

ОГЛЯДИ

УДК 546.711:581.05:597

В.О. АРСАН

Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК Національного Університету біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041

РОЛЬ МАРГАНЦЮ В ОБМІНІ РЕЧОВИН У РИБ

Проаналізовано відомості щодо ролі марганцю водного середовища в обміні речовин у риб. Показано, що йони марганцю, які надходять в організм риб з водного середовища, в залежності від їх концентрації та часу дії, можуть активувати або інгібувати ферментні системи, і так впливають на життєдіяльність та продуктивність риб.

Ключові слова: іони, марганець, риба, тканини, органи, білки, ліпіди, водне середовище

Сполуки марганцю дуже поширені у земній корі і посідають 3-тє місце за масою після сполук заліза та титану [4]. Вміст марганцю в природних водах коливається від 45 до 700 мкг/дм³ та знаходиться, переважно, в двовалентному стані [11]. Основними джерелами надходження марганцю в поверхневі води є стічні води хімічної промисловості, зокрема, марганцевих збагачувальних фабрик, шахтні води та ін. [18].

Марганець у прісних водах утворює комплекси, в основному, з гуміновими і фульвокислотами [32]. Дослідженнями стану марганцю у водних об'єктах України, встановлено [15], що у воді Дніпра міграція марганцю здійснюється, в основному, у вигляді комплексних сполук з молекулярною масою від 0,5-5 до 120-150 тис.а.о.м. Досліджуючи форми міграції марганцю в мулових водах водних об'єктів, Линник П.М., Набиванець Б.Й. [15] встановили, що серед розчинених його форм на незакомплексовані іони в Київському водосховищі припадає 90,5-95,7% і 97-98,7% - в гирлі Десни.

Щодо шляхів надходження йонів марганцю в організм гідробіонтів, включно у риб, у фаховій літературі немає єдиної думки. Як показано в роботі [6], високий вміст марганцю у зябрах риб пов'язаний, насамперед, з його концентрацією у водному середовищі та функціональною активністю самих зябер. Отже, основним шляхом надходження марганцю в організм є його абсорбція з води залозистим апаратом зябер [30]. Слід зазначити, що абсорбція зябрами риб марганцю з водного середовища залежить не стільки від валового вмісту, скільки від форми його знаходження. Поглинання його з води зябрами може відбуватися лише в йонній формі. Високомолекулярні форми вказаного металу не здатні абсорбуватися зябрами риб із води [20].

Разом з тим, вартє уваги надходження в організм риб цього елемєнту також з кормом через кишківник [10]. В крові марганець зв'язується з білками як трансферин, β-глобулін, альбумін та ін.

У осетрових риб максимальна кількість (111- 133 мг на 1 кг сухої маси) марганцю сконцентрована все ж таки у печінці [5]. За дії на коропа йонів марганцю в концентрації 0,2 мг/дм³ у воді спостерігається збільшення його вмісту у всіх фракціях, крім мітохондрій та цитоплазматичної фракції м'язів [27].

Участь марганцю в обміні речовин проявляється через активацію чи інгібування ферментативних реакцій, до яких він має безпосереднє відношення. Він є кофактором ферментів окисного фосфорилування, зокрема, ізоцитратдегідрогенази та L-малатдегідрогенази. Йони марганцю підвищують відносну активність ізоферментів лактатдегідрогенази тканин плідників коропа [7]. Він також активує аргіназу печінки та може замінити магній як кофактор деяких ферментів [23] зі зміною або без зміни їх каталітичних властивостей. Наприклад, при заміні йонів магнію на йони марганцю змінюється специфічність нуклеаз і ДНК-полімераз. Марганець може вступати у зв'язки з аденозинполіфосфатами, фосфодиефірами та іншими біологічно активними речовинами [25]. До складу піруваткінази входить чотири міцно зв'язаних йони марганцю. В супероксиддисмутазі, яка здійснює усунення токсичного супероксидного аніон-радикалу O_2^- , що утворюється при пероксидному окисненні ліпідів, йон марганцю каталізує перехід між станами окиснення.

Необхідно зазначити, що марганець може бути регулятором в обміні речовин в організмі риби лише в оптимальних концентраціях. Значне підвищення концентрації його іонів у водному середовищі, а водночас і в тканинах, може негативно відобразитись на життєдіяльності риби. При значному зростанні концентрації марганцю у водному середовищі, а звідси і в організмі риби, цей елемент починають діяти як токсикант [17]. Слід відмітити, що йони марганцю знижують якість статевих продуктів коропа [3].

Щодо токсичності марганцю для риби, то така інформація у фаховій літературі дуже обмежена. Це пов'язано з тим, що марганець, порівняно з міддю, є менш токсичним для гідробіонтів, включно і для риби, а при його нестачі в організмі форелі спостерігається порушення розвитку скелету [1]. Разом з тим в роботі [29], вказується на те, що марганець в концентрації ≥ 1 мг/дм³ може викликати підвищену загибель риби. Риба більших розмірів значно стійкіша до токсичної дії марганцю, ніж менших.

Під впливом йонів марганцю в тканинах риби змінюється біосинтез біологічно активних речовин, зокрема білків, жирів і вуглеводів. Як показав М.Ю.Євтушенко [8], ефективність його дії на ступінь утилізації ацетату $-2^{14}C$ в синтезі білків залежить від концентрації металу та часу впливу на організм риби. При перебуванні коропа протягом семи діб у водному середовищі з різною концентрацією (0,12; 0,57 та 1,07 мг/дм³) йонів марганцю питома радіоактивність білків зростала від 28 до 34% порівняно з контролем.

При адаптації дволіток коропа протягом 7 діб до вмісту марганцю у водному середовищі 0,1 і 0,5 мг/дм³ спостерігалось збільшення кількості білків та нуклеїнових кислот в тканинах риби. Однак, при його збільшенні у воді до 1 мг/дм³ вміст білків і нуклеїнових кислот в тканинах і органах риби зменшувався [12]. Встановлено, що під впливом марганцю водного середовища в концентраціях 0,2 і 0,5 мг/дм³ зростає сума незамінних амінокислот відповідно в 1,4 та 1,3 рази. Це вказує на високий рівень катаболізму білків у м'язах та недостатнє їх використання в процесах адаптації риби до таких умов водного середовища, а також на активування тканинних протеїназ йонами марганцю [22].

На фоні підвищених концентрацій йонів марганцю у воді (0,2 і 0,5 мг/дм³) у м'язах коропа значно знижується (в 1,9 раз) вміст глутамінової кислоти [16], що може бути пов'язано з детоксикацією аміаку, вміст якого зростає за дії на рибу йонів важких металів водного середовища.

Щодо печінки риби, то в ній під впливом йонів марганцю зменшується вміст замінних і незамінних амінокислот, а також сумарна їх кількість, що пов'язано з активуванням процесів окиснення амінокислот, а також процесів глюконеогенезу і ліпогенезу [26].

При перебуванні риби у водному середовищі з концентрацією йонів марганцю 2,4 мг/дм³ в печінці і м'язах зменшувалось використання гліцину у синтезі білків та ліпідів [13]. Марганцю належить важлива роль в регуляції обміну ліпідів [31]. При нестачі марганцю в організмі тварин порушується їх синтез і транспорт, а при інтоксикації його йонами в головному мозку риби зростає розпад ліпідів на енергетичні потреби аж до повного їх окиснення до CO_2 [19].

Наявність у воді йонів марганцю в концентрації 0,12 мг/дм³ призводить до зменшення інтенсивності окиснення білків в гепатопанкреасі коропа. Однак, йони марганцю в концентрації

2,4 мг/дм³ практично не впливають на їх кількість у гепатопанкреасі та плазмі крові коропа [24].

Основна функція йонів марганцю в захисті білків належить SH-групам, які зв'язують цей елемент та зменшують його доступ до функціонально активних центрів [21].

Крім того, як було показано останнім часом [2] йони марганцю в концентраціях 5; 20 і 50 мг/дм³ активують аеробні процеси та пригнічують гліколітичні процеси, а в концентрації 100 мг/дм³, навпаки, активують гліколітичні та інгібують аеробні процеси в тканинах риби.

Отже, марганець відіграє важливу роль в регуляції метаболічних процесів в організмі риби, які тісно пов'язані з їх життєдіяльністю та продуктивністю.

1. *Аронович Т.М.* Искусственные корма в лососеводстве / Т.М. Аронович. – М., 1967. – 74 с.
2. *Арсан В.О.* Енергозабезпечення організму коропа при адаптації до змін концентрації йонів важких металів у водному середовищі: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд.біол.наук: спец. 03.00.17 «Гідробиологія» / В.О. Арсан. - Київ, 2004. - 22с.
3. *Арутюнова Н.В., Клемент В.А.* Изменение фракционного состава липидов в ооцитах карпа при воздействии солей тяжелых металлов. // Актуальные вопросы водной экологии. Матер. Всесоюзн. конф. молодых ученых (Київ, 22-24 ноября, 1989) – Київ, 1990 – С. 5-8.
4. *Брукс Р.Р.* Загрязнение микроэлементами // Химия окружающей среды / [под ред. Дж.О.М.Бокриса]. – М.: Химия, 1982. – С. 371-413.
5. *Воробьев В.И.* Микроэлементы и их применение в рыбководстве / В.И. Воробьев – М.: Пищ пром-сть, 1979. – 184 с.
6. *Галичева Е.Е.* Содержание подвижных форм марганца, меди, цинка, молибдена в рыбководных прудах Московской области / Е.Е. Галичева // Сборник научн.-исслед. работ по прудовому рыбководству. – М., 1970. - №3. – С. 54-62.
7. *Долинская Г.И.* Влияние солей меди и марганца на лактатдегидрогеназу тканей производителей карпа и его икры на ранних стадиях развития в эксперименте. // 8-я науч. конф. по экол. физиол. и биохим. рыб. (30 сент.- 3 окт., 1992) : Тез. докл. (Карельский науч. центр РАН. Ин-т биологии. – Петрозаводск, 1992. –Т.1– С. 84-85.
8. *Евтушенко Н.Ю.* Влияние различных концентраций марганца в воде на белоксинтезирующую функцию карпа / Н.Ю. Евтушенко // Гидробиол. журн. – 1986. – 22, №4. – С.71-74.
9. *Евтушенко Н.Ю.* Интенсивность липидного обмена в печени карпа в зависимости от концентрации марганца в воде/ Н.Ю. Евтушенко // Гидробиол. журн. – 1985. – 21, №6. – С. 62-64.
10. *Забитівський Ю.М.* Мінливість морфологічних ознак і активності травлення у коропа залежно від умов існування: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. біол. наук: спец. 03.00.10. «Іхтіологія»/ Ю.М. Забитівський.–Київ, 2003. – 18 с.
11. *Иванова А.А.* Некоторые микроэлементы в главнейших реках Советского Союза: автореф. дисс... канд. хим. наук. Новочеркасск, Гидрохим. ин-т., 1968. – 27 с.
12. *Курант В.З.* Влияние ионов тяжелых металлов на содержание белков и нуклеиновых кислот в тканях рыб // 8-я науч. конф. по экол. физиол. и биохим. рыб. (30 сент.- 3 окт., 1992) : Тез. докл. – Петрозаводск, 1992.–Т.1. – С. 179-180.
13. *Курант В.З.* Роль білкового обміну в адаптації риби до дії йонів важких металів: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. докт. біол. наук: спец. 03.00.10 «Іхтіологія»/ В.З. Курант. – К., 2003. – 43 с.
14. *Линник П.Н.* Формы миграции и сезонная динамика марганца в водах рек Днепра и Десны: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. хим. наук / П.Н. Линник – Новочеркасск., 1978. – 21 с.
15. *Линник П.Н.* Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П.Н. Линник, Б.И. Набиванец. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 270 с.
16. *Линник П.М.* Комплексоутворення металів з природними органічними речовинами - важливий фактор детоксикації (за результатами біотестування) / П.М. Линник, Е.П. Щербань, Т.О. Васильчук [та ін.] // Наукові записки Тернопільського педуніверситету ім. Володимира Гнатюка. Серія: біологія. – 2001. – 2(13). – С. 206 –208.
17. *Лукьяненко В.И.* Общая ихтиотоксикология / В.И. Лукьяненко. – М.: Пищ. пром-сть, 1983. – 319 с.
18. *Лурье Ю.Ю.* Химический анализ производственных сточных вод / Ю.Ю. Лурье, А.И. Рыбникова. – М.: Химия, 1974. – 336 с.
19. *Маньора Г.Б.* Особливості окислення 14С-ацетату та динаміка ліпідного складу у головному мозку риби при дії солей важких металів / Г.Б. Маньора, С.В. Бродін, В.В. Грубінко // Наукові записки Тернопільського педуніверситету ім. Володимира Гнатюка. Серія: біологія. – 2001. – 2(13). – С. 211 –213.

ОГЛЯДИ

20. Патин С.А. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах / С.А. Патин, Н.П. Морозов. – М.: Легк. пром-сть., 1981.- 152 с.
21. Смольський О.С. Структурно-функціональні адаптації крові коропа до екстремальних факторів водного середовища: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд.біол.наук: спец. 03.00.04 «Біохімія» / О.С. Смольський. - Київ, 1998. - 17с.
22. Сологуб Л.І. Протеїнази клітин та їх функції / Л.І. Сологуб, І.С. Пашковська, Г.Л. Антоняк. – К.: Наук. Думка, 1992. – 196 с.
23. Сравнительная физиология животных / [под ред. Проф. Л.Проссера] – М.: Мир, 1977. – Т. 1. – 606 с.
24. Столяр О.Б. Окиснювальна модифікація білків гепатопанкреаса і плазми крові коропа за інтоксикації важкими металами / О.Б. Столяр // Наукові записки Тернопільського педуніверситету ім. Володимира Гнатюка. Серія: біологія. – 2001. – 2(13). – С. 44–49.
25. Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы во внешней среде: Современные гигиенические и токсикологические аспекты / И.М. Трахтенберг, В.С. Колесников, В.П. Луковенко. – Минск: Наука і техніка, 1994. – 235с.
26. Уильямс Д. Металлы жизни. – М.: Мир, 1975. – 236с
27. Хоменчук В.О. Особливості субклітинного розподілу важких металів в деяких тканинах коропа при дії їх підвищених концентрацій / В.О. Хоменчук // Наукові записки Тернопільського педуніверситету ім. Володимира Гнатюка. Серія: біологія. – 2001. – 2(13). – С. 59–63.
28. Hem J.D. Chemical equilibria and rates of manganese oxidation // Geol. Surv. Water-Supply Paper №1667. – A. – Washington. – 1963. – 64 p.
29. Meinelt T., Stüber A., Steffens W. Wirkungen fischtoxischer Schadmetalle – Fischtoxizität von Eisen und Mangan // Fischer. Und Teichwirt. – 1997. – Vol. 48, №4. – S.162–164.
30. Protasowski M., Chodynieski A. Bioakumulacja Cd, Pb, Cu, Zn w carpie – Cyprinus carpio L. w zaleznosci od stezcyu w wodzie i szasu ekspozycji // Lesz. nauk. rub. mor. i technol. zywn – Szczecin, 1988. – Vol. 17. – P. 69–84.
31. Scorpio R.M. Differences between manganese and magnesium ions with regard to fatty biosynthesis / R.M. Scorpio, E.J. Masoro // Biochem. J. – 1970. – Vol. 118, №3. – P. 391–398.
32. Valentini M.T.G. Metallic numia and fulvic acid interactions in fresh water ultrafiltrate fractions / M.T.G. Valentini, L. Maggi, R. Stella // Chem Ecol. – 1983. – Vol. 1, №4. – P. 279–291.

V.O. Arsan

Украинская лаборатория качества и безопасности продукции АПК, Киев

РОЛЬ МАРГАНЦА В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ У РЫБ

Проанализирована роль марганца водной среды в обмене веществ у рыб. Показано, что ионы марганца, которые попадают в организм рыб из водной среды, в зависимости от их концентрации и времени действия, могут активировать или ингибировать ферментные системы, и так влияют на жизнедеятельность и продуктивность рыб.

Ключевые слова: ионы, марганец, рыба, ткани, органы, белки, липиды, водная среда

V.O. Arsan

Ukrainian laboratory of quality and safety of AIC products, Kyiv

THE ROLE OF MANGANESE IN METABOLISM OF FISH

This review is focused on the role of manganese in metabolism of fish. It has been proved that the ions of manganese, which in pour the organism of fish, depending on their concentration and duration of their action, can activate or suppress enzyme systems and thus influence vital functions and productivity of fish.

Key words: ions, manganese, fish, tissues, organs, proteins, fats, water

Рекомендує до друку

Надійшла 15.09.2010

В.В. Грубінко