

СУБКЛІТИННИЙ РОЗПОДІЛ ЙОНІВ КАДМІЮ В ОКРЕМИХ ТКАНИНАХ КОРОПА (*CYPRINUS CARPIO* L.)

Ю. І. Сеник, О. О. Рабченко, В. М. Марценюк, С. І. Кузь, К. М. Севрук

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

Зростання вмісту металів у водному середовищі призводить до надмірного їх акумулювання водними організмами та порушення функціонування метаболічних систем у гідробіонтів.

На сьогодні добре вивчено вплив підвищених концентрацій металів на метаболічні процеси в організмі гідробіонтів, закономірності їх акумулювання в тих чи інших органах та тканинах. Однак, тонкі механізми субклітинного розподілу металів залежно від концентрації токсиканта є малодослідженими.

Дослідження проведено на дворічках коропа (*Cyprinus carpio* L.) з середньою масою 350-400 г. Вивчали розподіл кадмію в мітохондріях, ядрах та цитоплазмі печінки, зябер та м'язів риб за дії 0,005 і 0,02 мг/дм<sup>3</sup> йонів Cd<sup>2+</sup>, що відповідали 0,5 та 2,0 рибогосподарським ГДК (допорогова і сублетальна концентрації) [1].

Безпосередньо перед дослідженням риб декапітували та проводили екстирпацію зябер, гепатопанкреасу та білих м'язів спини. Виділення субклітинних фракцій проводили центрифугуванням у 0,22 М сахарозі. Вміст кадмію у субклітинних компонентах визначали методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії. Одержані дані оброблено статистично з використанням t-критерію Стьюдента.

Накопичення та розподіл йонів кадмію між клітинними компартментами досліджуваних тканин коропа носить дозозалежний і тканинспецифічний характер.

За дії допорогової концентрації металу у гепатоцитах коропа достовірні зміни вмісту Cd<sup>2+</sup> спостерігаються лише у цитоплазмі та мітохондріальній фракції, де кількість токсиканту знижується, відповідно, у 1,18 та 1,27 рази. У зябрах та у м'язах, на відміну від гепатопанкреасу риб, вміст кадмію зростає у всіх досліджуваних субклітинних фракціях. Так, у цитоплазмі цих тканин концентрація металу зросла у 1,12 і 1,38 рази, у ядерній фракції – у 1,28 і 1,17 рази, а у мітохондріях зябер – у 1,21 рази (p<0,05).

Такі зміни вмісту токсиканту вказують на перерозподіл металу між досліджуваними тканинами коропа. Значне накопичення йонів Cd<sup>2+</sup> у клітинах зябер, ймовірно, обумовлено тим, що ця тканина відіграє провідну роль в регуляції надходження йонів кадмію до організму гідробіонтів [6].

Достовірне зростання кількості металу в ядрах досліджуваних тканин, ймовірно, можна розглядати як адаптивну відповідь на дію підвищених концентрацій токсиканту. Відомо, що йони Cd<sup>2+</sup> у допорогових концентраціях індують експресію генів [7] та синтез металотіонеїнів, що зв'язують Cd<sup>2+</sup> та переводять його у нетоксичну форму [4].

За дії сублетальної концентрації токсиканту встановлено значне накопичення йонів кадмію в досліджуваних субклітинних фракціях клітин гепатопанкреасу, зябер та м'язів коропа. При цьому, найбільше металу кумулюється у цитоплазмі. Такі зміни, ймовірно, пов'язані зі зв'язуванням токсиканту металотіонеїнами, які локалізуються саме у цій субклітинній фракції [5], та їх подальшому транспортуванні у лізосоми, де відбувається зв'язування токсиканту [8].

У меншій мірі токсикант накопичується у мітохондріях зябер та гепатопанкреасу коропа, що, ймовірно, можна пояснити надходження йонів Cd<sup>2+</sup> через Ca<sup>2+</sup>-канали, вміст яких у мембранах мітохондрій вищий, порівняно з іншими органелами [3], а також внаслідок утворення нерозчинних фосфатів [9].

У ядрах досліджуваних риб можна відмітити значне зростання кількості металу у зябрах та м'язах, та, порівняно незначні зміни цього показника у гепатопанкреасі. Такі зміни, ймовірно, обумовлені тим, що гепатоцити риб володіють вищими детоксикаційними можливостями, порівняно з клітинами інших досліджуваних тканин [2].

В загальному слід зазначити, що клітини печінки коропа володіють вищою резистентністю до йонів кадмію, ніж клітини зябер та м'язів. Водночас, відзначається перерозподіл кумульованого металу між досліджуваними тканинами. При цьому значна частина металу надходить у м'язи риб, що може становити потенційну небезпеку при споживанні рибної продукції.

## Література

1. Беспамятнов Г. П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник / Г. П. Беспамятнов, Ю. А. Кротов – Л.: Химия, 1985. – 304 с.
2. A comparison of the differential accumulation of cadmium in the tissues of three species of freshwater fish, *Salmo gairdneri*, *Rutilus rutilus* and *Noemacheilus barbatulus* / [M. W. Brown, D. G. Thomas, D. Shurben, et al.] // Comp. Biochem. Physiol., 1986. – Vol. 84. – P. 213-217.
3. Apoptosis induced by cadmium in c cells through Ca<sup>2+</sup>-calpain and caspase-mitochondria-dependent pathways. / [M. Li, T. Kondo, Q.-L. Zhao et al.] // J. Biol. Chem., 2000. – Vol. 275. – P. 39702-39709.
4. Biomarkers of metals exposure in fish from lead-zinc mining areas of Southeastern Missouri. USA. / C. J. Schmitt, J. J. Whyte, A. P. Roberts et al. // Ecotoxicol. Environ. Saf., 2007. – Vol. 67. – P. 31-47.
5. Diversity of metallothioneins in the American oyster, *Crassostrea virginica*, revealed by transcriptomic and proteomic approaches. / [M. J. Jenny, A. H. Ringwood, K. Schey et al.] // Eur. J. Biochem., 2004. – Vol. 271. – P. 1702-1712.
6. Handy R. D. The assessment of episodic metal pollution. I. Uses and limitations of tissue contaminant analysis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after short waterborne exposure to cadmium or copper / R. D. Handy // Arch Environ Contam Toxicol., 1992. – Vol. 22. – P. 74-81.

7. *Joseph P.* Up-regulation of expression of translation factors – a novel molecular mechanism for cadmium carcinogenesis / P. Joseph, Y. X. Lei, T. M. Ong // *Mol. Cell. Biochem.*, 2004. – Vol. 255. – P. 93-101
8. Linkages between cellular biomarker responses and reproductive success in oysters / [A. H. Ringwood, J. Hoguet, C. Keppler, M. Gielazyn] // *Mar. Environ. Res.*, 2004. – Vol. 58. – P. 152-155.
9. *Reginald C. A.* Reciprocal enhancement of uptake and toxicity of cadmium and calcium in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver mitochondria. / R. C. Adiele, D. Stevens, C. Kamunde // *Aquatic Toxicology*, 2010. – Vol. 96. – P. 319-327.