

УДК 546.742 : 574.5

**ВМІСТ НІКЕЛЮ В ПРІСНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ ТА
ЙОГО БІОЛОГІЧНА РОЛЬ В ОРГАНІЗМІ РИБ**

**Петрушка Б. М., Козловський М. А., Хоменчук В. О.,
Курант В. З.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: bodik_p@ukr.net

Хімічний склад поверхневих вод формується під впливом сукупності природних та антропогенних чинників, які впливають на протікання в цих водах різноманітних процесів.

Серед найбільш поширених токсичних речовин у прісних водоймах чільне місце належить важким металам. Характерною особливістю їх іонів є те, що вони не руйнуються в природних умовах, а лише змінюють форму знаходження, поступово накопичуючись в різних компонентах екосистем [3].

Функціонально сполуки металів відіграють важливу роль у життєдіяльності всіх організмів, включно риб [8, 12]. Входячи до складу багатьох органічних речовин, або вступаючи з ними у взаємодію, вони впливають на перебіг багатьох біохімічних процесів у живому організмі.

Нікель – біологічно активний метал, який міститься в живих організмах в незначних кількостях, але відіграє у їх життєдіяльності важливу роль.

Вміст цього металу в земній корі складає $8 \cdot 10^{-3}$ % по масі [3]. В природних умовах нікель зустрічається головним чином у вигляді сполук з миш'яком та сіркою. Це такі мінерали як купфернікель NiAs, залізонікелевий колчедан $(\text{FeNi})_9\text{S}_8$, миш'яковонікелевий блиск NiAsS та інші.

В незабруднених та слабозабруднених поверхневих прісних водах концентрація нікелю коливається від 0,8 до 10 мкг/л [3]. В забруднених водоймах цей показник може складати декілька десятків мікрограмів в 1 літрі [9]. Присутність нікелю в природних водах вивчена досить мало. Серед чинників, які впливають на токсичність нікелю для риб, є жорсткість води, рН, вміст завислих речовин, солоність, вид риб та стадія їх розвитку

[4]. Висока жорсткість води і наявність в ній хелатів зменшують ступінь отруйності елементу. У морських водах нікель набагато менш токсичний, ніж у прісних, що пояснюється, очевидно, властивістю деяких елементів (зокрема іонів натрію, кальцію і магнію) конкурувати з нікелем за фізіологічно активні місця зв'язування, що знаходяться в зябрах риб та зниженням біологічної цінності нікелю в присутності цих металів [6]. Подібним можна пояснити зменшення токсичності нікелю в жорсткій воді. Нікель для риб є менш токсичним, ніж мідь, цинк, свинець та інші метали [1]. Клінічними проявами отруєння лососевих риб є підвищене слизовиділення в зоні зябер та потемніння тіла.

Гостра дія нікелю призводить до змін в іонообміні в організмі риб. Витримування райдужної форелі у воді за концентрації нікелю $12,9 \text{ мг/дм}^3$ протягом 96 год супроводжувалося реабсорбцією катіонів нікелю нирками, що вело до зниження його вмісту в плазмі крові [2]. Високі концентрації нікелю також підвищують протиолітичні процеси в зябрах та нирках риб, пов'язані з оксидативними ушкодженнями лізосомальних мембран, внаслідок чого відбувається зниження вмісту білків у вказаних органах [11]. Вплив нікелю призводить до зниження виходу ембріонів, виживання, темпу росту молоді, плодючості лососевих риб. За концентрації металу понад $0,38 \text{ мг/дм}^3$ ембріони і личинки райдужної форелі зазнавали тератогенного впливу із зниженням викльову ікринок більш ніж на 50 % [4].

Лососеві риби, піддані дії хронічних концентрацій нікелю, зазнають порушень функціонування кровоносної системи. Так, у райдужної форелі, яку витримували до 60 годин в жорсткій воді при рН 7,9 із вмістом металу на рівні $15,6 \text{ мг/дм}^3$, помічено збільшення гематокриту і кількості лактату в плазмі, а також зниження рівня гемоглобіну в селезінці. Подібні зміни пов'язують з реакцією організму риб на гіпоксію. Сублетальні концентрації нікелю провокують також порушення вуглеводного і білкового обмінів [11].

У 7-денних дослідах з лососевими рибами із впливу різних концентрацій хлористого нікелю за температури $14\text{-}16^\circ\text{C}$ виявлені токсичні дози елементу: для райдужної форелі довжиною 6 см і

масою 3 г – 25 мг/дм³, для струмкової форелі довжиною 8 см і масою 5 г – 30 мг/дм³ [2]. З лососевих риб сига є більш стійкими до впливу нікелю, ніж атлантичний лосось. Аналіз результатів досліджень із впливу високих концентрацій сполук нікелю на лососевих дає підставу вважати менш резистентними ранні стадії розвитку риб [5].

Слід також відмітити значні морфологічні та гістохімічні зміни тканин риб за умов хронічного впливу нікелю. Так, у сигів спостерігаються епітеліальні деградації, збільшення частоти пікнозу, некрозу та пошкоджень епітелію, а також зміни в гепатоцитах, клітинна вакуолізація в печінці, некроз жовчних проток. В ембріональний період на стадії жовтково-печінкового кровообігу розвитку сига нікель за його концентрації у розчині 0,01 мг/дм³ призводив до гістологічних змін в паренхімі печінки, аномальних мітозів, що вело до функціональних порушень печінки риб в подальші періоди життя [5]. При вивченні сублетальних впливу сублетальних концентрацій нікелю на дихальну систему райдужної форелі виявлено значне пригнічення дифузійної здатності зябер вже на початку впливу [7].

За екскрецію нікелю в організмі риб відповідають кишківник, і меншою мірою – нирки. Печінка, жовчний міхур, так само як і зябра, відіграють в даному процесі другорядну роль [11]. Детоксикація металу здійснюється за допомогою клітинних підсистем, що включають металотіонеїни, лізосоми, мембранозв'язані везикули і гранули. Крім того, зафіксовано видалення надлишку нікелю в нечутливі тканини – кісткову та лускову [10].

На поведінковому рівні риб за дії високої концентрації нікелю у воді відзначаються порушення локомоторних функцій (гіпо- і гіперактивність), реакцій на важливі хімічні сигнали (сприйняття феромонів, харчових сигналів тощо). Разом з тим спостерігається поведінка спрямована на уникнення токсиканта [11].

Загалом можна зазначити, що біологічна активність нікелю в організмі риб залежить як від фізико-хімічних особливостей водного середовища, хімічної активності іону металу, так і від фізіолого-біохімічних властивостей організму риб. Подальше вивчення впливу різних концентрацій іонів нікелю на організм

гідробіонтів має важливе як теоретичне, так і практичне значення.

Список літератури

1. Грициняк І. І., Колесник Н. Л. Біологічне значення та токсичність важких металів для біоти прісноводних водойм. Рибогосподарська наука України. 2014. №2. С. 31-45.
2. Грициняк І. І., Янович Д. О., Швець Т. М. Екотоксикологія лососевих риб. Київ : Вид-во ТОВ «ДІА», 2015. 472 с.
3. Линник П.Н, Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1986, 241 с.
4. Birge W.J., Black J.A. Nickel in the Environment. N.Y.: John Wiley and Sons, 1980. P. 349-366.
5. Buhl K.J., Hamilton S.J., Relative sensitivity of early life stages of Arctic grayling coho salmon and rainbow trout to nine inorganics. Ecotoxicol. Environ. Sof. 1991. V.22. P. 184-197.
6. Hall I.W., Anderson R.D. The influence of salinity on the toxicity of various classes of chemicals to aquatic biota. Crit. Rev. Toxicol. 1995. V.25. P. 281-346.
7. Hughes G.M., Perry S.F., Brown V.M. A morphometric study of effect of nickel, chromium and cadmium on the secondary lamellae of rainbow trout gills. Wat. Res. 1979. Vol.13. P. 665-679.
8. Moore J. W., Ramamoorthy S. Heavy metals in natural waters. Berlin Heidelberg New York: Springer. 1984. 270 p.
9. Nriagu J.O., Coker R.D. Deposition and chemistry of pollutant metals in lakes around the Smelters at Sudbury, Ontario. Environ. Sci. Technol. 1982. 16. N9. P. 551-560.
10. Ptashynski M.D., Klaverkamp J.F. Accumulation and distribution of dietary nickel in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). Aquat. Toxicol. 2002. Vol. 58. P. 249-264.
11. Pyle G., Couture P. Nickel. Homeostasis and toxicology of essential metals. Lomdon, Waltham, San Diego, Academic Press. 2012. P. 253-289.
12. Williams D. Metals of Life: The Solution Chemistry of Metal Ions in Biological Systems. Van Nostrand Reinhold Inc., U.S. 1971. 168 p.