УДК 628.394.17:546

# ВИДОВІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ТА НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНІЗМАХ РИБ-БЕНТОФАГІВ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

***А.П. Мельник, Н.М. Власова, О.М. Колос, О.В. Діденко***

*Інститут рибного господарства НААН*

*Досліджено вміст важких металів в органах і тканинах риб-бентофагів: ляща (Abramis brama L.), плітки (Rutilus rutilus L.), плоскирки (Blicca bjoerkna L.) Кременчуцького водосховища. Встановлено, що за вмістом важких металів в органах і тканинах, в напрямі збільшення їх концентрації, можна представити такий ряд: лящ < плоскирка < плітка.*

***Ключові слова:*** *Кременчуцьке водосховище, важкі метали, риби-бентофаги, токсиканти, органи і тканини риб.*

Кременчуцьке водосховище — одне з шести водосховищ на р. Дніпро. Це найбільше за площею водосховище на Україні і відзначається найвищою рибопродуктивністю [1, 2]. З самого початку свого існування, воно перебуває під впливом складного комплексу антропогенних екологічних чинників (відходи комунального господарства, промислових і сільськогосподарських виробництв [3, 4].

Особлива роль у вивченні процесів, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища, належить мікроелементам, головним чином важким металам, які є одночасно і компонентами життєво важливих біологічних систем (ферментів, гормонів тощо) і продуктами техногенного походження, що потрапляють в навколишнє середовище в результаті індустріальної і сільськогосподарської діяльності.

Погіршення якості води в забруднених водоймах робить негативний вплив на умови нагулу, живлення, нересту риб, знижує ефективність їх природного відтворення і, отже, чисельність популяції в цілому. Спостерігається також зниження якості продуктів переробки промислових риб унаслідок акумуляції в їх організмах важких металів. Протягом останніх 20 років неодноразово реєструвалася загибель ікри, личинок і молоді риб, унаслідок чого рибне господарство зазнає багатомільйонних збитків як від недолову риби в природних водоймищах, так і від зниження ефективності рибогосподарських заходів і погіршення якості рибної продукції [6 - 9].

В даний час практично всі рибогосподарські водойми, в тій або іншій мірі, забруднені важкими металами. Риби здатні акумулювати їх навіть в тих випадках, коли вміст їх у водному середовищі не перевищує встановлених гранично допустимих норм. У зв'язку з цим виникає серйозна проблема загрози здоров'ю людини, оскільки риба є одним з основних продуктів харчування [5, 6]

Мета даної роботи – виявити загальні тенденції вмісту і розподілу важких металів в організмі риб-бентофагів: ляща (*Abramis brama L.*) плітки (*Rutilus rutilus L.*), плоскирки (*Blicca bjoerkna L.*) Кременчуцького водосховища.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проведені навесні 2004 та 2008 рр. на Кременчуцькому водосховищі р. Дніпро. Об'єктами досліджень були 4-7-річки ляща, 4-8-річки плітки та 4-8-річки плоскирки. У воді, а також в м'язах, зябрах, печінці, нирках, шкірі досліджуваних риб визначали вміст заліза (Fe), цинку (Zn), марганцю (Mn), міді (Cu), нікелю (Ni), кобальту (Co), свинцю (Pb) та кадмію (Cd).

Проби води 500 мл фіксували 2,5 мл азотної кислоти (марки х.ч.) і випаровували до об'єму 5 - 10 мл. Проби органів та тканин масою близько 10 г висушували в сушильній шафі за температури $108^0$С до постійної маси. Потім їх спалювали за методом мокрого озолювання в азотній кислоті (марки х.ч.) протягом 12 – 18 годин до повного знебарвлення суміші, в яку додавали 5 – 6 краплин 30%-го пероксиду водню (марки х.ч.) [11, 12]. Кількісне визначення концентрації важких металів у воді та органах і тканинах статевозрілих риб-бентофагів здійснювали прямим всмоктуванням розчину у пропан-бутан-повітряне полум'я за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра С-115-М1.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дані щодо вмісту важких металів у воді Кременчуцького водосховища наведені в таблиці 1.

Концентрація у воді заліза та кадмію в середньому була в межах нормативних показників, а цинку, марганцю, міді, нікелю, кобальту та свинцю перевищувала, відповідно, у 1,9; 28,1; 4,2; 1,6; 1,3 та 2,8 разу (див.табл. 1).

*Таблиця 1.* **Вміст важких металів у воді Кременчуцького водосховища, мкг/л**

| Місце відбору проб | Важкі метали, мкг/л | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fe | Zn | Mn | Cu | Ni | Co | Pb | Cd |
| о. Сосна | 123,9 | 36,3 | 46,2 | 5,4 | 21,0 | 19,8 | 39,9 | 1,86 |
| о. Лебихівка | 830,7 | 18,3 | 783,3 | 6,0 | 23,4 | 15,9 | 35,4 | 1,32 |
| Жовнінські о-ви | 79,4 | 4,3 | 11,9 | 1,3 | 4,1 | 2,4 | 10,0 | 0,08 |
| Середнє | 344,7±172,1 | 19,0±6,5 | 280,5±177,9 | 4,2±1,0 | 16,2±4,3 | 12,7±3,7 | 28,4±6,6 | 1,10±0,37 |
| ГДК | 1000,0 | 10,0 | 10,0 | 1,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 5,0 |

Закономірності накопичення важких металів і особливості їх розподілу в органах та тканинах ляща, плітки та плоскирки наведені в таблицях 2,3.

Вміст заліза в органах і тканинах ляща варіював в межах від 10,6 (м'язи) до 74,5 (печінка) мг/кг сирої маси, плітки – 7,5 (м'язи) – 73,2 (шкіра) мг/кг сирої маси, плоскирки – 13,3 (м'язи) – 91,0 (печінка) мг/кг сирої маси. Органи і тканини ляща за інтенсивністю поглинання цього металу можна розташувати в такий ряд: печінка, шкіра > зябра > нирки > м'язи; плітки – шкіра > зябра > печінка > нирки > м'язи; плоскирки – печінка, шкіра, нирки > зябра > м'язи.

Вміст цинку в органах і тканинах ляща варіював в межах від 2,4 (м'язи) до 23,3 (шкіра) мг/кг сирої маси; плітки – 2,4 (м'язи) – 92,7 (нирки) мг/кг сирої маси; плоскирки - 1,3 (м'язи) – 25,1 (зябра) мг/кг сирої маси. За показником його накопичення органи і тканини ляща розміщуються наступним чином: шкіра > зябра, печінка > нирки > м'язи; плітки - нирки > зябра > шкіра печінка > м'язи; плоскирки - шкіра > зябра > печінка > нирки > м'язи.

*Таблиця 2.* **Вміст Fe, Zn, Mn та Cu у органах і тканинах ляща, плітки і плоскирки Кременчуцького водосховища, мг/кг сирої маси**

| Органи і тканини | Вид риби | Fe | Zn | Mn | Cu |
|---|---|---|---|---|---|
| м'язи | Лящ | 15,9 ± 2,3 | 3,2 ± 0,3 | 0,25 ± 0,03 | 0,36 ± 0,03 |
| | Плітка | 13,3 ± 1,6 | 4,5 ± 0,7 | 0,14 ± 0,01 | 0,28± 0,02 |
| | Плоскирка | 22,2 ± 3,5 | 3,6 ± 0,7 | 0,29 ± 0,02 | 0,53± 0,13 |
| зябра | Лящ | 41,8 ± 7,3 | 13,3 ± 2,6 | 3,19 ± 0,18 | 0,69± 0,03 |
| | Плітка | 43,5 ± 8,2 | 44,6 ± 8,5 | 1,33 ± 0,15 | 0,80± 0,05 |
| | Плоскирка | 32,4 ± 5,8 | 15,2 ± 3,7 | 2,17 ± 0,44 | 0,79± 0,02 |
| печінка | Лящ | 54,5 ± 6,9 | 13,6 ± 0,8 | 0,49 ± 0,07 | 7,44 ± 1,12 |
| | Плітка | 36,3 ± 5,5 | 17,6 ± 3,9 | 0,28 ± 0,04 | 4,63 ± 0,98 |
| | Плоскирка | 52,6 ± 10,0 | 12,7 ± 0,8 | 0,51 ± 0,05 | 5,54 ± 1,14 |
| нирки | Лящ | 37,8 ± 5,2 | 8,1 ± 0,7 | 0,16 ± 0,01 | 0,95 ± 0,14 |
| | Плітка | 26,5 ± 4,8 | 66,1 ± 10,0 | 0,14 ± 0,02 | 1,11 ± 0,14 |
| | Плоскирка | 56,4 ± 8,4 | 10,1 ± 1,9 | 0,30 ± 0,05 | 1,47 ± 0,37 |
| шкіра | Лящ | 54,1 ± 9,9 | 18,1 ± 1,7 | 0,44 ± 0,08 | 1,53± 0,13 |
| | Плітка | 50,6 ± 7,7 | 36,6 ± 7,4 | 0,45 ± 0,09 | 0,91± 0,11 |
| | Плоскирка | 54,8 ± 7,8 | 17,4 ± 2,2 | 0,79 ± 0,12 | 0,91± 0,10 |

Вміст марганцю в органах і тканинах ляща варіював в межах від 0,14 (м'язи, нирки) до 3,93 (зябра) мг/кг сирої маси, плітки – 0,07 (нирки) – 1,96 (зябра) мг/кг сирої маси, плоскирки – 0,23 (нирки) – 3,96 (зябра) мг/кг сирої маси. Органи і тканини ляща за величиною вмісту марганцю розташовуються в наступній послідовності: зябра > печінка > шкіра > м'язи > нирки; плітки - зябра > шкіра > печінка > нирки, м'язи; плоскирки - зябра шкіра > печінка > нирки, м'язи.

Вміст марганцю в органах і тканинах ляща варіював в межах від 0,14 (м'язи, нирки) до 3,93 (зябра) мг/кг сирої маси, плітки – 0,07 (нирки) – 1,96 (зябра) мг/кг сирої маси, плоскирки – 0,23 (нирки) – 3,96 (зябра) мг/кг сирої маси. Органи і тканини ляща за величиною вмісту марганцю розташовуються в наступній послідовності: зябра > печінка > шкіра > м'язи > нирки; плітки - зябра > шкіра > печінка > нирки, м'язи; плоскирки - зябра шкіра > печінка > нирки, м'язи.

Вміст міді в органах і тканинах ляща звичайного варіював в межах від 0,23 (м'язи) до 10,29 (печінка) мг/кг сирої маси; плітки – 0,24 (м'язи) – 5,41 (печінка) мг/кг сирої маси; плоскирки – 0,24 (м'язи) – 9,73 (печінка) мг/кг сирої маси. Органи і тканини ляща за інтенсивністю поглинання цього металу можна розташувати в наступний ряд: печінка > шкіра > нирки > зябра > м'язи; плітки - печінка > нирки > шкіра >зябра > м'язи; плоскирки - печінка > нирки > шкіра >зябра > м'язи.

Вміст нікелю в органах і тканинах бентофагів ляща варіював в межах від 0,24 (м'язи) до 8,31 (шкіра) мг/кг сирої маси; плітки – 0,31 (м'язи) – 3,77 (зябра) мг/кг сирої маси; плоскирки – 0,71 (печінка) – 5,04 (шкіра) мг/кг сирої маси. Органи і тканини ляща за величиною його вмісту розташовуються в наступній послідовності: шкіра > зябра > печінка > м'язи > нирки; плітки - зябра > нирки > шкіра > м'язи > печінка; плоскирки - шкіра > зябра > нирки > печінка > м'язи.

*Таблиця 3.* **Вміст Ni, Co, Pb та Cd у органах і тканинах ляща, плітки і плоскирки Кременчуцького водосховища, мг/кг сирої маси, весна 2009 р.**

| Органи і тканини | Вид риби | Ni | Co | Pb | Cd |
|---|---|---|---|---|---|
| м'язи | Лящ | 0,39 ± 0,05 | 0,14 ± 0,02 | 0,55 ± 0,09 | 0,019 ± 0,005 |
| | Плітка | 0,65 ± 0,10 | 0,10 ± 0,01 | 0,42 ± 0,05 | 0,036 ± 0,011 |
| | Плоскирка | 1,39 ± 0,09 | 0,21 ± 0,05 | 0,56 ± 0,05 | 0,031 ± 0,011 |
| зябра | Лящ | 1,41 ± 0,09 | 0,33 ± 0,04 | 0,70 ± 0,06 | 0,035 ± 0,011 |
| | Плітка | 2,13 ± 0,36 | 0,35 ± 0,06 | 1,28 ± 0,17 | 0,060 ± 0,009 |
| | Плоскирка | 2,13 ± 0,58 | 0,32 ± 0,08 | 1,17 ± 0,31 | 0,042± 0,003 |
| печінка | Лящ | 1,34 ± 0,20 | 0,09 ± 0,02 | 0,49 ± 0,08 | 0,039 ± 0,002 |
| | Плітка | 0,62 ± 0,07 | 0,19 ± 0,04 | 0,43 ± 0,06 | 0,043 ± 0,005 |
| | Плоскирка | 1,52 ± 0,36 | 0,16 ± 0,05 | 0,46 ± 0,11 | 0,031 ± 0,005 |
| нирки | Лящ | 0,36 ± 0,06 | 0,09 ± 0,02 | 0,44 ± 0,07 | 0,101 ± 0,014 |
| | Плітка | 1,64 ± 0,27 | 0,26 ± 0,07 | 0,52 ± 0,06 | 0,268 ± 0,088 |
| | Плоскирка | 2,07 ± 0,08 | 0,20 ± 0,03 | 0,51 ± 0,10 | 0,179 ± 0,025 |
| шкіра | Лящ | 5,47 ± 0,69 | 0,15 ± 0,03 | 1,15 ± 0,15 | 0,019± 0,002 |
| | Плітка | 1,41 ± 0,12 | 0,17 ± 0,05 | 0,74 ± 0,04 | 0,055± 0,007 |
| | Плоскирка | 2,43 ± 0,66 | 0,19 ± 0,07 | 0,81 ± 0,10 | 0,043± 0,012 |

Концентрація кобальту в органах і тканинах ляща коливалась в межах від 0,02 (шкіра) до 0,49 (зябра) мг/кг сирої маси; плітки – 0,04 (печінка) – 0,55 (зябра) мг/кг сирої маси; плоскирки – 0,03 (шкіра) – 0,56 (зябра) мг/кг сирої маси. Органи і тканини ляща за величиною вмісту кобальту розташовуються в наступній послідовності: зябра > шкіра, м'язи > нирки, печінка; плітки - зябра > нирки > печінка, шкіра > м'язи; плоскирки - зябра > м'язи, нирки, шкіра > печінка.

Вміст свинцю в органах і тканинах ляща змінювався в межах від 0,21 (м'язи) до 1,71 (шкіра) мг/кг сирої маси; плітки – 0,25 (м'язи) – 1,91 (зябра) мг/кг сирої маси; плоскирки – 0,13 (печінка) – 2,39 (зябра) мг/кг сирої маси. Органи та тканини ляща за величиною його вмісту розташовуються в наступній послідовності: шкіра > зябра > м'язи > печінка > нирки, плітки - зябра > шкіра > нирки > печінка, м'язи та плоскирки - зябра > шкіра > м'язи > нирки > печінка.

Концентрація кадмію в органах і тканинах ляща коливалась в межах від 0,011 (шкіра) до 0,156 (нирки) мг/кг сирої маси; плітки – 0,011 (м'язи) – 0,611 (нирки) мг/кг сирої маси; плоскирки – 0,013 (м'язи, печінка) – 0,246 (нирки) мг/кг сирої маси. Органи і тканини ляща за величиною вмісту цього металу розташовуються в наступний ряд: нирки > печінка > зябра > шкіра, м'язи; плітки - нирки > зябра > шкіра > печінка > м'язи; плоскирки - нирки > зябра, шкіра > м'язи, печінка.

Як видно з отриманих даних (див. табл. 2, 3), в досліджених органах і тканинах важкі метали розподіляються нерівномірно і їх накопичення залежить

не тільки від хімічних властивостей самого металу, а також і від функціональних особливостей органів, їх кумулятивної активності та виду риб.

У ляща Fe, Zn, Ni та Pb в значній кількості акумулюються в шкірі; Mn, Co – зябрах; Cd – нирках, Fe та Cu - печінці. Вміст Pb в печінці дорівнював 1,15 ± 0,12 і перевищував гранично допустимі концентрації (ГДК) у 1,2 разу (за ГДК 1,0 мг/кг сирої маси).

У плітки Mn, Ni, Co та Pb в значній кількості акумулюються в зябрах; Cu – печінці; Zn та Cd в нирках, Fe – шкірі. Вміст Zn в зябрах та нирках дорівнював 44,6 ± 8,5 та 66,1 ± 0,10 відповідно і перевищував ГДК у 1,1 та 1,6 разу, відповідно(за ГДК 40,0 мг/кг сирої маси, ), Pb в зябрах та Cd в нирках дорівнював 1,28 ± 0,17 та 0,268 ± 0,088 і перевищував ГДК в 1,3 разу (за ГДК 1,0 та 0,2 мг/кг сирої маси, відповідно).

У плоскирки Fe та Cu в значній кількості акумулюються в печінці; Mn, Co та Pb – зябрах; Ni та Zn – шкірі; Cd – нирках. Вміст важких металів не перевищував ГДК.

Загальний вміст Zn, Mn, Cu та Cd у м'язах, Fe, Zn, Cu, Ni, Co, Pb та Cd у зябрах, Zn, Co, та Cd у печінці, Zn, Co, Pb та Cd у нирках, Zn та Cd у шкірі плітки був значно більшим, ніж у плоскирки і ляща. Загальний вміст Fe, Ni, Co та Pb у м'язах, Fe, Mn, Ni та Co у печінці, Fe, Mn, Ni та Cu у нирках, Fe, Mn, та Co у шкірі плоскирки був значно більшим, ніж у плітки і ляща. Слід також відмітити більш високий вміст Mn у зябрах, Cu у печінці, Cu, Ni та Pb у шкірі ляща, ніж плоскирки і плітки. Ступінь накопичення важких металів в органах і тканинах досліджених риб-бентофагів певним чином залежить від способу їх живлення. В напрямі збільшення їх концентрації можна представити такий ряд: лящ < плоскирка < плітка.

## ВИСНОВКИ

В досліджених органах і тканинах риб важкі метали розподіляються нерівномірно і їх накопичення залежить не тільки від хімічних властивостей самого металу, а також і від функціональних особливостей органів, їх кумулятивної активності та виду риб.

Більшість досліджуваних важких металів в значних кількостях накопичуються в органах і тканинах, що безпосередньо контактують з навколишнім водним середовищем.

Ступінь накопичення важких металів в органах і тканинах досліджених риб-бентофагів певним чином залежить від способу їх живлення. В напрямі збільшення їх концентрації можна представити такий ряд: лящ < плоскирка < плітка.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *В.І. Вишневський*. Річки і водойми України. Стан і використання. – К.: Наук. думка, 2000. – 236 с.
2. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / А.И. Денисова, В.М. Тимченко, Е.П. Нахшина и др. Отв. Ред. М.А. Шевченко; АН УССР. Институт гидробиологии. – К.: Наук. думка, 1989. – 216 с.

3. Економіка і екологія водних ресурсів Дніпра / Шевчук В.Я., Гусев М.В., Мазуркевич О.О. та інш. – К.: Вища школа, 1996. – 207 с.
4. *Романенко В.Д., Сиренко Л.А., Федоровский А.Д.* Экологические проблемы Днепра в ретроспективе и на современном этапе // Гидробиол. журн. – 1998. – т. 34, № 6. – С. 22 – 34.
5. *Перевозников М.А., Богданова Е.А.* Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах. Санкт-Петербург: ГОСНИОРХ, 1999. - 228 с
6. *Гандзюра В.П.* Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металлами. – К.: ВГЛ Обрії, 2002 – 248 с.
7. *Мур Дж. Рамамурти.* Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. – М.:Мир, 1987. – 312.
8. *Лукьяненко В.И.* Экологические аспекты ихтиотоксикологии. – М: ВО Агропромиздат, 1987. – 240 с.
9. *Комаровский Ф.Я.,Полищук Л.Р.* Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде: миграция, накопление, токсичность для гидробионтов // Гидробиол. журн. – т. 17, №5. – С. 123-135.
10. *Воробьев В.И.* Биогеохимия и рыбоводство. – Саратов: МП Литера, 1993. - 224 с.
11. *Лурье Ю.Ю.* Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
12. *Хавезов И., Цалев Д.* Атомно-абсорбционный анализ. – Л.: Химия, 1983.–144 с.

## ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМАХ РЫБ-БЕНТОФАГОВ КРЕМЕНЧУГСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*А.Ф. Мельник, Н.М. Власова, Н.Г. Михайленко, А.В. Диденко*

Исследовано содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыб-бентофагов - леща (*Abramis brama L.*), плотвы (*Rutilus rutilus L.*) и густеры (*Blicca bjoerkna L.*) Кременчугского водохранилища. Установлено, что за содержанием тяжелых металлов в органах и тканях в направлении увеличения их концентрации можно представить такой ряд: лещ < густера < плотва.

***Ключевые слова:*** *Кременчуцкое водохранилище, тяжелые метали, рыбы-бентофаги, токсиканты, органы и ткани рыб.*

## SPECIFIC FEATURES OF DISTRIBUTING AND ACCUMULATION Of HEAVY METALS ARE IN ORGANISMS Of THE FISHES BENTOPHAGES Of KREMENCHUG STORAGE POOL

*A. Melnik, N. Vlasova, E. Kolos, A. Didenko*

Maintenance of heavy metals is investigational in organs and fabrics of the fishes bentophages - bream (*Abramis brama L.*), roach (*Rutilus rutilus L.*) and white bream (*Blicca bjoerkna L.*) of the Kremenchug storage pool. It is set that after maintenance of heavy metals in organs and fabrics in the direction of increase of their concentration it is possible to present such row: bream < white bream < roach.

***Key words:*** *Kremenchuk reservoir, heavy metals, benthos-eating fishes, toxicants, fish organs and tissues.*