промислова діяльність у Дніпропетровському регіоні призвела до погіршення радіаційного забруднення водойм України, що може призводити до розповсюдження у навколишньому середовищі радіоактивних речовин та потрапляння їх до організму людини [2, 9, 11].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Вивчення розподілу радіоактивних елементів у прісноводних екосистемах становить значний практичний та теоретичний інтерес для дослідження загальних закономірностей міграції, концентрування радіонуклідів у гідробіоценозах та участі в цих процесах живих організмів. Такі дослідження сприяють поглибленому розумінню та прогнозуванню наслідків радіонуклідного забруднення, вивченню процесів природного самоочищення водних екосистем.

Особливий інтерес при вивченні розподілу радіонуклідів в компонентах водних екосистем і їх концентрування живими організмами представляють риби, що займають в гідробіоценозах верхні трофічні рівні, характеризуються порівняно низькою радіостійкістю і входять до раціону харчування людини.

**Новизна.** Автори вперше визначили вмісту основних дозоформуєчих та природних радіонуклідів у тканинах сріблястого карася, плоскирки, золотого карася та ляща Першотравенського водосховища та провели оцінку інтенсивності процесів акумуляції радіонуклідів в тканинах риб водосховища за коефіцієнтами накопичення.

**Методологічне або загальнонаукове значення.** Беручи до уваги особливу актуальність радіоекологічних досліджень, метою роботи було дослідження і порівняльний аналіз накопичення радіоактивних речовин природного і штучного походження ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) в тканинах риб Першотравенського водосховища. Дослідження про-

водилося на статевозрілих особинах карася сріблястого (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)), карася звичайного (золотого) (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758), плоскирці звичайної (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758) та лящі звичайному (*Abramis brama* Linnaeus, 1758), які були вилучені у Першотравенському водосховищу під час промислових та контрольних наукових виловів у осінній період 2019 року.

Відібрані проби луски, кісткової та м'язової тканини висушували при температурі +105 °С до постійної маси, а потім спопеляли при температурі +450 °С до отримання білої золи. Вміст радіонуклідів визначали на сцинтиляційному спектрометрі гама-випромінювання СЕГ-001 «АКП-С» та спектрометрі бета-випромінювання СЕБ-01-150 в сертифікованій лабораторії санепідстанції. Активність радіонуклідів виражена в Бк/кг природної сирової ваги [12].

Коефіцієнт усушки визначали за формулою:

$$X = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%,$$

де X – суха речовина, %; А – маса чашки Петрі, г; В – маса чашки Петрі з наважкою до сушки, г; С – маса чашки Петрі з наважкою після сушки, г.

Концентрацію радіонуклідів розраховували за формулою:

$$C = \frac{K \times j \times v}{P},$$

де C – концентрація радіонуклідів в пробі, Бк/кг; j – концентрація радіонукліду в концентрованій пробі, Бк/кг; v – об'єм розведеної проби, мл; P – вага золи (або сухої тканини), г; K – коефіцієнт озолення (або усушки), г золи/г сирової ваги.

Для характеристики перетворень і міграції радіонуклідів у водних екосистемах у радіоекології при-

йнято застосовувати коефіцієнти накопичення. Ці коефіцієнти демонструють, у скільки разів більшою (чи меншою) може бути активність певного радіонукліда в елементах екосистеми порівняно з навколишнім середовищем [12].

Коефіцієнт накопичення радіонуклідів в тканинах (Kn) визначали за формулою:

$$K_n = C_1 / C_{2(води)},$$

де C<sub>1</sub> – концентрація радіонуклідів у пробі, Бк/кг; C<sub>2(води)</sub> – концентрація радіонуклідів у воді, Бк/кг.

Проби поверхневої води були відібрані у чотирьох точках досліджуваного водосховища. Відібрану воду фільтрували через мембранний фільтр 0,45 мкм для відділення завислих речовин та підкисляли соляною кислотою до рН 2,5. Далі 1 л проби води випарювали насухо, після чого залишок розчиняли в 1 н азотної та 1 н соляної кислоти. Підготовка проб води проводилася відповідно до загальноприйнятих методик [13]. Активність радіонуклідів виражена в Бк/л.

Отримані в ході дослідження цифрові дані піддавались математичній обробці загально визначеними методами варіаційної статистики. Оцінку певності розходження результатів проводили при рівні значущості 5% (p≤0,05). Статистичний аналіз даних проводили за допомогою стандартного пакету програм Microsoft Excel.

**Викладення основного матеріалу.** Аналіз тканин риб Першотравенського водосховища дозволяє зробити висновки про тенденції та обсяги накопичення радіонуклідів різного походження у біологічних тканинах з різним рівнем метаболізму (рис. 1).

За даними ряду авторів, у тілі водних організмів радіонукліди концентруються в більших кількостях, ніж у такій же одиниці об'єму води. Головними шляхами надходження радіонуклідів в організм риби

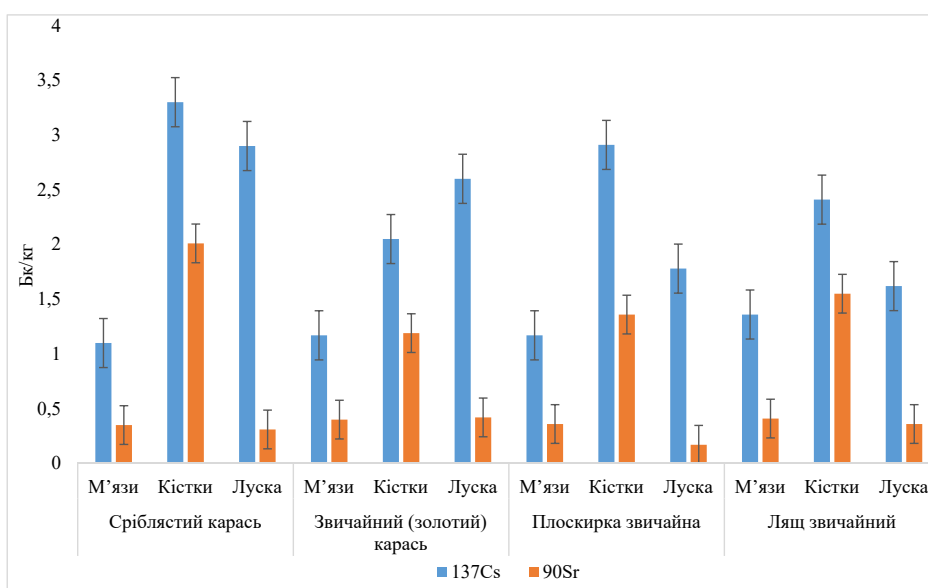


Рис 1. Вміст штучних радіонуклідів у тканинах риб Першотравенського водосховища

є аліментарний – з водою і їжею – та осмотичний – через шкіру, зябра і хвостовий плавець. При низькій концентрації радіонуклідів у воді основну роль в процесі накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у тілі риб відіграє аліментарний шлях [1, 3, 4].

Аналіз дослідження виявив, що рівні вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у риб в м'язовій тканині коливалися в межах від найменшого  $1,11 \pm 0,07$  Бк/кг для сріблястого карася до найбільшого  $1,36 \pm 0,13$  Бк/кг у ляща. Найвищий рівень  $^{137}\text{Cs}$  зафіксовано у кістковій тканині карася сріблястого  $3,3 \pm 1,19$  Бк/кг.

В природних умовах риби споживають їжу, в якій концентрація радіонуклідів значно більша, ніж у воді. Найбільша кількість  $^{90}\text{Sr}$  (до 90 %) концентрується у кістках і лусці риб. В тканинах і внутрішніх органах його концентрація на 1–3 порядки нижча. Відомо, що коропові риби можуть концентрувати до 92 %  $^{90}\text{Sr}$  із їжі і тільки 8 % – із води [7].

Вміст  $^{90}\text{Sr}$  в рибах коливався в межах від 0,17 Бк/кг (у лусці плоскирки) до  $2,01 \pm 0,7$  Бк/кг у скелеті сріблястого карася. В кістковій тканині звичайного карася(золотого), рівень акумуляції  $^{90}\text{Sr}$  в 2 рази менший в порівнянні зі вмістом радіоізоотопу у сріблястому карасі.

Проаналізовано концентрації природних радіонуклідів, що формують радіаційний фон природної екосистеми (рис. 2).

Рівень акумуляції  $^{226}\text{Ra}$  у гідробіонтів водосховища був в найбільшій кількості в кістковій тканині сріблястого карася та складав  $18,69 \pm 6,15$  Бк/кг. Найнижчий рівень  $^{226}\text{Ra}$  зафіксовано в м'язовій тканині золотого карася –  $5,84 \pm 0,48$  Бк/кг, що на 10–12% менше

від вмісту в тканинах сріблястого карася, ляща та плоскирки.

Природний радіонуклід  $^{232}\text{Th}$  в досліджуваних видах риб в найбільшій кількості визначено в кістковій тканині: так в сріблястому карасі показник  $^{232}\text{Th}$  складав  $25,14 \pm 8,4$  Бк/кг; в лящі –  $17,59 \pm 0,06$  Бк/кг; в золотому карасі –  $16,7 \pm 1,71$  Бк/кг, та у плоскирці –  $14,63 \pm 0,07$  Бк/кг. Показник накопичення  $^{232}\text{Th}$  в м'язовій тканині в рази менший від даних акумуляції  $^{232}\text{Th}$  в кістковій тканині. Так, у плоскирці накопичується  $^{232}\text{Th}$  в 8 разів менше в м'язовій тканині, ніж в кістковій, у золотого карася – в 7 разів, у ляща – в 10 разів та у сріблястому карасі в 14 разів.

Радіоізоотоп  $^{40}\text{K}$  в більшій кількості було зафіксовано в лусці золотого карася та складав  $56,38 \pm 1,03$  Бк/кг. Найменше  $^{40}\text{K}$  в золотому карасі містилось в м'язовій тканині, що в 2,5 рази менше ніж в лусковому покриві. Серед інших видів риб радіонуклід  $^{40}\text{K}$  також містився в меншій кількості, саме в м'язовій тканині, в порівнянні із іншими біологічними тканинами середній показник дорівнював  $21,3 \pm 1,12$  Бк/кг.

За результатами наших досліджень виявлено, що за здатністю накопичувати штучні та природні радіонукліди у тканинах всіх риб Першотравенського водосховища можуть бути розташовані в такому порядку:

Луска та м'язова тканина:  $^{90}\text{Sr} > ^{137}\text{Cs} > ^{232}\text{Th} > ^{226}\text{Ra} > ^{40}\text{K}$ ;

Кісткова тканина:  $^{90}\text{Sr} > ^{137}\text{Cs} > ^{226}\text{Ra} > ^{232}\text{Th} > ^{40}\text{K}$ .

У тканинах всіх видів риб провідна роль за рівнем вмісту належить  $^{40}\text{K}$ , а вміст  $^{90}\text{Sr}$  – мінімальний.

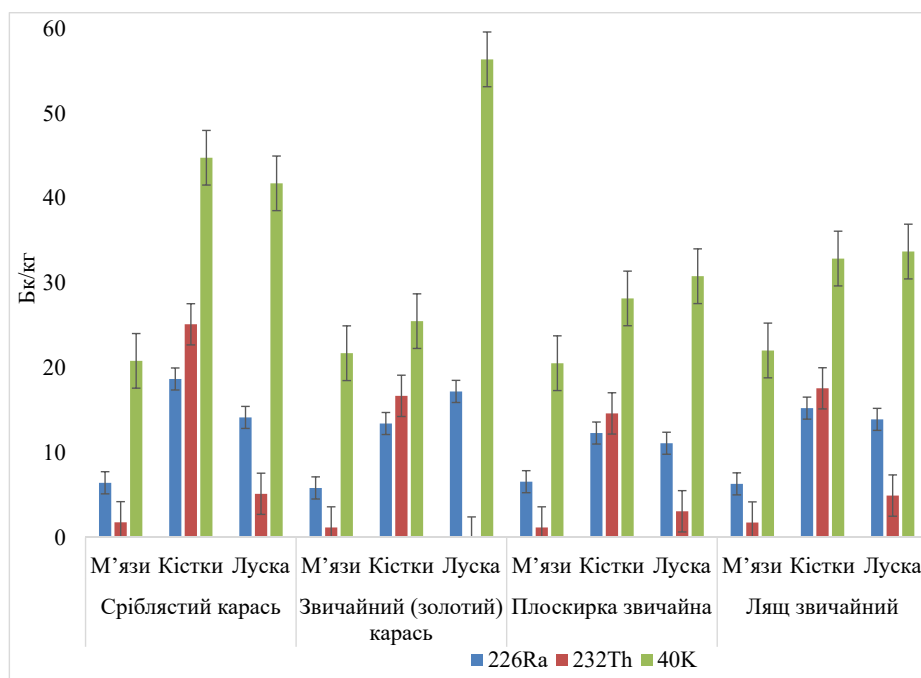


Рис. 2. Вміст природних радіонуклідів у тканинах риб Першотравенського водосховища



Отримані результати свідчать, що показники вмісту штучних радіонуклідів у риби водосховища є значно нижчі за затверджені в Україні норми ( $^{137}\text{Cs}$  – 150 Бк/кг,  $^{90}\text{Sr}$  – 35 Бк/кг) [8].

Для з'ясування особливостей акумулювання радіонуклідів у тканинах срібного карася були визначені коефіцієнти накопичення в залежності від їх вмісту у воді. Для характеристики перетворень і міграції радіонуклідів у водних екосистемах у радіоекології прийнято застосовувати коефіцієнти накопичення. Ці коефіцієнти 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 та гідробіоценозів.

У воді Першотравенського водосховища відзначався незначний рівень штучних радіонуклідів:  $^{137}\text{Cs}$  – 0,03 Бк/л та  $^{90}\text{Sr}$  – 0,05 Бк/л. Ці показники не перевищують українські нормативи ГДК для цих радіонуклідів [8].

Ранговий ряд коефіцієнту накопичення (Кн)  $^{137}\text{Cs}$  у біологічних тканинах гідробіонтів із досліджуваного водосховища: кістки (сріблястий карась (СК)) > луска (СК) > луска (золотий карась (ЗК)) > кістки (лящ (Л)) > кістки (плоскирка (П)) > кістки (ЗК) > луска (П) > луска (Л) > м'язи (Л) > м'язи (ЗК) = м'язи (П) > м'язи (СК). Коефіцієнти накопичення  $^{137}\text{Cs}$  мали найбільше значення у кістках та лусці сріблястого карася.

Ранговий ряд Кн  $^{90}\text{Sr}$ : кістки (СК) > кістки (Л) > кістки (П) > кістки (ЗК) > Луска (ЗК) > м'язи (Л) > м'язи (ЗК) > м'язи (П) > луска (Л) > м'язи (СК) > луска (СК) > луска (П). Найвищі коефіцієнти накопичення у тканинах риб відзначалися для  $^{90}\text{Sr}$ , особливо в кістковій тканині сріблястого карася. Це свідчить про надзвичайно високу щільність зв'язування  $^{90}\text{Sr}$  з біологічними тканинами.

Ранговий ряд Кн  $^{226}\text{Ra}$  у тканинах риб: кістки (СК) > луска (ЗК) > кістки (Л) > луска (СК) > луска (Л) > кістки (ЗК) > кістки (П) > луска (П) > м'язи (П) > м'язи (СК) > м'язи (Л) > м'язи (ЗК). Коефіцієнти накопичення  $^{226}\text{Ra}$  мали найвищий показник для кісткової тканини сріблястого карася.

Ранговий ряд Кн  $^{232}\text{Th}$ : кістки (СК) > кістки (Л) > кістки (ЗК) > кістки (П) > луска (СК) > луска (Л) = луска (ЗК) > луска (П) > м'язи (ЗК) > м'язи (П) > м'язи (СК) > м'язи (Л). Кн  $^{232}\text{Th}$  були найвищими в кістковій тканині карася сріблястого.

Ранговий ряд Кн  $^{40}\text{K}$  у біологічних тканинах риб із досліджуваного водосховища: луска (ЗК) > кістки (СК) > луска (СК) > луска (лящ) > кістки (Л) > луска (П) > кістки (ЗК) > кістки (П) > м'язи (Л) > м'язи (ЗК) > м'язи (СК) > м'язи (П). Коефіцієнти нако-

пичення  $^{40}\text{K}$  мали найбільший показник для луски золотого карася.

Найвищий рівень вмісту радіонуклідів серед досліджуваних риб виявлено у карасі сріблястому. Найбільше радіоізоотопів акумулюється в кістковій тканині сріблястого карася, що пояснюється спектром живлення еврифага (водна рослинність, зоопланктон, зоо- та фітобентос, інші дрібні організми) та способом життя. Карась веде придонний спосіб, а саме в донних відкладеннях акумулюється значна кількість радіонуклідів, за рахунок характерного стилю пошуку їжі (замулення верхніх шарів донних відкладень) радіонукліди переходять із акумульованого в звислий стан.

Таким чином, рівень вмісту досліджуваних радіоізоотопів в іхтіофауні Першотравенського водосховища не перевищував ГДК для риби як харчового продукту, але промисел риби, під впливом негативних антропогенних чинників, потребує постійного моніторингу вмісту радіонуклідів в екосистемах для оцінки надходження цих радіонуклідів в організм людини з рибною продукцією.

**Головні висновки.** З'ясовано, що за вмістом радіонуклідів в тканинах всіх видів риб Першотравенського водосховища провідна роль за рівнем вмісту належить  $^{40}\text{K}$ , а вміст  $^{90}\text{Sr}$  – мінімальний. Найвищий рівень вмісту радіонуклідів серед досліджуваних риб виявлено у карасі сріблястому. Найбільше радіоізоотопів акумулюється в кістковій тканині сріблястого карася, що пояснюється спектром живлення еврифага та способом життя.

Визначено, що за встановленими коефіцієнтами накопичення радіонуклідів видно, що  $^{90}\text{Sr}$  накопичується з води інтенсивніше, ніж інші радіонукліди. Радіонукліди  $^{90}\text{Sr}$  є основним чинником внутрішньої дози опромінення за рахунок штучних радіонуклідів. Аналіз даних показує, що рівні вмісту радіонуклідів у риби залежать від їх концентрації у воді, типу харчування та періоду їх виведення з водної екосистеми.

Отримані результати свідчать про те, що показники вмісту радіонуклідів є значно нижчі за затверджені в Україні норми. Рибна продукція водосховища є придатною для споживання людиною, а радіоекологічну ситуацію в Першотравенському водосховищі можна вважати задовільною.

**Перспективи використання результатів дослідження.** Результати досліджень можуть використатись для аналізу екологічного моніторингу біологічного і хімічного стану водного середовища Дніпропетровської області, а також для ефективного науковому забезпеченню розвитку аквакультури регіону. Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням впливу токсикантів різного походження на біологічні показники промислових видів риб.

#### Література

1. Aitsi-Selmi A. Chernobyl Disaster and Beyond: Implications of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. *Prehosp Disaster Med.* 2016. № 31. P. 1–5.

2. Polina Korzhenevska, Tetiana S. Sharamok, Olena V. Beletska. Environmental status of the taromsky fisheries (Ukraine). *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 2019 № 2. P. 129–140.
3. Takamura N. Lessons from Chernobyl. *Fukushima J Med Sci*. 2011. № 57(2). P. 5–81.
4. Аналіз радіаційного стану навколишнього середовища території України : Наук. праці. 2015. № 53(40). С. 87–92.
5. Волкова О. М, Беляев В. В., Пархоменко О. О., Пришляк С. П. Параметри розподілу радіонуклідів у водоймах різного трофічного статусу. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2014. № 11. С. 127–132.
6. Дворецький А. І, Байдак, Л. А., Сапронова, В. О. До питання про сучасний радіоекологічний стан водойм Придніпров'я. *Науково-організаційний комітет конференції*. 2019. С. 75.
7. Дворецький А. І, Сапронова, В. О., Байдак, Л. А., Маренков, О. М., Білоконь, Г. С., Присяняк, Ю. І., & Зайченко, О. Ю. Радіоекологія водойм Придніпров'я. Київ, 2016. 108 с.
8. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді (ДР-97). МОЗ України, Комітет з питань гігієнічного регламентування НКРЗУ. Київ, 1997. 38 с
9. Зайченко Е. Ю, Севериновская, Е. В., Дворецкий, А. И., Маренков, О. Н., Белоконь, А. С. Екологічна небезпека радіаційно-хімічного забруднення придніпровського регіону. *Екологія і природокористування*. 2014. № 18. 84–94 с.
10. Запорожское водохранилище. Дворецкий А. И., Рябов Ф. П., Емец Г. П., Галинский В. Л. и др. Днепропетровск : Вид-во ДНУ, 2000. 172 с.
11. Маренков О. М, Дворецький А. І., Білоконь Г. С. Особливості вмісту штучних та природних радіонуклідів у рибах з різним типом живлення. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології* (Дніпропетровськ, 30 вересня – 2 жовтня 2010 р.). Дніпропетровськ, 2010. С. 102–104.
12. Методика відбору проб с.-г. продукції та продуктів харчування для лабораторного аналізу на вміст радіонуклідів. Довідник для радіологічних служб Мінсільгосппроду України. Київ, 1997. С. 3–14.
13. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / під заг. ред. В. Д. Романенка. Київ, 2006. 408 с.
14. Науково-методичний супровід і обґрунтування регламентів комплексного моніторингу впливу уранових об'єктів колишнього ВО «ПХЗ» на навколишнє природне середовище та населення: Звіт про науково-дослідну роботу. Київ, 2005. Т. 4. 148 с.
15. Пилипенко О. В, Капля О. І., Беліков А. С. Аналіз стану радіаційного забруднення хвостосховищ режимної території колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ». *Вісник ПДАБА: До 80-річчя Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2010. № 8. С. 36–41.
16. Скиба В. В. Оцінка міграції  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у водних екосистемах рибоводних ставків на радіоактивно забруднених територіях Лісостепу: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 екологія; Житомирський національний агроекологічний університет, 2010.
17. Харитонов М. М. Екологічна оцінка якості води річки Самоткань у районі видобутку поліметалічних руд. *Agrology*. 2019, № 1, С. 22–26.