

5. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К., 2001. 204 с.
6. McMullen T.P.W., Lewis R.N.A.H., McElhaney R.N. Cholesterol–phospholipid interactions, the liquid-ordered phase and lipid rafts in model and biological membranes. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. 2004. Vol. 8. P. 459—468.
7. Rog T., Pasenkiewicz-Gierula M., Vattulainen I., Karttunen M. Ordering effects of cholesterol and its analogues. *Biochim. et Biophys. Acta*. 2009. Vol. 1788. P. 97—121.

**УДК 546.723 : (597.551.2+ 597.552.1)**

**ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ТА РОЗПОДІЛУ  
ОКРЕМИХ МЕТАЛІВ У ТКАНИНАХ РИБ ЗА УМОВ  
ПІДВИЩЕНОГО ВМІСТУ ІОНІВ Fe<sup>3+</sup> У ВОДНОМУ  
СЕРЕДОВИЩІ**

**Хоменчук В.О., Рабченко О.О., Логінов С.О., Курант В.З.**

Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка

E-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua

Підвищення концентрації металів у водному середовищі призводить до надмірного їх акумулювання в організмі гідробіонтів, включно риб. Зростання концентрації металів у функціонально важливих органах і тканинах (і в першу чергу в крові) змінює процеси синтезу макромолекул, функціонування ферментативних систем та співвідношення метаболітів у всьому організмі [4].

Метаболічно активні тканини (з'ябра, печінка, нирки та м'язи) мають високу здатність до біоаккумуляції і тому можуть використовуватися для оцінки забруднення водного середовища металами [6]. Саме тому ми намагалися з'ясувати, як підвищені концентрації іонів Fe<sup>3+</sup> у воді впливають на біонакопичення Феруму та перерозподіл Мангану і Купруму у окремих тканинах та органах коропа і щуки.

Дослідження проведено на дворічках коропа (*Cyprinus*

*carpio* L.) і щуки (*Esox lucius* L.) з середньою масою 300-350 г. Вивчали вплив іонів  $Fe^{3+}$  на рибу в концентраціях 0,2 і 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським гранично допустимим концентраціям (ГДК). Необхідні концентрації іонів металу у воді створювали внесенням солі  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  кваліфікації “х.ч.”. Рибу під час аклімації не годували. Період утримування риби експериментальних умовах становив 14 діб.

Рибу забивали шляхом декапітації і проводили екстерпацію зябрових дуг, передньої долі печінки, нирок та білих м'язів спини. Всі процедури відбору тканин виконували при 4<sup>0</sup>С. Для дослідження вмісту важких металів використовували методику Мур Дж. та Раммамурті С. [2]. Наважки тканин спалювали в нітратній кислоті у співвідношенні 1:5 (маса:об'єм). Вміст Феруму, Мангану та Купруму визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115М. Всі одержані експериментальні дані оброблено статистично з використанням пакету “Microsoft Excel”.

Найбільший вміст Феруму виявлено в печінці та зябрах обох видів риби та нирках щуки (табл. 1). Це свідчить, що підвищення концентрацій Феруму призводить до вибіркового акумулювання металів тканинами риби. Так, спостерігається пропорційне зростання акумуляції металу зябрами із зростанням вмісту іонів Феруму у воді від 0,2 до 0,5 мг/дм<sup>3</sup>. В печінці обох видів риби акумулювання Феруму за дії досліджуваних концентрацій іонів  $Fe^{3+}$  нами відмічено не було.

Відомо [1; 3], що головним депонуючим органом у риби є скелетні м'язи. В наших дослідженнях виявлено невисокий вміст Феруму в цій тканині. У м'язах щуки відмічено зростання вмісту Феруму на 44,3% за впливу 0,2 мг/дм<sup>3</sup> іонів  $Fe^{3+}$ , тоді як дія 0,5 мг/дм<sup>3</sup> призводила до зниження цього показника на 22,9% відносно контролю. Біоакумулювання Феруму в м'язовій тканині коропа за впливу обох досліджуваних концентрацій іонів  $Fe^{3+}$  не спостерігалось. В нирках коропа спостерігалось зниження вмісту Феруму при обох концентраціях іонів  $Fe^{3+}$ , а у щуки лише за впливу 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Виявлене явище може свідчити про наявність різних механізмів, які регулюють процеси накопичення та виділення металів в організмі досліджених видів.

Відомо, що перехідні метали Купрум та Манган є життєво необхідними для усіх тварин, включно риби, які в процесі еволюції

виробили складні механізми підтримання їх необхідної кількості в організмі [7].

Аналіз отриманих результатів показав, що за впливу 0,2 мг/дм<sup>3</sup> іонів Феруму у воді достовірних змін у кількості Мангану та Купруму в досліджуваних тканинах коропа не було (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст Феруму, Купруму та Мангану у тканинах коропа за дії підвищених концентрацій іонів Fe<sup>3+</sup> (мг/кг сирової тканини, M±m, n=5)

Вміст іонів Fe <sup>3+</sup> у воді	Короп											
	Зябра			Печінка			М'язи			Нирки		
	Fe	Mn	Cu	Fe	Mn	Cu	Fe	Mn	Cu	Fe	Mn	Cu
Контр- троль	87,1± 8,2	0,78 ± 0,08	1,20 ± 0,20	154,0 ± 8,1	0,50 ± 0,10	10,53 ± 0,77	39,8 ± 3,1	0,49 ± 0,11	0,75 ± 0,12	87,4 ± 6,6	0,60 ± 0,08	1,70 ± 0,23
0,2 мг / дм <sup>3</sup>	100,8 ± 7,8	0,80 ± 0,10	1,18 ± 0,15	142,9 ± 16,5	0,65 ± 0,10	11,88 ± 1,25	26,2 ± 6,7	0,58 ± 0,17	0,93 ± 0,12	70,5 ± 3,4*	0,50 ± 0,06	1,83 ± 0,19
0,5 мг / дм <sup>3</sup>	132,4 ± 5,2*	0,40 ± 0,01*	1,70 ± 0,11	143,4 ± 12,8	0,45 ± 0,05	14,65 ± 1,33	36,5 ± 2,4	0,25 ± 0,05	0,75 ± 0,05	61,7 ± 6,6*	0,80 ± 0,08	1,50 ± 0,13
	Щука											
Контр- троль	147,1 ± 18,8	0,12 ± 0,01	2,00 ± 0,19	349,3 ± 21,0	0,11 ± 0,01	2,77 ± 0,2	43,6 ± 5,2	0,10 ± 0,01	1,61 ± 0,06	142,5 ± 14,5	0,27 ± 0,03	2,42 ± 0,48
0,2 мг / дм <sup>3</sup>	250,6 ± 17,0*	0,21 ± 0,07	2,21 ± 0,23	384,3 ± 17,2	0,17 ± 0,04	1,14 ± 0,12*	62,9 ± 5,4*	0,11 ± 0,02	2,02 ± 0,23	95,88 ± 15,0*	0,20 ± 0,04	2,88 ± 0,33
0,5 мг / дм <sup>3</sup>	309,6 ± 22,1*	0,16 ± 0,03	1,86 ± 0,18	339,9 ± 22,4	0,17 ± 0,04	3,10 ± 0,20	33,6 ± 6,5	0,13 ± 0,03	1,90 ± 0,22	136,7 ± 17,3	0,24 ± 0,05	3,76 ± 0,40

Примітка: \* – зміни порівняно з контролем достовірні (P<0,05).

Разом з тим, підвищення концентрації іонів Fe<sup>3+</sup> до 0,5 мг/дм<sup>3</sup> у зазначений термін призводило до зменшення кількості Мангану у тканинах зябер та печінки і зростання кількості акумульованого металу у нирках коропа. Припускають, що Манган та Ферум конкурують за сайти зв'язування у зябровому епітелії риб [5]. Антагонізм у накопиченні Мангану відмічався і у тканинах нирок, де кількість Феруму зменшувалася, а вміст Мангану зростав.

Вміст Купруму за впливу 0,5 мг/дм<sup>3</sup> іонів Fe<sup>3+</sup> зростає у тканинах зябер та печінки коропа, а у тканинах щуки дія 0,2 мг/дм<sup>3</sup> іонів металу призводила до зниження кількості Купруму в печінці та зростання його вмісту в м'язах та нирках.

Отже, зміни у розподілі Купруму та Мангану у організмі прісноводних риб, викликані підвищеними концентраціями іонів Fe<sup>3+</sup> у воді, в першу чергу, визначаються видовими особливостями та концентрацією іонів металу у водному середовищі.

Список літератури:

1. Лав М.Р. Химическая биология рыб / М.Р. Лав. М.: Пищевая промышленность, 1976. 349 с.
2. Мур Дж. Тяжелые металлы в природных водах / Дж. Мур, С. Рамамурти. М.: Мир, 1987. 265 с.
3. Хоменчук В.О. Біохімічні особливості проникнення і розподілу деяких важких металів в організмі коропа лускатого: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.04 «Біохімія». Львів, 2003. 18 с.
4. Homeostasis and Toxicology of Essential Metals / Wood C. M., Farrel A. P., Brauner C. J., Eds.; Academic Press: London, 2012. 497 p.
5. Playle R.C., Dixon D.G., Burnison K. Copper and cadmium binding to fish gills: modification by dissolved organic carbon and synthetic ligands. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2011. P. 2667–2677.
6. Speciation of lead, copper, zinc and antimony in water draining a shooting range—Time dependent metal accumulation and biomarker responses in brown trout (*Salmo trutta* L.) / L.S. Heier, I.B. Lien, A.E. Stromseng [et al.] // *Science of the Total Environment*. 2009. P. 4047–4055.
7. Wood Chris M. Homeostasis and toxicology of essential metals edited / Chris M. Wood, Anthony P. Farrell, Colin J. Brauner // *Fish Physiology*. – London: Academic Press. – 2011. Volume 31. Part A. P. 1–497.