

УДК 597.08

**ВАЖКІ МЕТАЛИ В ТКАНИНАХ І ОРГАНАХ СРІБЛЯСТОГО КАРАСЯ
(*CARASSIUS AURATUS GIBELIO*) ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

О. Федоненко, Т. Ананьєва, Н. Єсіпова

*Дніпропетровський національний університет
вул. Наукова, 13, Дніпропетровськ 49050, Україна
e-mail: ananievatv@mail.ru*

Вміст важких металів визначали у тканинах і органах сріблястого карася (*Carassius auratus gibelio*) методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Отримані дані порівнювали зі значеннями прийнятих гранично-допустимих концентрацій (ГДК) досліджуваних важких металів у рибних продуктах. Як видно з отриманих даних, внутрішні органи можна розташувати у порядку зростання рівня вмісту важких металів *м'язи* < *гонади* < *селезінка* < *печінка*, що узгоджується з інтенсивністю обмінних процесів у них, з відмінностями їх фізіологічної структури і хімічного складу. Відзначені статеві розходження в нагромадженні важких металів у м'язах, печінці, гонадах; у самців вміст мікроелементів вищий, ніж у самиць. Високий рівень важких металів в організмі карася зумовлений бентосним типом живлення риби.

Ключові слова: важкі метали, карась сріблястий (*Carassius auratus gibelio*), тканини біологічні, статеві відмінності, вікові відмінності, Запорізьке водосховище.

У басейні Дніпра карась є одним із найпоширеніших видів риб і важливим промисловим об'єктом. У Запорізькому водоймищі переважно трапляється сріблястий карась (*Carassius auratus gibelio*). За період 2001–2005 рр. вилов карася у середньому становив 17% від загального рибного промислу. Необхідно зазначити, що за останні п'ять років промисловий улов карася знизився внаслідок браконьєрського лову, а також зі збільшенням забруднення водного середовища токсикантами [4, 7, 9].

З величезного числа забруднюючих речовин найбільш істотними в останні роки вважаються важкі метали, бо на відміну від забруднювачів органічної природи вони не розкладаються, а, зазнаючи змін, перерозподіляються між компонентами екосистеми, постійно перебуваючи в ній [8]. Важкі метали спричиняють мутагенний і тератогенний ефекти, мають високу токсичність, проявляють синергізм, підсилюючи дію інших токсикантів на біоту й людину.

Оскільки в Запорізькому водосховищі, що перебуває під потужним пресом техногенного забруднення, карась є одним із основних об'єктів промислового й аматорського лову, становить інтерес вивчення рівнів нагромадження важких металів у органах і тканинах представників цього виду, вживаних людиною у їжу. У зв'язку із цим метою нашої роботи стало дослідити вміст важких металів у тканинах і органах карася, відібраного із промислових уловів у нижній ділянці Запорізького водосховища.

Матеріалом для дослідження слугувала риба виду *Carassius auratus gibelio* (сріблястий карась), відібрана з мережних і неводних уловів, яку виловлювали влітку 2004 р. й узимку – навесні 2005 р. на нижній ділянці Запорізького водосховища.

Вміст важких металів визначали у тканинах риб методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії після висушування зразків до постійної ваги при $t=105^{\circ}\text{C}$ і наступно-

го озолування при $t=500^{\circ}\text{C}$. Результати обробляли статистично загальноприйнятими методами варіаційної статистики [5] і представляли як середнє значення зі середньоквадратичним відхиленням не більше 7% при $n=6-10$.

Отримані дані порівнювали зі значеннями прийнятих гранично-допустимих концентрацій (ГДК) досліджуваних важких металів у рибних продуктах [1].

У популяції сріблястого карася, як правило, чисельність самців нижча від чисельності самиць, аж до повної їх відсутності. Разом з тим, одностатеві популяції під впливом зовнішніх умов можуть змінюватись у бік збільшення чисельності самців [3]. Даний факт одержав відображення у статевій і віковій структурі досліджуваних нами вибірок срібного карася із промислових уловів. Чисельність самиць превалювала приблизно у 2 рази з більш широкою віковою варіабельністю. Таким чином, у результаті проведених досліджень отримані дані по нагромадженню важких металів в органах і тканинах різновікових самиць (2–5 років) і самців (3–4 років) сріблястого карася.

У м'язах самиць нагромаджується найменша кількість важких металів порівняно з іншими органами, однак при цьому їхні концентрації значно перевищують допустимі рівні, насамперед у особин 3-річного віку. Так, вміст свинцю перевищував значення ГДК в 1,2 разу у 3-річок і в 1,9 разу у 2-річок; нікелю – у 8,0 разів у 3-річок й у 4,6 разу у 4-річок; заліза – у 2,1 разу. Виявлена в м'язах 3-річних самиць карася концентрація кадмію 0,9 мг/кг становила 4,7 ГДК. Концентрації міді, марганцю, цинку перебували в межах допустимих значень (табл. 1).

Печінка як детоксикаційний орган організму накопичує найбільшу кількість важких металів. У самиць карася в печінці виявлені значні перевищення ГДК за вмістом таких елементів, як нікель (від 6,8 разу у 4-річок до 35,6 разу у 3-річок), залізо (від 2,8 разу у 2-річок до 4,1 разу у 3-річок), кадмій (від 2 ГДК у 4-річок до 3 ГДК у 2-річок).

У гонадах самиць нагромаджуються значні кількості нікелю (42,4 ГДК); вміст заліза й цинку перевищував допустимі рівні відповідно в 3,5 й 2,1 разу.

Необхідно зазначити, що найбільш інтенсивне нагромадження важких металів відбувається у тканинах статевозрілих особин порівняно з 2-річними. При цьому у 3-річних особин виявлений вищий вміст важких металів у тканинах порівняно з 4-річними. Таку закономірність, імовірно, можна пов'язати з гормональною активацією обмінних процесів у 3-річних особин, які фізіологічно нерестяться вперше.

Таблиця 1

Вміст важких металів у тканинах і органах самиць сріблястого карася (*Carassius auratus gibelio*) Запорізького водосховища (мг/кг, $M \pm m$, $n=6-10$)

Тканини, органи	Вік, роки	Вміст мікроелементів, мг/кг						
		Cd	Pb	Ni	Cu	Mn	Zn	Fe
М'язи	2	–	1,9±0,13	0,5±0,07	4,9±0,34	0,9±0,06	21,1±1,48	2,1±0,15
	3	0,9±0,06	1,2±0,08	4,0±0,31	4,7±0,33	10,4±0,73	11,8±0,83	63,1±4,42
	4	–	0,5±0,04	2,3±0,16	3,2±0,22	3,0±0,21	17,9±1,25	2,2±0,16
Печінка	2	0,6±0,04	1,1±0,08	4,8±0,34	9,6±0,67	4,9±0,34	10,5±0,74	86,4±6,05
	3	–	0,6±0,07	17,8±1,25	11,5±0,81	26,8±1,88	23,8±1,67	122,1±8,55
	4	0,4±0,03	0,3±0,02	3,4±0,24	14,8±1,04	2,2±0,15	73,0±5,11	106,8±7,48
Гонади	3	–	–	21,2±1,48	8,3±0,58	7,0±0,50	85,7±6,0	106,5±7,46
	4	–	–	2,4±0,17	2,2±0,15	1,1±0,78	47,0±3,29	0,9±0,07
	5	–	0,2±0,01	1,9±0,13	2,5±0,18	8,0±0,56	60,4±4,23	20,5±1,45

Результати досліджень вмісту важких металів у тканинах і органах самців карася *Carassius auratus gibelio* наведені у табл. 2. У м'язах 3-річних самців карася відзначено нагромадження свинцю до 1,9 ГДК, по інших досліджуваних елементах перевищення ГДК не виявлене. У печінці цих же особин риб виявлені підвищені концентрації заліза – 2,8 ГДК, нікелю – 9,6 ГДК, кадмію – 3,0 ГДК.

У 4-річних самців карася в м'язах спостерігався найбільший вміст нікелю, що перевищував значення ГДК у 7 разів. Інші досліджені мікроелементи були присутні в кількостях, допустимих нормативними показниками. У печінці концентрація заліза перевищувала ГДК у 12,7 разу, нікелю – у 13,4 разу, вміст цинку відповідав гранично припустимому, вміст кадмію перевищував ГДК у 2,0 рази. У селезінці вміст цинку становив 2,1 ГДК, заліза – 8,9 ГДК, нікелю – 11 ГДК, кадмію – 4,7 ГДК. У гонадах самців карася концентрація цинку перевищувала ГДК у 2,2 разу, нікелю – у 4,2 разу, кадмію – в 4 разу. У зябрах відзначене нагромадження нікелю в кількості 8,8 ГДК, кадмію – в 1,75 ГДК. У цілому метали нагромаджувалися в органах і тканинах самців більшою мірою, ніж у самиць. Це, можливо, пов'язане з тим, що в самиць у нагульний період відбуваються інтенсивні репродукційні процеси.

Як видно з отриманих даних, розглянуті важкі метали розподіляються в органах і тканинах карася нерівномірно. Це пояснюється, з одного боку, різною нагромаджуючою здатністю тканин риб, що обумовлено їх неоднаковою хімічною та фізіологічною структурою і складом, а також різним рівнем обміну речовин [2, 6]. Високі концентрації мікроелементів, як правило, виявляються в більш активних у ферментативному сенсі органах (печінці, селезінці, гонадах).

За здатністю до накопичення важких металів внутрішні органи риб можна розташувати у зростаючому порядку *м'язи < гонади < селезінка < печінка*, що узгоджується з інтенсивністю обмінних процесів у цих органах [2].

Високий вміст важких металів в організмі карася зумовлений типом харчування останнього: карась веде придонний спосіб життя й акумулює у собі токсиканти, які "поховані" у ґрунтах. Таким чином, карась накопичує значну кількість важких металів, що є результатом сумарного ефекту їхнього нагромадження з води, донних відкладень і корму, який він поїдає.

Вміст у тканинах і органах сріблястого карася Запорізького водосховища важких металів (залізо, нікель, цинк і кадмій) перевищують ГДК для рибних продуктів. Відзначені статеві відмінності в нагромадженні важких металів у м'язах, печінці, монадах: у

Таблиця 2

Вміст важких металів у тканинах і органах самців сріблястого карася (*Carassius auratus gibelio*) Запорізького водосховища (мг/кг, $M \pm m$, $n=6-10$)

Тканини, органи	Вік, роки	Вміст мікроелементів, мг/кг						
		Cd	Pb	Ni	Cu	Mn	Zn	Fe
М'язи	3	–	1,9±0,13	0,5±0,04	4,9±0,34	0,9±0,08	21,1±1,54	2,1±0,16
Печінка	3	0,6±0,04	1,1±0,08	4,8±0,35	9,6±0,67	4,9±0,51	10,5±1,73	86,4±6,06
М'язи	4	–	0,06±0,01	3,5±0,26	2,9±0,2	1,4±0,1	23,5±1,65	1,1±0,08
Печінка	4	0,41±0,03	0,5±0,08	6,7±0,47	5,1±0,38	2,3±0,16	56,1±3,93	382,4±26,76
Селезінка	4	0,94±0,07	0,6±0,07	5,5±0,39	3,2±0,22	2,0±0,25	84,9±5,94	267,9±18,75
Гонади	4	0,81±0,06		2,1±0,15	6,3±0,44	1,7±0,12	87,8±6,16	23,2±1,52
Зябри	4	0,35±0,05	0,1±0,01	4,4±0,31	1,6±0,12	17,7±1,32	29,1±2,37	16,5±1,16

самців вміст мікроелементів вищий, ніж у самиць. Відзначені вікові особливості щодо нагромадження важких металів у тканинах і органах карася: у самиць найбільша кількість мікроелементів виявляється в тканинах 3-річних особин, нагромадження металів у статевозрілих особин вище, ніж у 2-річок; а у самців вміст важких металів вищий в органах і тканинах 4-річних самців порівняно з 3-річними.

1. Временные гигиенические нормативы содержания некоторых химических элементов в пищевых продуктах. МЗ СССР. М., 1981.
2. *Евтушенко Н. Ю., Данилко О. В.* Особенности накопления тяжелых металлов в тканях рыб Кременчугского водохранилища // Гидробиол. журн. 1996. Т. 32. № 4. С. 65–66.
3. *Зубкова Е. И., Зеленин А. И., Бирюкова С. А.* Особенности накопления микроэлементов у серебряного карася из водоемов Молдавии // Экологич. биохимия рыб. Т. 1. Ярославль, 1989. С. 140–141.
4. *Кораблева А. И.* Оценка уровня загрязнения Запорожского водохранилища тяжелыми металлами и предложения по разработке природоохранных мероприятий. Днепропетровск, 1991. 65 с.
5. *Лакин Г. Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
6. *Малыревская А. Е.* Динамика накопления тяжелых металлов // Гидробиол. журн. 1994. Т. 27. № 4. С. 58–62.
7. *Нахшина Е. П.* Микроэлементы в водохранилищах Днепра. К.: Наук. думка, 1983. 160 с.
8. *Торшин С. П., Удельнова Т. М., Ягодин Б. А.* Микроэлементы, экология и здоровье человека // Успехи сов. рем. биологии. 1990. Т. 109. Вып. 2. С. 279–292.
9. *Федоненко О. В., Єсіпова Н. Б.* Сучасний промисловий іхтіокомплекс Запорізького водосховища та його характеристика // Рибне госп-во. Вип. 63. К., 2004. С. 242–245.

HEAVY METALS IN TISSUES AND ORGANS OF CYPRINID (*CARASSIUS AURATUS GIBELIO*) IN THE ZAPORIZHKE RESERVOIR

O. Fedonenko, T. Ananieva, N. Esipova

*Dnipropetrovsk National University
13, Naukova St., Dnipropetrovsk 49050, Ukraine
e-mail: ananievatv@mail.ru*

The heavy metal contents were measured in tissues and organs of the cyprinid (*Carassius auratus gibelio*) by the method of atomic-absorption spectrophotometry. Obtained data were compared to value means of the Permissible Limited Concentrations (PLC) of investigated heavy metals in the fish foods. Results indicated that consequent row could be posited with internal organs by heavy metal contents in them, as follows: *muscles* < *gonades* < *spleen* < *liver*. That is satisfied to the intensity of metabolic processes, variability of physiological structure and chemical contents of those organs. It had been found sexual differences in accumulation of heavy metals in muscles, liver and gonades. The males showed higher level of microelement contents in comparison to females. The high levels of heavy metals contents have been conditioned with benthos nutrition type of that fish species.

Key words: heavy metals, cyprinid (*Carassius auratus gibelio*), tissues biological, male/female variations, age variations.

Стаття надійшла до редколегії 21.02.08
Прийнята до друку 28.02.08