

УДК 569.554.4:639.321.97

Федоненко О.В., Шарамок Т.С., Ананьєва Т.В., Єсіпова Н.Б.

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA L.*) В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Дніпропетровський національний університет ім. Олесья Гончара,
м. Дніпропетровськ, e-mail: hydro-dnu@mail.ru

Ключові слова: судак, Запорізьке водосховище, Самарська затока, важкі метали, білок, ліпіди, глікоген.

Сучасний етап існування Запорізького водосховища характеризується посиленням антропогенним тиском. Пріоритетними токсичними забруднювачами водних екосистем є важкі метали, які становлять надзвичайну небезпеку та навіть у порівняльно малих концентраціях можуть негативно впливати на водні організми, у тому числі й на рибу [1].

У Запорізькому водосховищі виявлені стійкі зони підвищеної токсифікації, серед яких особливе місце займає Самарська затока, яка розташована в місці впадіння р. Самари в Запорізьке водосховище [3]. На сучасному рівні антропогенний фактор має значний вплив на формування елементного складу води Самарської ділянки Запорізького водосховища. Середньорічні концентрації розчинених форм майже усіх важких металів у воді Самарської затоки, за винятком свинцю і ртуті, перевищують ГДК для рибогосподарських водойм. У тому числі зафіксовано постійне забруднення води Самарської ділянки кадмієм, який входить до трійки надзвичайно небезпечних токсикантів [2].

З іншого боку, Самарська затока має вагомий рибогосподарський значення, зумовлене тим, що вона є одним із основних нерестових районів, а також найбільше освоєною у промисловому навантаженні ділянкою водосховища. В акваторії водосховища виділена «умовно чиста» зона – нижня ділянка, де постійною станцією дослідження є район с. Військового. Ця ділянка також представляє надзвичайний інтерес, оскільки тут постійно ведеться рибний промисел та зосереджений нагул промисловоцінних видів риби.

Одним із цінних промислових видів риби, а також популярним об'єктом любительського та спортивного рибальства у Запорізькому

водосховищі є судак *Sander lucioperca* L. За рибогосподарською характеристикою він вигідно відрізняється від багатьох інших видів риб прискореним темпом росту та високими харчовими якостями. Крім того, судак, активно використовуючи в їжу малоцінну, сміттєву та хвору рибу, є корисним біомеліоратором екологічного стану іхтіоценозу у водосховищі.

Науково-практичну актуальність нашого дослідження становить оцінка сучасної еколого-токсикологічної ситуації у Запорізькому водосховищі та еколого-фізіологічна індикація стану судака на підставі вивчення біохімічних механізмів і показників адаптації в умовах антропогенного забруднення середовища існування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження були 3-4-річні особини судака (*S. lucioperca*), які знаходяться під промисловим навантаженням. Матеріал для дослідження збирали під час проведення науково-дослідних ловів у весняно-літній та осінній періоди на КСП у селах Одинківка (Самарська затока) і Військове (нижня частина водосховища). Вміст важких металів визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [4]. Фізіологічний стан риби оцінювали за коефіцієнтом вгодованості Фультона. Вміст жиру в тканинах визначали за методом Фолча, білку – за методом Лоурі, глікогену – за методом Зейфтера.

Статистичну обробку чисельних результатів здійснювали загальноновизнаними методами варіаційної статистики з використанням програмного пакету для персональних комп'ютерів Microsoft Excel. Вірогідність розходження між середніми арифметичними величинами оцінювали за допомогою t-критерія Стьюдента при $p < 0,05$. Ступінь лінійної залежності між двома варіаційними вибірками оцінювали за значенням кореляційного коефіцієнта Пірсона.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Встановлено, що за останні роки в організмі судака не фіксуються високі концентрації важких металів, за виключенням нікелю. Вміст його у судака, вилученого з Самарської затоки, складає в середньому 2 ГДК для риби як харчового продукту. Деякі метали накопичуються значно більше у риби, розповсюджених у Самарській затоці порівняно з одновіковими рибами з нижньої ділянки водосховища: кадмію – у 2,8, свинцю – у 1,7 та заліза – в 1,5 (рис. 1, 2). Різниця між вмістом інших важких металів у тушках судака з дослідних ділянок Запорізького водосховища невелика ($p > 0,05$).

В їстівній частині судака Самарської затоки також відмічається перевищення припустимих норм нікелю у 1,6-2,4 рази. Причому у

самців цей показник вищий на 53,8 % порівняно з одновіковими самицями. Відмічається тенденція накопичення у м'язах самиць судака Запорізького водосховища значно меншої кількості кадмію і свинцю, ніж у самців на 64-98 % та 80,9-97,3 % відповідно ($p < 0,05$).

У переднерестовий період у самиць судака накопичуються в середньому на 32 % більше марганцю та цинку, а у одновікових самців риб у цей період на 38 % більше акумулюється нікель та мідь ($p < 0,05$). У постнерестовий період, у зв'язку з початком інтенсивного харчування, у самців і самиць судака Запорізького водосховища спостерігається тенденція до збільшення важких металів у їх організмі ($p > 0,05$). Після нагулу – збільшення вмісту всіх металів приблизно на 30 % ($p < 0,05$).

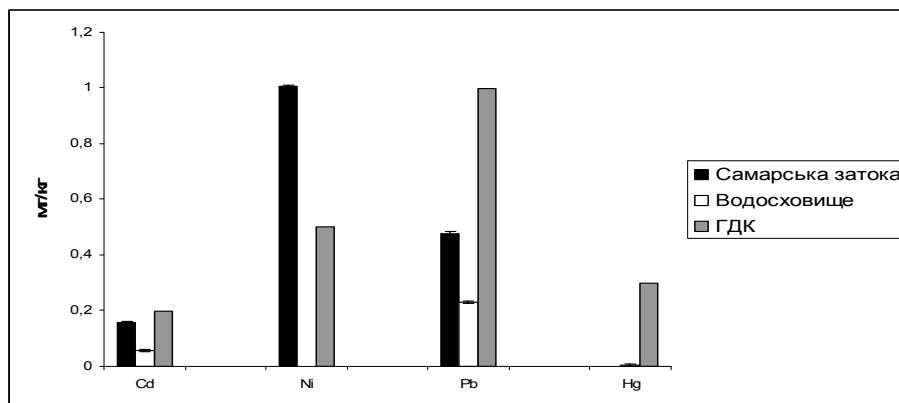


Рис. 1. Вміст нікелю, кадмію, свинцю та ртуті в організмі судака на різних ділянках Запорізького водосховища, мг/кг, $M \pm m$, $n = 8$.

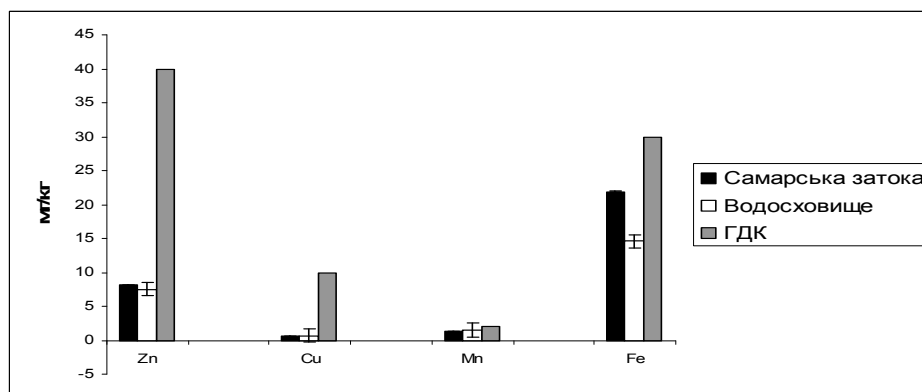


Рис. 2. Вміст цинку, міді, марганцю та заліза в організмі судака на різних ділянках Запорізького водосховища, мг/кг, $M \pm m$, $n = 8$.

Наші дослідження показали, що судак, який мешкає у забруднених зонах водосховища, має значно меншу масу – на 32-40 % ($p < 0,05$). Гальмування росту є наслідком пригнічення синтезу м'язових білків, що пов'язано з надмірним накопиченням в організмі риб важких металів.

За вгодованістю самиці судака Запорізького водосховища поступаються самцям. Коефіцієнт вгодованості за Фультоном у самиць дорівнює $1,39 \pm 0,3$, у самців – $1,56 \pm 0,2$. Причому, у судака Самарської затоки коефіцієнти вгодованості на 10 % нижче.

У м'язовій тканині судака вміст білка складав $58,85 \pm 2,32$ %. Порівнюючи дані щодо вмісту білка у м'язовій тканині судака з різних ділянок Запорізького водосховища, нам не вдалося знайти помітну різницю між цими показниками.

Проведений кореляційний аналіз даних щодо вмісту білка і важких металів у м'язах судака також виявив подібну закономірність кореляції даних, отриманих на зразках з нижньої ділянки водосховища і Самарської затоки. Найвищі значення коефіцієнту кореляції були отримані для кадмію ($r = 0,85$; $r = 0,54$ відповідно) та заліза ($r = 0,60$; $r = 0,97$). Крім того, в Самарській затоці у м'язовій тканині судака виявлений суттєвий кореляційний зв'язок між рівнем вмісту білка та концентрації нікелю ($r = -0,95$) (табл. 1).

Таблиця 1. Коефіцієнти кореляційного зв'язку між вмістом органічних компонентів і рівнями накопичення важких металів у м'язовій тканині судака Запорізького водосховища

	Нижня частина Запорізького водосховища			Самарська затока		
	Вміст білка	Вміст глікогену	Вміст ліпідів	Вміст білка	Вміст глікогену	Вміст ліпідів
Cd	0,85	0,37	-0,73	0,54	-0,39	0,54
Cu	0,29	0,33	-0,10	0,16	0,01	0,14
Zn	-0,18	-0,22	-0,02	0,20	-0,18	0,30
Pb	0,44	0,48	-0,26	-0,19	0,53	-0,48
Hg	-0,03	0,01	0,23	-0,95	0,77	-0,80
Fe	0,60	0,64	-0,43	0,97	-0,99	0,99
Ni	-0,31	0,27	-0,25	-0,95	0,77	-0,80

Жирність м'язів судака з Самарської затоки становила $28,81 \pm 1,04$ %, тобто в 1,6 рази нижче, ніж у судака з нижньої ділянки Запорізького водосховища. Цей факт свідчить про менш інтенсивне накопичення запасних ліпідів у риб, що існують в екологічно небезпечній зоні, порушення у них швидкості процесів ліпідного й енергетичного обміну, які можуть негативно впливати на перебіг життєвого циклу (спричинювати несвоєчасне визрівання статевих продуктів, затримку й пропуски нересту тощо) [5]. Встановлено, що максимального значення показники жирового вмісту досягають

наприкінці нагульного періоду та напередодні нересту у життєвому циклі риби.

В нижній ділянці водосховища відмічався негативний кореляційний зв'язок між значеннями вмісту загальних ліпідів і важких металів у м'язах судака. Найбільші величини коефіцієнту кореляції були отримані для кадмію і заліза (відповідно $r = -0,73$, $r = -0,43$). Проте в Самарській затоці були отримані позитивні показники кореляції $r = 0,54$ для Cd, $r = 0,99$ для Fe. Значущий негативний кореляційний зв'язок був відмічений між рівнем ліпідів у м'язовій тканині і рівнем свинцю і нікелю (відповідно $r = -0,48$, $r = -0,80$), які накопичувалися в значній кількості у тканинах судака в цій ділянці Запорізького водосховища.

Кількісне співвідношення білково-ліпідного вмісту у м'язовій тканині, яка становить основну масу тушки риби, знаходилось у відповідності зі значеннями коефіцієнта вгодованості і, таким чином, також могло бути певною характеристикою функціонально-фізіологічного стану риб.

Дослідження вмісту глікогену в м'язовій тканині риб нижньої ділянки Запорізького водосховища показали, що м'язи судака містили $4,15 \pm 0,65$ % глікогену. У судака, виловленого в Самарській затоці, рівень глікогену у м'язовій тканині був дещо нижчим (на 8,7 %). Це також вказує на менш інтенсивне накопичення запасних речовин у риб в зоні антропогенного забруднення, хоча різниця не відзначалася статистичною достовірністю. Високі негативні значення коефіцієнту кореляції були отримані для кадмію і заліза (відповідно $r = -0,39$, $r = -0,99$). Водночас значущий позитивний кореляційний зв'язок був відмічений між рівнем глікогену у м'язовій тканині і рівнем свинцю і нікелю (відповідно $r = 0,53$, $r = 0,77$) (табл. 1).

Виявлено збільшення на 7,8 % вмісту сухої речовини у м'язовій тканині судака із Самарської затоки, що може бути зумовлено більшим накопиченням мінеральних речовин рибою з води екологічно забрудненої зони Запорізького водосховища.

ВИСНОВКИ

Встановлено високий вміст нікелю (2 ГДК) у судака з Самарської затоки. Вміст кадмію, свинцю та заліза вищий у риб розповсюджених у Самарській затоці порівняно з одновіковими особинами з нижньої ділянки водосховища.

Із розглянутих нами біохімічних показників вмісту пластичних і енергетичних речовин у тканинах судака Запорізького водосховища вміст жиру і глікогену відзначаються найбільшою варіабельністю,

швидко реагують на зміни екологічних факторів і відображають стан фізіологічних функцій організму.

Відзначається відносна токсикорезистентність судака до деяких важких металів, які потрапляють до Запорізького водосховища. Найбільше токсичними для нього є кадмій, залізо, свинець, нікель, ртуть. Варто відмітити, що надходження важких металів у організм судака призводить до порушення ліпідного і вуглеводного обміну та впливає на рівень енергетичних запасних речовин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дмитриева А.Г., Кожанова О.Н., Дронина Н.Л. Физиология растительных организмов и роль металлов. – М.: МГУ, 2002. – 159 с.
2. Екологічний стан біоценозів Запорізького водосховища в сучасних умовах: Моногр. / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, Т. С. Шарамок та інш. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2008. – 276 с.
3. Запорожское водохранилище / А.И. Дворецкий, Ф.П. Рябов, Г.П. Емец [и др.]. / Под ред. А.И. Дворецкого, Ф.П. Рябова. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та, 2000. – 170 с.
4. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Під ред. В.Д. Романенко. – К., 2006. – 628 с.
5. Попова О.А. Реакция хищных рыб на изменение условий обитания под влиянием деятельности человека // Изменение структуры рыбного населения евтрофируемого водоема. – М.: Наука, 1982б. – С. 146–160.

Федоненко Е.В., Шарамок Т.С., Ананьева Т.В., Есіпова Н.Б.
ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СУДАКА
(*SANDER LUCIOPERCA L.*) ПРИ АНТРОПОГЕННОМ
ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Ключевые слова: судак, Запорожское водохранилище, Самарский залив, тяжелые металлы, белок, липиды, гликоген.

Проведена оценка современной эколого-токсикологической ситуации Запорожского водохранилища и эколого-физиологическая индикация состояния судака на основании изучения биохимических механизмов и адаптационных показателей в условиях антропогенного загрязнения среды обитания.

Наблюдается высокое содержание никеля в тушках (2 ПДК) и мышечной ткани (1,6-2,4 ПДК) судака, выловленного в Самарском заливе. Уровень содержание кадмия, свинца и железа значительно выше у судака, распространенного в Самарском заливе.

Установлено, что судак из Самарского залива имеет значительно меньшую массу – на 32-40 % по сравнению с рыбой из нижней части водохранилища, что возможно связано с высоким уровнем содержания тяжелых металлов.

В тканях судака Запорожского водохранилища уровни липидов и гликогена отличаются большей вариабельностью по сравнению с белковыми показателями, быстро реагируют на изменения экологических факторов и отображают состояние физиологических функций организма.

Отмечается относительная токсикорезистентность судака по отношению к некоторым тяжелым металлам, которые поступают в Запорожское

водохранилище. Наиболее токсичными для него являются кадмий, железо, свинец, и ртуть. Поступление их в организм судака приводит к нарушению липидного и углеводного обмена, снижению уровня энергетических запасных веществ.

**Fedonenko E.V., Sharamok T.S., Ananieva T.V., Esipova N.B.
PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDEXES OF PIKE
PERCH (*SANDER LUCIOPERCA* L.) UNDER ANTHROPOGENIC
CONTAMINATION OF WATER ENVIRONMENT**

Keywords: *pike perch, Zaporozhie reservoir, Samara bay, heavy metals, protein, lipids, glycogen.*

The study assesses the current eco-toxicological situation and physiological condition of pike perch in the Zaporozhie reservoir on the basis of biochemical mechanisms and adaptation indexes under the conditions of anthropogenic environmental pollution.

There were high nickel concentrations in the trunk (2 LPC) and muscle tissue (1.6-2.4 LPC) of pike perch from the Samara bay. In addition, cadmium, lead and iron levels in pike perch bodies were considerably higher in the Samara bay.

It is determined that pike perch from the Samara bay has a reduced body mass (by 32-40%) as compared with fish mass values in the lower area of the reservoir, which is possibly related to a high level of heavy metal contamination.

The body's tissues display more variable levels of lipids and glycogen than protein. They respond rapidly to the changes in environmental factors and reflect the condition of physiological functions of fish organism.

Relative resistance of pike perch to some heavy metals getting into the Zaporozhie reservoir is observed. Cadmium, iron, lead, and mercury are the most toxic agents. Their accumulation in pike perch results in disorders of lipid and carbohydrate metabolism, and in a reduced level of energy reserves.