

УДК 628.394.17:546

ВМІСТ ТА РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ ПРОМИСЛОВИХ ВИДІВ РИБ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

А.П. Мельник, С.В. Курганський, Н.М. Власова, Н.Г. Михайленко

Інститут рибного господарства УААН, м. Київ

Розподіл важких металів в органах і тканинах промислових видів риб Київського водосховища, характеризується неоднорідністю і залежить від їх фізико-хімічних властивостей та функціональних особливостей органів і тканин риб. У найбільшій кількості мідь, залізо і цинк накопичуються в печінці, марганець та кобальт — у зябрах. Токсичні метали (свинець, кадмії) більшою мірою концентруються в зябрах та шкірі.

У сучасних умовах р. Дніпро та його водосховища зазнають інтенсивного антропогенного впливу, особливо після аварії на Чорнобильській АЕС. Інтерес до вмісту важких металів у рибах басейну Дніпра різко зріс порівняно не давно і пов'язаний із збільшенням антропогенного навантаження на водні екосистеми цього регіону, що порушує природний кругообіг хімічних елементів [1, 2].

Важкі метали є невід'ємною складовою частиною організмів риб, оскільки багато сполук цих елементів входять до складу ферментів, вітамінів, гормонів. Без їх участі неможливі дихання, утворення крові, білковий, вуглеводний і жировий обмін. Небезпека зміни фонового вмісту металів пояснюється тим, що індивідуальна потреба гідробіонтів у цих елементах дуже мала, а надходження із зовнішнього середовища їх надмірних кількостей при-

зводить до різних токсичних ефектів і порушення життєдіяльності [3, 4].

Дані про мікроелементний склад органів і тканин риб можна використовувати для оцінки якості водоймища. Риби займають у біоценозах водних екосистем верхній трофічний рівень і мають яскраво виражену здатність разом з іншими гідробіонтами накопичувати метали. Підвищений вміст металів в організмі риб свідчить про значну їх концентрацію у водному середовищі, акумуляції останніх у харчових ланцюгах, функціональному порушенні в усіх ланках екосистеми [5, 6].

Знання про склад і кількість металів у тканинах (передусім у м'язовій) промислових риб мають важливе практичне значення. Риби є одним з компонентів харчового раціону населення і надмірний вміст металів у рибопродуктах відбивається на здоров'ї людини, як споживачі продукції.

Мета роботи — виявити загальні тенденції вмісту і розподілу важких металів (заліза, цинку, марганцю, міді, нікелю, кобальту, кадмію та свинцю) в організмах промислових риб Київського водосховища.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили навесні 2007 р. на Київському водосховищі р. Дніпро. Об'єктами досліджень були статевозрілі промислові риби (лящ, карась, плоскирка, синець, краснопірка та чехоня). Вміст важких металів (залізо, цинк, марганець, мідь, нікель, кобальт, свинець, кадмій) визначали у воді, м'язах, зябрах, печінці, нирках, шкірі дослідних риб.

Проби води по 500 мл фіксували 2,5 мл азотної кислоти (марки х.ч.) і випаровували до об'єму 5–10 мл. Проби органів та тканин риб масою близько 10 г висушували в сушильній шафі за температури 108°C до постійної маси. Потім їх спалювали за методом мокрого озолування в азотній кислоті (марки х.ч.) протягом 12–18 год до повного знебарвлення суміші, в яку додавали додатково 5–6 краплин 30% пероксиду водню (марки х.ч.) [7]. Кількісне визначення концентрації важких металів у воді та органах і тканинах промислових риб здійснювали прямим усмоктуванням розчину у пропан–бутан–повітряне полум'я за допомогою

атомно-абсорбційного спектрофотометра С-115-М1.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дані вмісту важких металів у воді Київського водосховища наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Вміст важких металів у воді Київського водосховища, мг/л

Метал	Концентрація	ГДК
Залізо	60,9	1000
Цинк	1,2	10
Марганець	10,2	10
Мідь	3,0	1
Нікель	4,2	10
Кобальт	2,4	10
Свинець	14,4	10
Кадмій	0,36	5

Концентрація у воді заліза, цинку, марганцю, нікелю, кобальту та кадмію була в межах нормативних показників, а свинцю та міді перевищувала відповідно у 1,5 та 3 рази.

Проведений аналіз дав можливість визначити закономірності накопичення важких металів і особливості їх розподілу в органах та тканинах статевозрілих дослідних риб, результати якого наведено в табл. 2. Вміст заліза в органах та тканинах варіював у межах 2,8–201,6 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща і карася за інтенсивністю поглинання цього металу можна розташувати в такий ряд: зябра > печінка > шкіра, нирки > м'язи; синця та краснопірки — нирки > шкіра > зябра > печінка > м'язи; плоскирки — шкіра > зябра > нирки > печінка > м'язи; чехоні — печінка > зябра > нирки > шкіра > м'язи. Зябра, печінка, нирки та шкіра характеризується більш високим вмістом заліза в організмах риб. Воно депонується у печінці як складні залізобілкові комплекси і витрачається для синтезу гемоглобіну і багато інших гемопротейнів. Зябра, нирки та шкіра відіграють певну роль у його обміні між довкіллям та організмом. Найбільший вміст заліза в органах та тканинах дослідних риб спостерігався у краснопірки

Таблиця 2. Вміст важких металів у органах і тканинах зоо- та бентофагів Київського водосховища, мг/кг сирової маси, весна 2007 р.

Вид риби	Вік риби	м'язи	зябра	печінка	нирки	шкіра
		Fe			ГДК – відсутнє	
Лящ	5	12,9	34,5	26,4	21,0	64,3
	8	20,2	45,9	32,9	18,2	20,0
Карась	10	16,7	59,0	41,7	27,2	24,0
Плоскирка	7	18,2	84,0	23,2	48,3	201,6
Синець	6	13,9	29,0	17,1	62,6	54,1
Краснопірка	8	18,4	65,1	46,4	198,2	68,9
Чехоня	6	2,8	45,3	150,5	36,1	29,9
		Zn			ГДК – 40,0	
Лящ	5	3,5	9,9	18,2	9,0	24,7
	8	4,6	9,9	13,8	7,4	18,5
Карась	10	18,0	102,0	22,1	44,3	35,1
Плоскирка	7	4,7	16,7	54,8	14,1	37,4
Синець	6	5,7	11,9	17,1	10,0	31,1
Краснопірка	8	5,70	0,40	0,18	0,22	0,29
Чехоня	6	4,7	26,8	21,0	17,3	28,3
		Mn			ГДК – відсутнє	
Лящ	5	0,38	2,04	0,37	0,18	0,61
	8	0,17	1,30	0,31	0,08	0,36
Карась	10	0,24	2,08	0,82	0,37	0,27
Плоскирка	7	0,10	1,74	0,67	0,18	0,54
Синець	6	0,34	3,39	0,24	0,40	1,18
Краснопірка	8	0,72	1,64	0,72	1,36	0,91
Чехоня	6	0,66	2,25	2,38	1,75	1,11
		Cu			ГДК – 10,0	
Лящ	5	1,25	1,47	13,94	1,37	4,41
	8	1,55	1,66	7,31	1,49	2,14
Карась	10	2,40	2,72	25,46	2,46	2,64
Плоскирка	7	1,28	2,66	14,86	3,78	3,60
Синець	6	2,14	1,33	8,95	3,13	3,27
Краснопірка	8	1,41	2,06	16,56	3,73	4,71
Чехоня	6	1,26	6,00	10,74	2,77	2,78
		Ni			ГДК – відсутнє	
Лящ	5	0,17	0,85	0,10	0,40	0,67
	8	0,17	0,98	0,23	0,14	0,45
Карась	10	1,00	1,32	0,26	0,20	1,10
Плоскирка	7	0,30	1,53	0,54	0,09	1,26
Синець	6	0,84	0,68	0,01	1,32	1,18
Краснопірка	8	0,75	1,29	0,69	1,16	2,22

Вид риби	Вік риби	м'язи	зябра	печінка	нирки	шкіра	
		Fe			ГДК – відсутнє		
Чехоня	6	0,18	1,80	0,01	0,31	1,00	
		Co			ГДК – відсутнє		
Лящ	5	0,05	0,27	0,10	0,14	0,05	
	8	0,01	0,16	0,04	0,08	0,04	
Карась	10	0,08	0,32	0,05	0,03	0,04	
Плоскирка	7	0,10	0,46	0,11	0,07	0,15	
Синець	6	0,05	0,27	0,01	0,06	0,06	
Краснопірка	8	0,15	0,40	0,18	0,22	0,29	
Чехоня	6	0,03	0,22	0,01	0,18	0,05	
		Pb			ГДК – 1,0		
Лящ	5	0,79	1,02	0,82	0,50	1,15	
	8	0,66	0,87	0,76	0,47	0,66	
Карась	10	0,60	1,67	0,78	0,79	0,55	
Плоскирка	7	0,65	1,41	1,20	0,70	1,70	
Синець	6	0,43	0,83	0,67	0,81	0,97	
Краснопірка	8	0,72	1,64	0,72	1,36	0,91	
Чехоня	6	0,66	2,25	2,38	1,75	1,11	
		Cd			ГДК – 0,2		
Лящ	5	0,014	0,023	0,031	0,042	0,001	
	8	0,014	0,017	0,004	0,031	0,001	
Карась	10	0,001	0,013	0,011	0,041	0,004	
Плоскирка	7	0,013	0,020	0,007	0,036	0,015	
Синець	6	0,003	0,015	0,001	0,020	0,001	
Краснопірка	8	0,028	0,025	0,014	0,066	0,035	
Чехоня	6	0,003	0,018	0,001	0,025	0,001	

та плоскирки. Також відмічено високий рівень заліза в шкірі плоскирки, нирках краснопірки та печінці чехоні.

Концентрація цинку в органах та тканинах дослідних риб коливалась від 3,5 до 102 мг/кг сирової маси. За показником його накопичення органи та тканини ляща і синця розміщуються таким чином: шкіра > печінка > зябра > нирки > м'язи; карася — зябра > нирки > шкіра > печінка > м'язи; плоскирки — печінка > шкіра > зябра > нирки > м'язи; краснопірки — зябра > шкіра > нирки > печінка > м'язи; чехоні — шкіра > зябра > печінка > нирки > м'язи. Цинк входить до складу багатьох ферментів, його надлишок або

нестача призводить до порушення всіх функцій ферментативних систем і пригнічення функціонального стану різних бар'єрних апаратів організму. В органах дослідних риб цинк рівномірно розподіляється по органах і тканинах. Відмічено високий вміст цинку в зябрах карася.

Концентрація марганцю в органах та тканинах дослідних риб коливалась від 0,08 до 3,39 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за величиною вмісту марганцю розташовуються у такій послідовності: зябра > шкіра > печінка > м'язи > нирки; карася — зябра > печінка > нирки > шкіра > м'язи; плоскирки —

з'ябра > печінка > шкіра > нирки > м'язи; синця — з'ябра > шкіра > нирки > м'язи > печінка; карася — з'ябра > нирки > шкіра > м'язи, печінка; чехоні — печінка > з'ябра > нирки > шкіра > м'язи. Вміст марганцю в з'ябрах дослідних риб значно більший щодо інших органів. Це пояснюється значною мірою тим, що основний обмін марганцю між довкіллям і організмами риб здійснюється з'ябровими пелюстками. Вміст цього елемента в інших органах значно менший. Найбільші концентрації в організмах дослідних риб відмічено для чехоні та синця.

Вміст міді в органах та тканинах варіював у межах 1,25–25,46 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за інтенсивністю поглинання цього металу можна розташувати в такий ряд: печінка > шкіра > з'ябра > м'язи > нирки; карася — печінка > з'ябра > шкіра > нирки > м'язи; плоскирки — > печінка > з'ябра > нирки > шкіра > м'язи; синця — печінка > шкіра > нирки > м'язи > з'ябра; карася — печінка > шкіра > нирки > з'ябра > м'язи; чехоні — печінка > з'ябра > нирки, шкіра > м'язи. Мідь необхідна для синтезу еритроцитів, крім того, вона входить до складу протеїдів печінки та ряду окисних ферментів. Цим пояснюється її велика кількість, яка припадає на одиницю маси печінки риб. Найбільший вміст міді в організмах риб спостерігався у карася, плоскирки та карася.

Концентрація кобальту в органах та тканинах дослідних риб коливалась від 0,01 до 0,46 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за величиною вмісту кобальту розташовуються в такий послідовності: з'ябра > нирки > печінка, шкіра > м'язи; карася — з'ябра > м'язи > печінка, нирки, шкіра; плоскирки — з'ябра > шкіра > печінка > м'язи > нирки; синця — з'ябра > шкіра, нирки, м'язи > печінка; карася — з'ябра > шкіра > нирки > печінка > м'язи; чехоні — з'ябра > нирки > шкіра > м'язи > печінка. Кобальт позитивно впливає на процеси кровотворення риб і каталітично діє на утилізацію заліза при синтезі еритроцитів, тому його висока концентрація була в з'ябрах. Найбільший його вміст був у карася, плоскирки та карася.

Вміст нікелю в органах та тканинах варіював у межах від 0,01 до 2,22 мг/кг

сирової маси. Органи та тканини ляща і плоскирки за величиною його вмісту розташовуються у такій послідовності: з'ябра > шкіра > печінка > м'язи > нирки; карася — з'ябра > шкіра > м'язи > печінка > нирки; синця — нирки > шкіра > м'язи > з'ябра > печінка; карася — шкіра > з'ябра > нирки > м'язи > печінка; чехоні — з'ябра > шкіра > нирки > м'язи > печінка. Високий вміст нікелю відмічено у з'ябрах та шкірі дослідних риб. У карася, плоскирки та карася міститься більше цього елемента відносно інших дослідних риб.

Вміст свинцю в органах та тканинах риб змінювався в межах від 0,43 до 2,38 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за величиною його вмісту розташовуються у такій послідовності: з'ябра > шкіра > печінка > м'язи нирки; карася — з'ябра > нирки, печінка > м'язи > шкіра; плоскирки — шкіра > з'ябра > печінка > нирки > м'язи; синця — шкіра > з'ябра, нирки > печінка > м'язи >; карася — з'ябра > нирки > шкіра > печінка > м'язи; чехоні — печінка > з'ябра > нирки > шкіра > м'язи. Свинець накопичується у з'ябрах та шкірі дослідних риб. Рівень вмісту свинцю в м'язах відрізняється незначно. В організмі карася, плоскирки та чехоні міститься більше цього елемента щодо інших дослідних риб.

Концентрація кадмію в органах та тканинах дослідних риб коливалась від 0,001 до 0,041 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща, синця та чехоні за величиною вмісту цього металу розташовуються в такий ряд: нирки > з'ябра > м'язи > печінка > шкіра; карася — нирки > з'ябра > печінка > шкіра > м'язи; плоскирки та карася — нирки > з'ябра > шкіра > м'язи > печінка. Метаболізм кадмію тісно поєднаний з метаболізмом цинку, тому він здатний його заміщувати в багатьох життєво необхідних важливих ензиматичних реакціях [3]. Враховуючи низьку здібність кадмію до виведення з організму та високу ступінь його акумуляції в органах та тканинах риб, він може спричиняти різні хронічні захворювання. Після припинення дії цього металу, пошкодження в органах залишаються незворотними. В найбільшій кількості кадмію накопичується у нирках дослід-

них риб, але його вміст в організмі не перевищує ПДК (0,2 мг/кг). В організмі краснопірки, плоскирки та карася міститься більше цього елемента відносно інших дослідних риб.

Органи і тканини риб акумулюють різні важкі метали не однаково. Розподіл металів в організмах риб характеризується нерівномірністю і залежить від функціональних особливостей органів, їх кумулятивної активності і хімічних властивостей самого металу.

У найбільшій кількості мідь, залізо і цинк накопичуються в печінці, марганець та кобальт — у зябрах. Токсичні метали (свинець, кадмій) більшою мірою концентруються в зябрах та шкірі.

Підвищені концентрації металів у зябрах пов'язують з їх участю в обміні хімічними елементами між водою і органами риб. Зябровий епітелій порівняно із зовнішніми покриттями риб має значно більшу поверхню і активно взаємодіє із зовнішнім середовищем, тому зябра фактично позбавлені захисту від дії різних речовин, наявних у воді, зокрема металів. Особливе місце серед досліджуваних внутрішніх органів займає печінка, яка інтенсивно акумулює метали, перевершуючи за цим показником решту органів. У печінці риб виявлені найбільш високі концентрації міді, цинку

і заліза, отже, вона є функціональним депо цих елементів і одночасно бере участь у процесах детоксикації. Незначні кількості спостережених елементів спостерігаються, як правило, в м'язовій тканині. Проте, враховуючи, що м'язи складають великий відсоток від маси тіла, їх, як і печінку, можна віднести до депонуючих органів.

У цілому у всіх розглянутих органах і тканинах переважають залізо і цинк, мінімальні концентрації характерні для кобальту і кадмію. Це явище пояснюється інтенсивною акумуляцією в організмах риб елементів, які беруть активну участь у перебігу фізіологічних процесів.

ВИСНОВКИ

Розподіл важких металів в організмах промислових риб Київського водосховища характеризується неоднорідністю і залежить від їх фізико-хімічних властивостей і функціональних особливостей органів та тканин. У найбільшій кількості мідь, залізо і цинк накопичуються в печінці, марганець та кобальт — у зябрах. Токсичні метали (свинець, кадмій) більшою мірою концентруються в зябрах та шкірі. У всіх розглянутих органах і тканинах переважають залізо і цинк, мінімальні концентрації характерні для кобальту і кадмію.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Евтушенко Н.Ю., Кузьменко М.И., Сиренко Л.А* і др. Гидроэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС. — К.: Наукова думка, 1992. — 268 с.
2. *Романенко В.Д., Кузьменко М.И., Евтушенко Н.Ю.* і др. Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС. — К.: Наукова думка, 1992. — 196 с.
3. *Мур Дж. Рамаурти.* Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. — М.: Мир, 1987. — 312.
4. *Ноздрихина Л.Р.* Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. — М.: Наука, 1977. — 184.
5. *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.
6. *Воробьев В.И.* Биогеохимия и рыбоводство. — Саратов: МП Литера, 1993. — 224 с.
7. *Хавезов И., Цалев Д.* Атомно-абсорбционный анализ. — Л.: Химия, 1983. — 144 с.

СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.Ф. Мельник, С.В. Курганский, Н.Н. Власова, Н.Г. Михайленко

Распределение тяжелых металлов в организме промысловых рыб Киевского водохранилища характеризуется неоднородностью и зависит от их физико-химических свойств и функциональных особенностей органов и тканей. В наибольшем количестве медь, железо и цинк накапливаются в печени, марганец и кобальт — в жабрах. Токсичные металлы (свинец, кадмий) в большей степени концентрируются в жабрах и коже.

**THE CONTENTS OF HEAVY METALS IN FABRICS AND BODIES
OF FISHES OF THE KIEV RESERVE**

A. Melnik, S. Kurgansky, N. Vlasova, N. Mikhaylenko

Distributing of heavy metals in the organisms of fishes of the Kiev reserves is characterized heterogeneity and depends on their physical and chemical properties and functional features of organs and fabrics. In most a copper, iron and zinc, accumulate in a liver, manganese and cobalt — in brachiates. Toxic metals (lead, cadmium) are in a greater degree concentrated in brachiates and skin. Iron and zinc prevail in all of the considered organs and fabrics, minimum concentrations are characteristic for a cobalt and cadmium.