

References

1. Annett R., Habibi H.R., Hontela A. Impact of glyphosate and glyphosate-based herbicides on the freshwater environment. *J. Appl. Toxicol.* 2014. Vol. 34(5). P. 458-479. DOI: <https://doi.org/10.1002/jat.2997>
2. Gnatyshyna L., Khoma V., Horyn O., Ozoliņš D., Skuja A., Kokorite I., Rodinov V., Martyniuk V., Sprinģe G., Stoliar O. Multi-marker study of *Dreissena polymorpha* populations from hydropower plant reservoir and natural lake in Latvia. *Turk. J. Fish. & Aquat. Sci.* 2020. Vol. 20(6). P. 409-420. [DOI: http://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_6_01]
3. Gnatyshyna L., Khoma V., Mishchuk O., Martynyuk V., Sprinģe G., Stoliar O. Multi-marker study of the responses of the *Unio tumidus* from the areas of small and micro hydropower plants at the Dniester River Basin, Ukraine. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07698-4>
4. Matozzo V., Fabrello J., Masiero L., Ferraccioli F., Finos L., Pastore P., Di Gangi I.M., Bogialli S. Ecotoxicological risk assessment for the herbicide glyphosate to non-target aquatic species: a case study with the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Environ. Pollut.* 2018. Vol. 233. P. 623-632. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.100>

УДК 577.125 : (597.551.2+ 597.552.1) : 546.723

**ОСОБЛИВОСТІ ЛІПІДНОГО СКЛАДУ НИРОК КОРОПА
ТА ЦУКИ ЗА ВПЛИВУ ПІДВИЩЕНИХ
КОНЦЕНТРАЦІЙ ІОНІВ Fe³⁺**

**Хоменчук В. О., Рабченюк О. О., Станіславчук В. А.,
Сашко О. П., Курант В. З.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua

Ферум є одним з найбільш поширених елементів у земній корі, але через низьку міграційну здатність концентрація металу в природних водах дуже мала і його прийнято відносити до числа

Фізіолого-біохімічні, генетико-біотехнологічні та екологічні аспекти адаптації організмів до факторів середовища

мікроелементів [6].

Разом з тим, біоконцентрування Феруму водними тваринами здійснюється за низьких концентрацій і є важливим з екологічної точки зору. Біонакопичення Феруму може становити потенційну небезпеку навіть за незначного зростання концентрації металу у воді. Це пов'язано з тим, що біологічна функція Феруму у організмі риб здійснюється за низьких концентрацій, а надмірне його акумулювання може призводити до хронічного чи гострого отруєння [2].

Зважаючи на це, актуальним є пошук біомаркерних показників в організмі риб, які б дозволили оцінити негативні наслідки дефіциту чи надлишку Феруму. Такі дослідження також допоможуть оцінити рівень забрудненості водного середовища сполуками цього металу. Метаболічно активні тканини, такі як зябра, печінка, нирки та м'язи, володіють високою здатністю до біоаккумуляції і, як правило, використовуються для оцінки забруднення води металами [6].

Нирки є одним з органів, що забезпечують осморегуляцію та екскрецію металів, в тому числі і Феруму, з організму риб [4]. Саме тому нами було досліджено ліпідний склад тканин нирок коропа та щуки за дії підвищених концентрацій іонів Fe^{3+} у воді.

Дослідження проведено на дворічках коропа (*Cyprinus carpio* L.) і щуки (*Esox lucius* L.) з середньою масою 300-350 г. Дослідних риб виловлювали із ставків Тернопільського рибкомбінату, урочище Залісці. Для експериментального витримування риб використовували відстояну водопровідну воду. Вміст кисню у воді акваріумів підтримували на рівні 7,0 – 8,0 мг/л. Перед дослідом риб аклімували 3 доби в басейнах об'ємом 2 м³.

В експериментах риб утримували в лабораторних акваріумах об'ємом 200 л з розрахунку 40 дм³ на одну особину. З метою запобігання хронічного впливу на риб їх власних екзометаболітів воду в акваріумах змінювали щодобово. Вивчали вплив на риб іонів Fe^{3+} в концентраціях 0,2 і 0,5 мг/дм³, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським ГДК. Необхідні концентрації іонів металу у воді створювали внесенням солі $FeCl_3 \times 6 H_2O$ кваліфікації “х.ч.”. Риб під час аклімації не

Фізіолого-біохімічні, генетико-біотехнологічні та екологічні аспекти адаптації організмів до факторів середовища

годували. Період утримування риб у токсичних умовах становив 14 діб, що є достатнім для формування адаптивної відповіді на дію стрес-чинника.

Для біохімічного дослідження вмісту ліпідів та їх окремих класів були використані зразки досліджуваних тканин риб. Тканину подрібнювали на холоді в скляних гомогенізаторах з наступним екстрагуванням загальних ліпідів з тканини хлороформ-метаноловою сумішшю у відношенні 2:1 за методом Фолча. Розділення неполярних ліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одномірної тонкошарової хроматографії на пластинках «Sorbfil». Рухомою фазою служила суміш гексану, диетилового ефіру і льодяної оцтової кислоти у відношенні 70:30:1. Одержані хроматограми проявляли в камері, насиченій парами йоду [1].

Для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти. Було виявлено такі класи неполярних ліпідів: триацилгліцероли (ТАГ), диацилгліцероли (ДАГ), неестерифіковані жирні кислоти (НЕЖК), холестерол (ХЛ), моноацилгліцероли (МАГ) та фосфоліпіди (ФЛ). Кількість неполярних ліпідів у тканинах нирок визначали біхроматним методом, а вміст фосфоліпідів – за кількістю неорганічного фосфору методом Васьковського.

Аналіз отриманих результатів показав, що у нирках риб за умов підвищених концентрацій іонів Fe^{3+} у воді чітко прослідковується видова специфіка змін у фракційному складі ліпідів. Так, у нирках коропа спостерігається зростання кількості ФЛ у обох дослідних групах щодо контролю, тоді як у щуки відмічено тенденцію до зменшення кількості фосфоровмісних ліпідів. Одержані дані вказують на активацію синтезу фосфоліпідів у нирках, що є неспецифічним захистом клітин організму риб від проникнення через їх мембрану токсикантів.

За дії $0,2 \text{ мг/дм}^3$ металу у нирках коропа відмічено зменшення вмісту ДАГ у 1,6 рази та НЕЖК у 1,7 рази. Разом з тим кількість МАГ зростає у 1,9 рази, а вміст ТАГ знижується у 1,6 рази. Такі зміни ліпідного профілю вказують на активацію

Фізіолого-біохімічні, генетико-біотехнологічні та екологічні аспекти адаптації організмів до факторів середовища

синтезу ФЛ з їх попередників та, ймовірно, використання останнього класу ліпідів для енергозабезпечення адаптивних перебудов клітин.

У клітинах нирок коропа за дії $0,5 \text{ мг/дм}^3$ іонів Fe^{3+} зменшується вміст МАГ, НЕЖК та ХЛ, а кількість ДАГ і ТАГ зростає. Відомо, що ТАГ сприяють стабілізації клітинних мембран, і у стресових умовах вони можуть виступати попередниками синтезу ДАГ і НЕЖК [5].

Вміст холестеролу за дії $0,2 \text{ мг/дм}^3$ іонів Fe^{3+} відносно контролю зростає у 2,5 рази у коропа та у 1,5 рази у щуки. Природною роллю холестеролу є ущільнення і упорядкування мембрани шляхом зміцнення взаємодій між окремими фосфоліпідами, що утворюють мембрану [3].

У нирках щуки за дії $0,2 \text{ мг/дм}^3$ іонів Fe^{3+} відмічено зменшення кількості НЕЖК. Вплив $0,5 \text{ мг/дм}^3$ іонів досліджуваного металу викликав зменшення кількості ТАГ та ДАГ, тоді як вміст НЕЖК та МАГ зростав, що, очевидно, свідчить про інтенсифікацію ліполітичних процесів у клітинах нирок з підвищенням концентрації Fe^{3+} у воді.

Отже, зміни фракційного складу ліпідів у клітинах нирок коропа та щуки мають виражену залежність від концентрації іонів Феруму у воді. Модуляція ліпідного спектру тканин нирок риб спрямована на забезпечення структурно-функціональної активності біологічних мембран з метою регулювання надходження і виведення Феруму з організму риб та підтримання енергетичного статусу їх організму для протидії токсичному чиннику

Список літератури

1. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов. М. : Мир., 1975. 322 с.
2. Bury N., Grosell M. Waterborne iron acquisition by a freshwater teleost fish, zebrafish *Danio rerio*. *J. Exp. Biol.* 2003. Vol. 206 b. P. 3529–3535.
3. Cholesterol interactions with phospholipids in membranes / Ohvo-Rekila H., Ramstedt B., Leppimaki P., Slotte J.P. *Prog. Lipid Res.* 2002. Vol. 41. P. 66–97.

4. Iron handling and gene expression of the divalent metal transporter, DMT1, in the kidney of the anemic Belgrade (b) rat / Ferguson C.J., Wareing M., Delannoy M. [et al.]. *Kidney Int.* 2003. Vol. 64. P. 1755–1764.
5. Lewis A.H., McElhaney R.N. Surface charge markedly attenuates the nonlamellar phase-forming properties of lipid bilayer membranes : calorimetric and ³¹P-nuclear magnetic resonance studies of mixtures of cationic, anionic, and zwitterionic lipids. *Biophys. J.* 2000. Vol. 79, № 3. P. 1455–1464.
6. Wood Chris M., Farrell Anthony P., Brauner Colin J. Homeostasis and toxicology of essential metals edited. *Fish Physiology.* London : Academic Press. 2011. Vol. 31. Part A. P. 1–497.

УДК 57.034:612

**ВИВЧЕННЯ ТИПУ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В
ОСІБ З РІЗНИМ БІОРИТМОЛОГІЧНИМ ТИПОМ
ПРАЦЕЗДАТНОСТІ**

Чень І. Б., Гриньків Т. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: irynachen35@gmail.com

Відомо, що загальний рівень працездатності конкретної людини як максимально можливий її психофізіологічний потенціал визначається такими факторами: стан здоров'я; м'язова сила і витривалість та їх співвідношення; властивості нервових процесів (сила, рухливість, врівноваженість); біоенергетичні процеси і резерви організму; психічні функції. При цьому рушійними силами працездатності організму є процеси збудження на нейрофізіологічному рівні та енергія хімічних речовин на молекулярному рівні [2].

Для фізіологічних систем організму характерні періодичні коливання протягом доби. Так, удень фізіологічні процеси характеризуються більшою інтенсивністю, ніж вночі. В нічний час сповільнюються обмінні процеси, послаблюється діяльність системи кровообігу і ін. Існування біологічних ритмів є