

M.I. Kuz'menko, D.I. Hudkov, O.G. Volkova, V.V. Belyaev, V.G. Klenus, O.E. Kaglyan,  
N.L. Shevtsova, Z.O. Schyroka, L.P. Yurchuk

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

#### RADIOECOLOGY SITUATION IN RESERVOIRS OF UKRAINE

The results of long-term studies of reservoirs in Ukraine are revised. The specific activity of the most biologically hazardous radionuclides of technogenic origin  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and transuranic elements  $^{238,239,240,241}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  in abiotic and biotic components of aquatic ecosystem Zony exclusion Chernobyl, river. Dnieper, its major tributaries and reservoirs is established. There are the attention focuses on the complex radiological situation that persists in reservoirs of the Chernobyl exclusion zone.

*Key words: radionuclides, specific activity, water, ground deposits, aquatic lives, fishess*

УДК 546:597.554:547.963.3

#### В.З.КУРАНТ

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

### **УЧАСТЬ БІЛКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ В ПРОЦЕСАХ ДЕТОКСИКАЦІЇ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНІЗМІ РИБ**

Проведено вивчення впливу іонів марганцю, цинку, міді та свинцю на вміст білків у сироватці крові коропа. Показана роль окремих білкових фракцій (альбуміну,  $\alpha$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -глобулінів) в процесах детоксикації досліджених металів.

*Ключові слова: білки сироватки крові, важкі метали, прісноводні риби*

Кров – це рідка тканина, яка здійснює в організмі транспорт різноманітних хімічних речовин (включно кисню), завдяки чому відбувається інтеграція усіх біохімічних процесів, які проходять в різних клітинах та міжклітинному просторі, в єдину систему. Крім транспортної, кров виконує захисну, регуляторну та деякі інші важливі функції в організмі.

Білки сироватки крові є досить лабільною хімічною системою, яка відображає стан організму, а також ті зміни, які в ньому відбуваються під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів. Будь-яка зміна хімічного складу водного середовища неминує веде до зміни хімічного складу крові гідробіонта, який живе в цьому середовищі, що позначається на процесах метаболізму в цілому організмі [7]. Досліди по встановленню змін у загальній кількості білків сироватки крові і частки їх фракцій проводилась, в основному, в залежності від сезону [5, 10], віку [3, 8] та фізіологічного стану організму [6, 11]. Систематичні дослідження впливу важких металів на ці показники відсутні, хоча вибірково такі дослідження проводилися на певних видах риб за дії окремих металів [2, 9].

Виходячи з того, що в даний час спостерігається надмірний вміст важких металів у водних екосистемах певний теоретичний і практичний інтерес становить вивчення особливостей впливу іонів цих металів на білкову систему крові риб, і зокрема коропа, який є важливим промисловим видом прісних водойм.

#### **Матеріал і методи досліджень**

Об'єктом дослідження був короп лускатий – *Syrpinus carpio* L дворічного віку масою 250-300 г. Експерименти проводилися в 200-літрових акваріумах, які заповнювали відстоюною водопровідною водою, з підтриманням постійного газового та температурного режимів. Вивчався вплив іонів марганцю, цинку, міді та свинцю у концентраціях, які відповідали 2 та 5 (ГДК) [1]. Період акламації риб становив 14 діб. Для досліджень білкових фракцій сироватки крові риб використовували діагностичний набір для електрофоретичного розділення білків сироватки крові на агарозі “Согмау gel protein 100” та “Согмау gel lipo 100” виробництва фірми “Согмау” (Австрія). Розшифрування фореграм проводили на денситометрі цієї ж фірми.

#### **Результати досліджень та їх обговорення**

Отримані нами дані свідчать як про зміну загальної концентрації білків, так і співвідношення білкових фракцій в сироватці крові коропа при дії на його організм підвищених концентрацій іонів важких металів. Так, зокрема, загальний вміст білків в сироватці крові риб збільшується за дії марганцю, цинку, свинцю і, особливо, міді. При чому відхилення цього показника від контролю зростає із збільшенням у воді концентрації металу.

Зростання загального вмісту білків в сироватці крові коропа за дослідженої інтоксикації, на нашу думку, слід розглядати як наслідок більшого ступеня гемолізованості крові піддослідних риб, зростання кількості білків, які зв'язують та переносять іони металів, зменшення в крові вмісту води (згущення крові). Крім того підвищений вміст білків в сироватці крові піддослідних риб може бути зумовлений посиленням розпадом білків тканин в результаті підвищення активності протеолітичних ферментів за інтоксикації.

Важливе діагностичне значення має визначення фракційного складу білків сироватки крові коропа при дії на його організм іонів важких металів. Білки сироватки крові – це генетично детермінована гетерогенна система, яка у коропа складається з альбуміну,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -глобулінів [11]. Частка усіх із названих фракцій змінювалася за інтоксикації риб.

Так, при обох досліджуваних концентраціях всіх металів у воді в сироватці крові риб зростає вміст альбуміну. Виняток становить тільки свинець при 2 ГДК металу у воді. Цей білок відіграє важливу роль у підтриманні осмотичного тиску крові, а також транспорті ряду речовин, в тому числі амінокислот та неорганічних іонів. Тому стає зрозумілим зростання кількості альбуміну, який в умовах інтоксикації при активному протеолізі тканинних білків транспортує вільні амінокислоти. Найбільше зростає концентрація альбуміну в сироватці крові риб за дії іонів міді. Це явище узгоджується з даними літератури [13] про те, що альбумін переносить швидко обмінні фракції міді, в той час як повільно обмінні фракції цього металу транспортуються  $\alpha_2$ -глобулінами. Добре також відома здатність альбуміну зв'язувати іони кальцію та магнію [4]. Можливо, що за аналогічним принципом цей білок зв'язує й інші двовалентні іони, знижуючи тим самим їх токсичність для організму. З іншого боку, іони досліджуваних металів можуть виявляти стимулюючу дію на біосинтез альбуміну.

Певні зміни за інтоксикації зазнають і глобуліни сироватки крові коропа. Ці білки беруть участь в транспорті ліпідів, гормонів, вітамінів, іонів металів, утворюють важливі комплекси системи згортання крові, а фракція  $\gamma$ -глобулінів містить антитіла імунної системи. Логічно припустити, що зміна вмісту в сироватці крові глобулінів веде до порушення виконання ними описаних функцій.

Так, зокрема, підвищені концентрації іонів досліджуваних металів викликали незначне зростання вмісту  $\alpha_1$ -глобулінів при 2 ГДК металів у воді, в той час як  $\alpha_2$ -фракція таким же чином реагувала на 5 ГДК досліджуваних металів. Винятком був цинк, за дії якого в обох випадках спостерігали зниження вмісту фракцій  $\alpha_1$ - і  $\alpha_2$ -глобулінів. Враховуючи те, що цинк інгібує активність деяких протеїназ, можливо, зниження вмісту  $\alpha_1$ -глобулінів, які містять антитрипсин та антихімотрипсин, є відповіддю білкової системи сироватки крові коропа на підвищення рівня цинку у воді. Слід також відмітити зростання вмісту  $\alpha_2$ -глобулінів за дії іонів міді в концентрації 5 ГДК, що узгоджується з даними [4] про те, що саме в цій фракції міститься церулоплазмін – білок, який активно транспортує іони міді.

Дещо інша динаміка виявлена щодо вмісту  $\beta$ -глобулінів сироватки крові коропа за дії іонів досліджуваних металів. При рівні металів у воді 2 ГДК ми спостерігали зростання кількості білків цієї фракції під впливом іонів марганцю, цинку та свинцю, і лише іони міді знижували цей показник. При 5 ГДК металів у воді всі досліджені хімічні елементи приводили до зниження вмісту  $\beta$ -глобулінів в сироватці крові риб. При цьому значніші відхилення від контролю спостерігалися при дії іонів міді та свинцю.

Однією з основних функцій  $\beta$ -глобулінів є транспорт іонів заліза [4], яке входить до складу гемоглобіну і таким чином приймає участь в процесах окиснення. Зниження вмісту цього металу в крові веде до зниження активності процесів окиснення в цілому організмі, що ми і спостерігаємо в умовах інтоксикації, коли анаеробні шляхи утворення енергії переважають над аеробними.

При дії іонів досліджуваних металів в сироватці крові коропа зростає вміст  $\gamma$ -глобулінів, особливо за концентрації 5 ГДК. З цією фракцією білків, які містять антитіла, в основному, пов'язують захисні властивості організму і тому зрозуміло, що в умовах інтоксикації їх кількість збільшується.

Важливе діагностичне значення має визначення в сироватці крові риб вмісту ліпопротеїдів – комплексів білків та ліпідів, роль яких у процесах адаптації організму риб до умов середовища є досить значною. В наших дослідженнях виявлено  $\alpha$ - та  $\beta$ -фракції ліпопротеїдів, причому на  $\alpha$ -фракцію припадало 72-78 % цих білків, а на  $\beta$  – 22-28%. Динаміка зміни названих фракцій за дії іонів досліджуваних металів також була різною. В той час як кількість  $\alpha$ -ліпопротеїдів в сироватці крові піддослідних риб при обох вивчених концентраціях металів у воді зростала, кількість  $\beta$ -ліпопротеїдів, навпаки, знижувалася. Виняток становив лише показник щодо впливу іонів свинцю при 2 ГДК металу у воді.

Зниження вмісту  $\beta$ -ліпопротеїдів, які є фракцією ліпопротеїдів низької щільності, можливо, пов'язане з тим, що ці білково-ліпідні комплекси поглинаються тканинами і піддаються розпаду в лізосомах [12]. Тому посилений катаболізм  $\beta$ -ліпопротеїдів і зниження їх вмісту може бути



наслідком підвищення активності лізосомальних ферментів досліджених тканин в умовах інтоксикації організму риб.

Зростання кількості  $\alpha$ -ліпопротеїдів можна пояснити тим, що ця фракція досить легко утворюється із ліпопротеїдів дуже низької щільності та хіломікронів, розпад яких супроводжується збільшенням кількості фосфоліпідів, вільного холестерину та аполіпопротеїдів [12]. Біосинтез  $\alpha$ -ліпопротеїдів проходить в печінці та тонкому кишківнику і основна функція цієї фракції полягає в підтриманні процесів трансформації ліпідів. При цьому рівень ліпопротеїдів високої щільності ( $\alpha$ -ліпопротеїдів) в сироватці крові є інтегральним показником обміну ліпопротеїдів і характеризує ефективність функціонування систем транспорту та трансформації ліпідів в організмі в цілому.

### Висновки

Отже, дослідження білкової системи коропа за інтоксикації його організму іонами важких металів дало можливість вивчити механізми функціонального гомеостазу та адаптивні реакції крові риб, що може послужити передумовою для пошуку тих інтегральних показників, які вказують на ключові зміни стану організму гідробіонтів за екстремального впливу середовища.

1. *Беспамятнов Г.П.* Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник / Г.П. Беспамятнов, Ю.А. Кротов – Л. : Химия, 1985. – 240 с.
2. *Гандзюра В.П.* Продуктивність біосистем у токсичному середовищі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. біол. наук : спец. 03.00.16 “Екологія” / В.П. Гандзюра. – Чернівці, 2004. – 36 с.
3. *Клявонс Ю.А.* Динамика измененной белковых фракций крови лосося на разных этапах роста / Ю.А. Клявонс // Обмен веществ и биохимия рыб. – М. : Наука. – 1967. – С. 290-292.
4. *Кольман Я.* Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём – М. : Мир, 2000. – 470 с.
5. *Кондратьева Т.П.* Изменение содержания общего белка и фракционного состава белков сыворотки крови некоторых черноморских рыб в период нереста / Т.П. Кондратьева // Гидробиол. журн. – 1977. – Т.13, №4. – С. 75-79.
6. *Кузьмина В.В.* Электрофоретическое изучение белков сыворотки крови рыб при длительном голодании / В.В. Кузьмина // Гидробиол. журн. – 1966. – Т.2, №4. – С.74-77.
7. *Курант В.З.* Роль білкового обміну в адаптації риб до іонів важких металів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. біол. наук : спец. 03.00.10 “Іхтіологія” / В.З. Курант. – Київ, 2003. – 38 с.
8. *Лукьяненко В.И.* Белковый спектр сыворотки крови у различных возрастных групп белуги *Huso huso L.* / В.И. Лукьяненко, А.В. Попов, С.И. Седов [и др.] // Изв. АН СССР. – 1971. – Сер. биол., №3. – С. 428-433.
9. *Лукьяненко В.И.* Общая ихтиотоксикология / В.И. Лукьяненко – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 320 с.
10. *Сорвачев К.Ф.* Изменение белков сыворотки крови карпа во время зимовки / К.Ф. Сорвачев // Биохимия. – 1957. – Т.27, Вып. 5. – С. 872-878.
11. *Сорвачев К.Ф.* Электрофоретическое исследование белковых фракций сыворотки крови прудового карпа, выращенного при разных условиях / К.Ф. Сорвачев // Зоол. журн. – 1957. – Т.36, Вып. 5. – С.737-741.
12. *Холодова Ю.Д.* Липопротеины крови / Ю.Д. Холодова, П.П. Чаяло – К. : Наукова думка, 1990. – 208 с.
13. *Чегер С.И.* Транспортная функция сывороточного альбумина / Чегер С.И. – Бухарест: Изд-во Академии соц. респ. Румынии, 1975. – 183 с.

### В.З. Курант

Тернопольський національний педагогічний університет ім. В.Гнатюка, Україна

### УЧАСТИЕ БЕЛКОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ В ПРОЦЕССАХ ДЕТОКСИКАЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ РЫБ

Проведено дослідження впливу іонів важких металів (Mn, Zn, Cu, Pb) в кількості 2 і 5 ГДК на вміст загального і фракційного білків в сироватці крові карпа. Показано роль альбуміну, а також  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ -глобулінів в процесах детоксикації досліджуваних металів. Зазначено, що іони марганцю, цинку, міді та свинцю по-різному впливають на досліджувані показники, що може свідчувати про формування різних механізмів компенсаторно-адаптивного відповіді організму риб.

*Ключевые слова:* белки сыворотки крови, тяжелые металлы, пресноводные рыбы

### V.Z. Kurant

Ternopil National Volodymyr Hnatiuk Pedagogical University, Ukraine

### PARTICIPATION OF BLOOD SERUM PROTEINS IN THE PROCESSES OF HEAVY METALS' IONS DETOXICATION IN FISH ORGANISM

Investigation of the influence of heavy metals ions in 2 and 5 MPC quantities on the concentration of general and fractionae proteins in the blood serum of carp was launched. The role of albumin and  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ -globulins in the processes of the investigated metals' detoxication was shown. It was proved that the ions of Mn, Zn, Cu and Pb react differently on the investigated indices, which can testify about different mechanisms of compensative and adaptive response of the fish organism.

*Key words:* proteins, blood serum, heavy metals, freshwater fish