
ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РИБ

УДК 628.394.17:546

РОЗПОДІЛ ТА НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ ПРОМИСЛОВИХ ВИДІВ РИБ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

А.П. Мельник, Н.М. Власова, І.Л. Захарченко

Інститут рибного господарства НААН

Досліджено вміст важких металів в органах і тканинах промислових риб Каховського водосховища. Визначено, що розподіл металів в організмі риб характеризується нерівномірністю і залежить від функціональних особливостей органів, їх кумулятивної активності та хімічних властивостей самого металу.

Одним з основних чинників, що обмежують розвиток рибного господарства та негативно впливають на процеси відтворення рибних запасів, є забруднення водоймищ екологічно небезпечними речовинами.

На Каховському водосховищі налічується більше 400 промислових і сільськогосподарських об'єктів, що скидають стічні води загальним об'ємом 6,1 млн м³ за добу. Основними джерелами забруднення Каховського водосховища є промислові і побутові стоки різних підприємств, змиви з полів отрутохімікатів та ін. За даними Запорізької держрибінспекції, підприємства м. Запоріжжя скидали у верхів'я Каховського водосховища 282 млн м³ неочищених або недостатньо очищених стічних вод на рік. Коксохімічний завод, завод "Дніпроспецсталь", Дніпровський алюмінієвий завод і завод метизу — 20,9 млн м³ стоків на рік. У Дніпропетровській області основними забруднювачами Каховського водосховища є підприємства м. Нікополя, які щороку скидають понад 50 млн м³ стічних вод, зокрема 47 млн м³ недостатньо очищених [1–3].

За даними експертних оцінок, через забруднення верхів'я Каховського водосховища рибне господарство втратило 1,2 тис. т ляща, плітки та інших фітофільних риб [4].

Високий рівень забруднення екосистеми, в тому числі біоти, важкими металами може істотно позначитися на

видовій різноманітності гідробіонтів, зокрема і риб, серед яких домінуючими стають види, що мають підвищену стійкість до дії токсикантів.

Надлишок у водному середовищі і організмі риб важких металів може не тільки інактивувати відповідні ферментні системи, а й також змінювати інтенсивність і спрямованість обміну речовин, чинити негативний вплив на біосинтетичні і біоенергетичні процеси, порушувати терміни розвитку ікри, та нормальний процес ембріонального і раннього пост-ембріонального розвитку, а також сповільнювати темпи росту риби.

Інтенсивне забруднення водоймищ важкими металами може спричиняти і загибель риб, особливо плідників, що значно підриває продуктивні можливості їх популяцій, особливо цінних видів, скорочує запаси рибної продукції та рибопродуктивність водоймища в цілому [6–8].

Оскільки в Каховському водосховищі одними із основних об'єктів промислового й аматорського лову є лящ, сріблястий карась, судак, неабиякий інтерес становить вивчення розподілу та накопичення важких металів в органах і тканинах представників тих видів, які вживає людина у їжу.

Мета роботи — виявити загальні тенденції вмісту і розподілу важких металів (заліза, цинку, марганцю, міді, нікелю, кобальту, кадмію та свинцю) в організмі

бентофагів (ляща, сріблястого карася) та хижих риб (судака) Каховського водосховища.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили навесні 2007 р. на Каховському водосховищі р. Дніпро. Об'єктами досліджень були семирічки ляща, десятирічки сріблястого карася, річняки та дворічки судака. Вміст важких металів (залізо, цинк, марганець, мідь, нікель, кобальт, свинець, кадмій) визначали у воді, м'язах, зябрах, печінці, нирках, шкірі досліджуваних риб.

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°C до постійної маси. Потім їх спалювали за методом мокрого озолування в азотній кислоті (марки х.ч.) протягом 12–18 годин до повного знебарвлення суміші, в яку додавали 5–6 крапель 30%-го пероксиду водню (марки х.ч.) [9, 10]. Кількісне визначення концентрації важких металів у воді та органах і тканинах промислових риб здійснювали прямим всмоктуванням 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 Каховського водосховища наведено в табл. 1.

Концентрація у воді заліза, цинку, нікелю, кобальту, свинцю та кадмію в середньому була в межах нормативних показників, а марганцю та міді переви-

щувала відповідно у 1,2 та 2,4 раза (див. табл. 1).

Проведений аналіз дав змогу визначити закономірності накопичення важких металів і особливості їх розподілу в органах та тканинах статевозрілих досліджуваних риб, результати якого наведено в табл. 2, 3.

Аналізовані органи і тканини акумулюють метали різною мірою. Розподіл їх в організмі риб характеризується нерівномірністю і залежить від функціональних особливостей органів, їх кумулятивної активності та хімічних властивостей самого металу.

Залізо витрачається для синтезу гемоглобіну і багатьох інших гемопротейнів і депонується у вигляді складних залізобілкових комплексів. Зябра, нирки та шкіра відіграють певну роль у його обміні між довкіллям та організмом.

Вміст заліза в органах та тканинах бентофагів варіював у межах 14,5–59,7, хижаків — 10,6–161,6 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за інтенсивністю поглинання цього металу можна розташувати так: зябра > нирки > шкіра > печінка > м'язи; сріблястого карася — нирки > зябра > шкіра > м'язи > печінка; судака — печінка > зябра > нирки, шкіра > м'язи. Зябра, печінка, нирки та шкіра характеризується рівномірним розподілом цього металу в організмах риб, у м'язах його вміст у 3–5 разів нижчий. Високий рівень накопичення заліза відмічено в печінці однорічки судака (161,6 мг/кг сирової маси)

Цинк входить до складу багатьох ферментів, його надлишок або недостача призводить до порушення всіх функцій ферментативних систем і пригнічення

Таблиця 1. Вміст важких металів у воді Каховського водосховища

Місце відбору проб	Важкі метали, мкг/л							
	Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Co	Pb	Cd
Нижче ЦОС 1	137,7	1,2	12,0	2,1	7,2	2,7	4,2	0,03
с. Біленьке	123,3	3,3	17,4	3,6	5,7	2,4	2,7	0,09
м. Кучугури	89,7	3,0	6,9	1,5	8,1	1,8	3,6	0,51
Середнє	116,9	2,5	12,1	2,4	7,0	2,3	3,5	0,23
ГДК	1000,0	10,0	10,0	1,0	10,0	10,0	10,0	5,0

Таблиця 2. Вміст важких металів в органах і тканинах бентофагів Каховського водосховища, мг/кг сирової маси (весна 2007 р.).

Вид риби	Вік риби	М'язи	Зябра	Печінка	Нирки	Шкіра
		Fe ГДК — відсутнє				
Лящ	7	14,5	47,5	35,7	43,5	42,6
Карась	10	17,1	58,5	10,6	59,7	38,4
<i>Zn ГДК — 40,0</i>						
Лящ	7	3,6	11,2	18,5	8,1	12,1
Карась	10	22,9	83,2	23,8	67,0	35,9
<i>Mn ГДК — відсутнє</i>						
Лящ	7	0,23	2,22	0,18	0,11	0,11
Карась	10	0,21	2,08	0,16	0,39	0,25
<i>Cu ГДК — 10,0</i>						
Лящ	7	2,33	2,62	13,64	2,15	4,45
Карась	10	1,94	2,23	10,69	3,47	2,97
<i>Ni ГДК — відсутнє</i>						
Лящ	7	0,12	1,71	0,86	1,11	1,05
Карась	10	0,18	1,41	0,24	1,11	0,44
<i>Co ГДК — відсутнє</i>						
Лящ	7	0,06	0,33	0,00	0,08	0,09
Карась	10	0,06	0,56	0,06	0,25	0,08
<i>Pb ГДК — 1,0</i>						
Лящ	7	0,99	1,41	1,61	0,73	1,10
Карась	10	0,67	3,44	1,04	1,45	0,60
<i>Cd ГДК — 0,2</i>						
Лящ	7	0,032	0,012	0,111	0,312	0,100
Карась	10	0,008	0,004	0,106	0,199	0,001

Таблиця 3. Вміст важких металів в органах і тканинах хижаків Каховського водосховища, мг/кг сирової маси (весна 2007 р.).

Вид риби	Вік риби	М'язи	Зябра	Печінка	Нирки	Шкіра
		Fe ГДК — відсутнє				
1	2	3	4	5	6	7
Судак	1	10,6	55,1	161,6	45,8	50,4
	2	10,8	58,6	43,6	52,3	47,7
Середнє		10,7	56,9	102,6	49,1	49,1
<i>Zn ГДК — 40,0</i>						
Судак	1	3,2	19,6	37,2	6,0	14,9
	2	3,9	15,5	11,2	13,9	13,2
Середнє		3,6	17,6	24,2	10,0	14,1
<i>Mn ГДК — відсутнє</i>						
Судак	1	0,18	3,51	0,68	0,32	0,44
	2	0,05	2,37	0,20	0,28	0,51

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Середнє		0,12	2,94	0,44	0,30	0,48
<i>Cu ГДК — 10,0</i>						
Судак	1	1,36	2,47	13,57	2,09	2,71
	2	2,43	3,80	4,09	2,93	6,53
Середнє		1,90	3,16	8,83	2,51	4,62
<i>Ni ГДК — відсутнє</i>						
Судак	1	0,31	1,50	0,01	0,30	1,10
	2	0,13	1,86	0,15	1,06	1,85
Середнє		0,22	1,68	0,08	0,68	1,48
<i>Co ГДК — відсутнє</i>						
Судак	1	0,62	0,46	0,45	1,48	0,10
	2	0,10	0,51	0,06	0,06	0,61
Середнє		0,36	0,49	0,26	0,77	0,36
<i>Pb ГДК — 1,0</i>						
Судак	1	2,10	1,34	1,92	2,29	1,17
	2	0,69	1,73	0,77	1,92	1,50
Середнє		1,40	1,54	1,35	2,11	1,34
<i>Cd ГДК — 0,2</i>						
Судак	1	0,034	0,084	0,040	0,075	0,001
	2	0,016	0,054	0,059	0,018	0,051
Середнє		0,025	0,069	0,050	0,047	0,026

функціонального стану різних бар'єрних апаратів організму.

Концентрація цинку в органах та тканинах бентофагів коливалась від 3,6 до 83,2, хижаків — 3,2 — 37,2 мг/кг сирової маси. За показником його накопичення органи та тканини ляща розміщуються так: печінка > шкіра > зябра > нирки > м'язи; сріблястого карася — зябра > нирки > шкіра > м'язи > печінка; судака — печінка > зябра > шкіра > нирки > м'язи. В організмі судака та ляща цинк рівномірно розподіляється по органам і тканинам і його вміст значно нижчий, ніж в органах і тканинах сріблястого карася. Відмічено високий вміст цинку в зябрах та нирках сріблястого карася (83,2 та 67,0 мг/кг сирової маси відповідно), що перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) в 2,1 та 1,8 раза (ГДК для цинку — 40 мг/кг сирової маси)

Концентрація марганцю в органах та тканинах бентофагів коливалась від 0,11 до 2,22, хижаків — 0,05–3,51 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за

величиною вмісту марганцю розташовуються так: зябра > м'язи > печінка > нирки, шкіра; сріблястого карася — зябра > нирки > шкіра > м'язи > печінка; судака — зябра > шкіра > печінка > нирки > м'язи. Вміст марганцю в зябрах досліджуваних риб (2,08–3,51 мг/кг сирової маси) значно більший щодо інших органів (0,05–0,51 мг/кг сирової маси). Це пояснюється тим, що основний обмін марганцю між довкіллям і організмом риб здійснюється зябровими пелюстками.

Мідь входить до складу протеїдів печінки та ряду окисних ферментів і необхідна для синтезу еритроцитів. Вона разом з марганцем відіграє важливу роль в організмі риб і всебічно впливає на нього завдяки певним зв'язкам з ферментами, гормонами і вітамінами.

Вміст міді в органах та тканинах бентофагів варіював у межах 2,15–13,64, хижаків — 1,36–13,57 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за інтенсивністю поглинання цього металу можна розташувати так: печінка > шкіра > зябра >

м'язи > нирки; сріблястого карася — печінка > нирки > шкіра > зябра > м'язи; судака — печінка > шкіра > зябра > нирки > м'язи. Вміст міді в печінці досліджуваних риб (10,69–13,64 мг/кг сирової маси) значно вищий щодо інших органів (1,36–4,45 мг/кг сирової маси). В інших органах і тканинах мідь в організмах бентофагів та хижаків розподілялася рівномірно.

Вміст нікелю в органах та тканинах бентофагів варіював у межах від 0,12 до 1,71, хижаків — 0,13–1,86 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за величиною його вмісту розташовуються так: зябра > нирки > шкіра > печінка > м'язи; сріблястого карася — зябра > нирки > шкіра > печінка > м'язи; судака — зябра > шкіра > нирки > м'язи > печінка. Високий вміст нікелю відмічено у зябрах (1,50–1,71 мг/кг сирової маси), нирках (1,06–1,11 мг/кг сирової маси) та шкірі (1,05–1,85 мг/кг сирової маси). В нирках судака вміст цього елемента мінімальний (0,01–0,15 мг/кг сирової маси) і значно менший, ніж у бентофагів (1,11 мг/кг сирової маси).

Кобальт позитивно впливає на процеси кровотворення риб і каталітично діє на утилізацію заліза при синтезі еритроцитів.

Концентрація кобальту в органах та тканинах бентофагів коливалась від 0,01 до 0,56, хижаків — 0,06–1,48 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за величиною вмісту кобальту розташовуються так: зябра > шкіра, нирки, м'язи > печінка; сріблястого карася — зябра > нирки > шкіра, м'язи, печінка; судака — нирки > зябра > шкіра, м'язи > печінка. Накопичення кобальту відбувалось як у зябрах бентофагів, так і хижаків. Вміст цього елемента в інших органах і тканинах судака був значно більшим, ніж у ляща та сріблястого карася. Найбільший спостерігався в організмі однорічки судака.

Вміст свинцю в органах та тканинах бентофагів змінювався в межах від 0,60 до 3,44, хижаків — 0,69–2,29 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за величиною його вмісту розташовуються так: печінка > зябра > шкіра > м'язи > нирки; сріблястого карася — зябра > нирки, печінка > м'язи > шкіра; судака —

нирки > зябра > м'язи, шкіра, печінка. В організмі судака та ляща цинк рівномірно розподіляється по органам і тканинам і його вміст значно нижчий, ніж в органах і тканинах сріблястого карася. Відмічено високий вміст свинцю майже в усіх органах і тканинах щодо ГДК (ГДК для свинцю — 1,0 мг/кг сирової маси). В організмі однорічки судака міститься більше цього елемента порівняно з іншими досліджуваними рибами.

Метаболізм кадмію тісно поєднаний з метаболізмом цинку, тому він здатний його заміщувати в багатьох життєво необхідних важливих ензиматичних реакціях. Низька здатність кадмію до виведення з організму та високий ступінь його акумуляції в органах та тканинах риб призводить до різних хронічних захворювань.

Концентрація кадмію в органах та тканинах бентофагів коливалась від 0,001 до 0,312, хижаків — 0,001–0,084 мг/кг сирової маси. Органи та тканини ляща за величиною вмісту цього металу розташовуються так: нирки > печінка > шкіра > м'язи > зябра; сріблястого карася — нирки > печінка > м'язи > зябра > шкіра; судака — зябра > печінка, нирки > шкіра, м'язи. В найбільшій кількості кадмій накопичується в нирках бентофагів і перевищує ГДК (0,2 мг/кг). В організмі судака міститься невелика кількість цього елемента щодо інших досліджуваних риб.

У промислових видів риб, виловлених навесні 2007 р. в Каховському водосховищі, як у бентофагів, так і хижаків виявлені загальні закономірності в розподілі важких металів в організмі.

У найбільшій кількості мідь концентрується у печінці досліджуваних видів риб. Цинк переважно накопичується в зябрах і печінці, меншою мірою — у м'язовій тканині. Основний вміст марганцю та кобальту виявлявся у зябрах. Високі рівні кадмію встановлено в нирках і печінці. Нікель в основному накопичується в зябрах та шкірі. Зябра, печінка, нирки та шкіра характеризується рівномірним розподілом заліза в організмах риб, у м'язах його вміст у 3–5 разів нижчий. Токсичний свинець виявлений майже в усіх органах і тканинах вище ГДК (1,0 мг/кг сирової маси).

Такий розподіл важких металів в організмі риб характерний для ранньої весни, коли після зимівлі риба тількино починає активно харчуватися та рухатися. Той чинник, що більшість досліджуваних важких металів у значних кількостях накопичуються в органах і тканинах, що безпосередньо контактують з навколишнім водним середовищем, є свідченням надходження хімічних елементів в організм риб переважно з водного середовища і, особливо, коли йдуть процеси адаптації і зміни після їх зимівлі.

Загальний вміст марганцю, нікелю, кадмію в органах і тканинах судака (хижака) значно нижчий, ніж в органах і тканинах ляща та сріблястого карася (бентофагів) Каховського водосховища. Але вміст заліза, міді, свинцю практично не відрізнявся і був на одній рівні, а показники накопичення кобальту були вищими. Низький рівень накопичення важких металів у судака пояснюється тим, що він харчується, в основному, планктофагами чи молоддю риб, які акумулюють важкі метали з товщі води, де їх концентрація значно нижча, ніж у донних відкладеннях.

Аналіз вмісту важких металів в організмі одно- і дворічок судака показав, що з віком в основному їх загальний

вміст практично перебуває на одному рівні.

ВИСНОВКИ

Мідь у найбільшій кількості концентрується в печінці досліджуваних видів риб. Цинк переважно накопичується в зябрах і печінці, меншою мірою — у м'язовій тканині. Основний вміст марганцю та кобальту виявлявся у зябрах. Високі рівні кадмію встановлені в нирках і печінці. Нікель головним чином накопичується у зябрах та шкірі. Зябра, печінка, нирки та шкіра характеризується рівномірним розподілом заліза в організмах риб, у м'язах його вміст у 3–5 разів нижчий. Токсичний свинець виявлений майже в усіх органах і тканинах вище ГДК (1,0 мг/кг сирової маси).

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

Загальний вміст марганцю, нікелю, кадмію в органах і тканинах судака (хижака) значно нижчий, ніж в органах і тканинах ляща та сріблястого карася (бентофагів) Каховського водосховища.

Аналіз вмісту важких металів в організмі одно- і дворічок судака показав, що з віком, в основному, їх загальний вміст практично був на одному рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шевчук В.Я., Гусев М.В., Мазуркевич О.О. та ін. Економіка і екологія водних ресурсів Дніпра. — К.: Вища школа, 1996. — 207 с.
2. Литвинова Е.Г., Мельник А.Ф., Стецюк З.А., Захарченко И.Л. Влияние антропогенного фактора на формирование экосистемы верхнего участка Каховского водохранилища // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. "Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем". — К., 2002. — С. 168–170.
3. Романенко В.Д., Сиренко Л.А., Федоровский А.Д. Экологические проблемы Днепра в ретроспективе и на современном этапе // Гидробиологический журнал. — 1998. — Т. 34, № 6. — С. 22–34.
4. Ерко В.М., Озинковская С.П., Снежина К.А. Рыбохозяйственное освоение опытно-производственного Каховского водохранилища: Сб тр. ГосНИОРХ. — М., 1989. — Вып. 303. — С. 91–99.
5. Мур Дж. Рамамурти. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. — М.: Мир, 1987. — 312.
6. Комаровский Ф.Я., Полищук Л.Р. Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде: миграция, накопление, токсичность для гидробионтов // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 17, № 5. — С. 123–135.
7. Воробьев В.И. Биогеохимия и рыбоводство. — Саратов: МП Литера, 1993. — 224 с.
8. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. — М.: Химия, 1984. — 448 с.
9. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. — Л.: Химия, 1983. — 144 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВИДОВ РЫБ КАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.Ф. Мельник, Н.М. Власова, И.Л. Захарченко

Исследовано содержание тяжелых металлов в органах и тканях промышленных рыб Каховского водохранилища. Установлено, что распределение металлов в организме рыб характеризуется неравномерностью и зависит от функциональных особенностей органов, их кумулятивной активности и химических свойств самого металла.

DISTRIBUTING AND ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN ORGANS AND FABRICS OF INDUSTRIAL TYPES OF PISCES OF KAKHOVSKOGO STORAGE POOL

A. Melnik, N. Vlasova, I. Zakharchenko

Maintenance of heavy metals is investigational in organs and fabrics of industrial finfishes of the Kakhovskogo storage pool. Distributing of metals in the organism of finfishes is characterized an unevenness and depends on the functional features of organs, their cumulative activity and chemical properties of metal.

УДК 597.0/5-14

ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА КОРМОВ НА ИНТЕРЬЕРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЫБ (на примере мышечной ткани)

М.С. Козий, И.М. Шерман

Херсонский государственный аграрный университет

Показаны результаты оценки влияния состава корма на формирование миометрической мускулатуры у карпа чешуйчатого. Изучена динамика роста красного и белого мускула.

Резкое сокращение запасов рыбы в пределах территориальных вод Украины вызвало ряд проблем, которые нуждаются в интенсивном и в то же время рациональном решении. Имеющиеся возможности к восстановлению объемов рыбной продукции на внутреннем рынке Украины базируются главным образом на росте производства продукции специализированных хозяйств. Общеизвестно, что широкое внедрение видов в аквакультуру в значительной мере сдерживается недостатком качественного посадочного материала, получение которого представляет определённые сложности даже при наличии необходимых условий кормления и содержания.

Целью экспериментальных исследований по изучению влияния состава кормов на рост и развитие рыб является не только поддержание естественной резистентности организма и повышение

его мышечной массы, но и обеспечение качества мясной продукции. Поскольку органолептическая оценка качества не всегда даёт точную информацию, небезосновательно полагать, что своевременный и развёрнутый (поэтапный) гистологический анализ является наиболее объективным методом контроля, позволяющим получить данные о процессах формирования мускулатуры в зависимости от разных факторов [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы легли результаты экспериментальных исследований, проведенных в 2008 г. на кафедре гидробио-ресурсов ХГАУ. В эксперименте с целью оценки влияния состава корма на формирование миометрической мускулатуры по принципу аналогов были сформированы две группы: контрольная, питавшаяся естественной пищей и опытная, полу-