

УДК 547.915(639.215.2+639.214):546.723

**ОСОБЛИВОСТІ ЛІПІДНОГО СКЛАДУ ТКАНИН ПЕЧІНКИ ТА ЗЯБЕР РИБ
ЗА ДІЇ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЙОНІВ Fe^{3+}**

О.О. Рабченюк¹, З.М. Луцик², В. О. Хоменчук³, В.З. Курант⁴

^{1,2,3,4}Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка,
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна

В даний час прісноводні екосистеми зазнають прогресуючого забруднення токсичними речовинами, в тому числі сполуками металів. Зростання концентрації металів у водному середовищі призводить до надмірного акумулювання їх водними організмами та порушення фізіолого-біохімічних процесів у гідробіонтів [6, 8].

Ферум є одним з найбільш поширених елементів у земній корі, але через низьку міграційну здатність його концентрація в природних водах дуже мала, і тому його прийнято відносити до мікроелементів [8]. Разом з тим зростання вмісту феруму в водному середовищі може призводити до його концентрування в тканинах риб і мати виражений токсичний ефект [7]. Тому нормальне функціонування організму визначається наявністю у клітинах оптимальної кількості металів та формою їх знаходження в організмі [6].

Ефективним засобом обмеження надходження металу в організм гідробіонтів є структурні перебудови біологічних мембран [5]. Ліпіди, будучи одним з основних компонентів біомембран, впливають на їх проникність, беруть участь у передачі нервового імпульсу, створюють міжклітинні контакти, виконують функції вторинних месенджерів у передачі сигналів у клітину [9].

Саме тому особливий інтерес викликає вивчення особливостей обміну та вмісту індивідуальних класів нейтральних ліпідів в тканинах прісноводних риб за дії підвищених концентрацій йонів Fe^{3+} .

Досліди проводили на коропах (*Cyprinus carpio* L.) та щуках (*Esox Lucius* L.) дворічного віку масою 300-350 г. Для дослідження риб відбирали з водою безпосередньо перед експериментом шляхом тралового відлову та утримували в акваріумах об'ємом 200 л по п'ять особин. Йони Fe^{3+} вносили у воду акваріумів, де були дослідні групи риб у вигляді солі $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ до досягнення концентрації йонів металу, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським ГДК (відповідно 0,2 та 0,5 мг/дм³). Аклімацію риб здійснювали протягом 14 діб. Для біохімічного аналізу тканини дослідних риб подрібнювали на холоді в скляних гомогенізаторах із наступним екстрагуванням загальних ліпідів з тканини хлороформ-метаноловою сумішшю за методом Фолча [3]. Розділення неполярних ліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одномірної тонкошарової хроматографії [1]. Для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти. Кількість неполярних ліпідів визначали біхроматним методом [4], вміст фосfolіпідів – за кількістю неорганічного фосфору методом Васьковського [10]. Результати досліджень були статистично опрацьовані з використанням стандартного пакету програм Microsoft Office.

На основі аналізу отриманих даних слід зазначити значні зміни вмісту окремих фракцій неполярних ліпідів у тканинах прісноводних риб за дії підвищених концентрацій йонів Fe^{3+} у воді. Так, відмічене зростання кількості моноацилгліцеролів (МАГ) і неестерифікованих жирних кислот (НЕЖК) за дії 2 ГДК та диацилгліцеролів (ДАГ) за впливу 5 ГДК металу у зябрах коропа ($p < 0,05$). Це свідчить про активацію процесів ліполізу в організмі риб.

Разом з тим вміст холестеролу (ХЛ) відносно контрольної групи риб достовірно

зменшувався у 1,4 та у 1,3 рази за дії 2 та 5 ГДК йонів металу відповідно.

У щуки характер змін у кількісному складі ліпідів клітин зябер дещо інший. Слід відмітити зростання вмісту фосфоліпідів у 1,5 рази за дії 2 ГДК та у 1,1 рази за 5 ГДК йонів Fe^{3+} . Активація синтезу фосфоліпідів може виступати як своєрідний захист клітин організму від проникнення через їх мембрану токсикантів шляхом її ущільнення [2].

Аналогічно до фосфоліпідів зростала і кількість диацилгліцеролів у зябрах щуки: у 2,3 та 1,4 рази відповідно за дії 2 та 5 ГДК йонів металу ($p < 0,05$). Разом з тим слід відзначити зменшення кількості ХЛ та ТАГ за впливу обох досліджуваних концентрацій феруму відносно контролю ($p < 0,05$).

Вміст НЕЖК у зябрових клітинах щуки зменшувався у 1,3 за дії 2 ГДК йонів металу та зростав 1,6 рази за дії 5 ГДК йонів Fe^{3+} . Кількість МАГ у зябрах щуки зменшувалася лише за впливу меншої з досліджуваних концентрацій йонів Fe^{3+} .

Характер змін кількості ліпідів у печінці риб за дії підвищених концентрацій йонів Fe^{3+} має іншу специфіку порівняно з зябрами. На відміну від зябер, відмічене зменшення у 1,2 рази кількості основних структурних елементів біологічних мембран фосфоліпідів у печінці коропа за впливу 2 ГДК та у 1,3 рази за дії 5 ГДК металу. Відзначено достовірне зростання МАГ у обох видів риб дослідних груп, що, ймовірно, обумовлено посиленням гідролізу ТАГ внаслідок зростання енергетичних витрат для протидії надлишковим кількостям металу в організмі риб. Частково це підтверджується зростанням кількості НЕЖК у гепатоцитах у обох видів за дії 5 ГДК йонів Fe^{3+} та зменшенням кількості ТАГ у щуки в обох дослідних групах щодо контролю ($p < 0,05$). Вміст НЕЖК є одним із критеріїв оцінки спрямування ліпідного метаболізму. Зростання їх вмісту свідчить про активацію ліполізу.

За дії 5 ГДК йонів феруму як у печінці коропа, так і щуки, має місце зменшення кількості ХЛ у 1,7 та у 1,5 рази відповідно ($p < 0,05$). Відмічене зростання у 1,6 рази кількості ДАГ у гепатоцитах коропа за дії 5 ГДК йонів Fe^{3+} та у 2,3 рази – у печінці щуки за впливу 2 ГДК йонів металу.

Отже, підвищені концентрації йонів Fe^{3+} викликають структурно-функціональні зміни ліпідного складу біологічних мембран досліджуваних тканин риб, які спрямовані на збільшення їх мікров'язкості та обмеження надходження металу до клітин організму риб. Зміщення ліпідного метаболізму в бік ліполізу свідчить про формування катаболічного стрес-синдрому в умовах інтоксикації.

Література

1. Копытов Ю.П. Новый вариант тонкослойной хроматографии липидов / Ю.П. Копытов // Экология моря. – 1983. – Вып. 12. – С.76–80.
2. Меерсон Ф. З. Основные закономерности индивидуальной адаптации / Ф.З. Меерсон // Физиология адаптационных процессов. — М.: Наука, 1986. — 10—76 с.
3. Орел Н. М. Биохимия липидов / Н. М. Орел. — Минск, 2007. — 37с.
4. Прохорова М. И. Методы биохимического исследования / М. И. Прохорова. — Л.: Изд.ЛГУ, 1982. — 222с.
5. Сенник Ю.І. Зміни ліпідного складу тканин прісноводних риб за дії цинку та кадмію: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.04 «Біохімія» / Ю.І. Сенник. — Львів, 2015. — 18 с.
6. Conducting ecological risk assessments of inorganic metals and metalloids: current status / Chapman P. M., Wang F., Janssen C. R. [et al.]// Hum. Ecol. Risk Assess. – 2003. – 9 – P. 641–697.
7. Gurzau E. S. Essential metals—case study on iron / E. S. Gurzau // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2003 – 56. – P. 190–200.
8. Homeostasis and Toxicology of Essential Metals / Wood C. M., Farrel A. P., Brauner C. J., Eds.; Academic Press: London, 2012. – 497 p.
9. Killian J.A., van Meer G. The "double life" of membrane lipids / J.A Killian., G. van

Meer // EMBO Reports. – 2001. - Vol. 2. – P. 91–95.

10. Vaskovsky V.E. A universal reagent for phospholipids analysis / V.E. Vaskovsky, E.V. Kastetsky, I.M. Vasedin // J. Chromatogr. – 1985. – Vol. 114. – P. 129–141.