

УДК 504.064:594.141

Д. Лукашов, канд. біол. наук

ВПЛИВ ДЕЯКИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РІВНІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ МОЛЮСКАМИ *LYMNAEA STAGNALIS*

Проведено оцінку впливу гідрологічних особливостей 56 водойм, інвазії паразитів та вмісту кишечника на рівні накопичення важких металів червоногим моллюском *Lymnaea stagnalis*, який є перспективним об'єктом екологічного моніторингу. Встановлено, що незважаючи на статистично значимий вплив на вміст важких металів у м'яких тканинах ставковиків, внесок цих факторів у загальну мінливість не перевищує 3–8%.

Effects of hydrological features, parasite invasion and gut contents on the metal uptake by gastropod molluscs Lymnaea stagnalis was researched from 56 pond and rivers of 18 regions of Ukraine. These factors has significant impact on metal content in soft tissue. But their contribution to metal accumulation do not exceed 3–8% of common variability.

Вступ. Забруднення важкими металами водних екосистем характеризується своєю незворотною у зв'язку з тим, що метали, які надійшли до водойми, не піддаються процесам розпаду чи перетворення і тому залишаються в екосистемі на довгий час. Моніторинг поліметалічного забруднення є важливим завданням заходів щодо охорони довкілля. Методи біоіндикації дозволяють використовувати властивості живих організмів акумулювати високі концентрації важких металів для визначення джерела та ступеню забруднення таких екосистем. Зручним об'єктом біоіндикації є моллюски, хімічний склад тканин яких відображає коливання концентрації важких металів у зовнішньому середовищі [4].

Проте, останнім часом у провідних наукових часописах з'являються критичні роботи, автори яких відмічають значну мінливість хімічного складу моллюсків, не пов'язану з явищами забруднення. Встановлено вплив на накопичення важких металів моллюсками їх спектру живлення, сезону року, темпів росту [8, 9, 11]. Для з'ясування можливості застосування цих гідробіонтів з метою біоіндикації необхідно не лише ідентифікувати такі екологічні фактори, а й визначити долю їх впливу на мінливість вмісту важких металів в організмі моллюсків. Завдання дослідження полягало у оцінці впливу гідрологічних особливостей водойм, інвазії паразитів та наявності мінеральних часток у кишечнику на рівні накопичення важких металів червоногими моллюсками *Lymnaea stagnalis* – перспективного об'єкту екологічного моніторингу.

Об'єкти та методи досліджень. Матеріал було зібрано в липні-серпні 2007 р. з 56 умовно чистих водойм без явних ознак забруднення, які розташовані у 18 областях України. З кожної водойми було відібрано по 6–12 особин довжиною 4–5 см. М'які тканини вилучали з черепашки, промивали проточною водою та фіксували 90° етиловим спиртом. Після доставки проб до лабораторії, тканини висушували протягом доби при 95°C та мінералізували за допомогою 56% HNO₃ (хч) з додаванням 35% H₂O₂. Визначення концентрації (мг/кг маси

сухої речовини) кадмію, хрому, цинку, міді та марганцю проводили за допомогою атомно-адсорбційного спектрофотометру С115-М1 відповідно стандартним методам. Під час пробопідготовки проводили візуальну оцінку наявності пареніти трематод. Вміст мінеральних фракцій у шлунково-кишковому тракті визначали за твердим залишком після розчинення м'яких тканин.

Нормальність варіаційного розподілу вибірових значень оцінювали за допомогою Shpиро-Wilk-критерію. Нормалізацію даних проводили застосуваннями Q-критерію. Достовірність відмінностей окремих груп вибірок проводили за допомогою одно факторного дисперсійного аналізу (ANOVA, $p < 0,05$) [2].

Результати та їх обговорення. Аналіз накопичення важких металів ставковиками показав, що в межах дослідженої території України спостерігається значна мінливість вмісту окремих хімічних елементів. Так, концентрація кадмію в тканинах моллюсків коливалася у межах 0,16–1,55 мг/кг, цинку – 40–140 мг/кг, хрому – 0,12–12,77 мг/кг, міді – 1,7–57,6 мг/кг, марганцю – 58–2151 мг/кг. Причому варіаційний розподіл значень концентрації металів у вибірках був наближений до нормального (Shpиро-Wilk, $p < 0,05$). Коефіцієнт варіації вмісту важких металів у м'яких тканинах ставковиків з дослідженої території склав відповідно для кадмію – 45%, цинку – 22%, хрому – 64%, міді – 72%, марганцю – 87%. Високі показники варіації вмісту більшості досліджених металів свідчать про вплив численних факторів, що визначають їх процеси накопичення. Серед зазначених хімічних елементів своєю низькою мінливістю відзначається накопичення цинку, що можна пояснити здатністю даного виду моллюсків регулювати обмін цього металу в організмі [3].

Для з'ясування причин такої мінливості було проведено дослідження впливу на дисперсію вмісту важких металів у тканинах *L. stagnalis* таких факторів, як гідрологічні особливості водойм, наявність у кишечнику мінеральних фракцій, паразитарна інвазія (табл. 1).

Таблиця 1. Результати однофакторного дисперсійного аналізу впливу гідрологічних особливостей водойм, інвазії паразитів та вмісту кишечника на рівні накопичення важких металів у тканинах *Lymnaea stagnalis*

Метал/Фактор	Критерій Фішера, F	Рівень значимості, p	Доля впливу фактору, η%	Концентрація мг/кг	Коефіцієнт варіації
Гідрологія					
Mn Ставок Річка	5,07	0,03	3,7%	510±66 362±47	60% 90%
Інвазія паразитів					
Cd Наявність паразитів	6,03	0,02	4,2%	0,62±0,03	44%
Відсутність паразитів				0,41±0,07	35%
Наявність у кишечнику важких мінеральних фракцій (пісок)					
Zn Наявність піску	11,47	<0,01	7,6%	68±2,2	19%
Відсутність піску				73±2,3	21%

Закінчення табл. 1

Метал/Фактор	Критерій Фішера, F	Рівень значимості, p	Доля впливу фактору, η%	Концентрація мг/кг	Коефіцієнт варіації
Наявність у кишковокишковій легкій мінеральній фракції (мул)					
Cd					
Наявність мулу	4,23	0,04	3,0%	4,7±0,7	49%
Відсутність мулу				3,0±0,2	58%
Cu					
Наявність мулу	8,11	0,01	5,5%	15,5±2,8	59%
Відсутність мулу				11,3±1,0	67%
Mn					
Наявність мулу	4,34	0,04	3,0%	534±120	71%
Відсутність мулу				378±37	78%

Гідрологічні особливості водойм, з яких були відібрані молюски, статистично значимо впливали на акумуляцію марганцю ($p < 0,05$). Вміст цього металу в м'яких тканинах молюсків зі ставок був вищим у 1,4 рази. Причому найбільше варіювання його концентрації було характерне для особин, які мешкали у річкових екосистемах. Гідрологічні умови місця мешкання визначали 3,7% дисперсії концентрації Mn у ставковиків з досліджених водойм. Подібні відмінності було відмічено при вивченні річкових та озерних популяцій молюсків родини Viviparidae. Згідно теорії проточності, під час проходження води через проточне озеро, макрофіти та фітопланктон вилучають з води важкі метали, що призводить до збагачення ними донних відкладів [7]. Сташковики за способом живлення є збирачами, і тому здатні захоплювати значну кількість донних відкладів [1].

Зараження парентитами трематоди *Echinoparyphium asoniatum* призводило до суттєвих змін у рівнях накопичення кадмію ставковиками. В результаті інвазовані особини характеризувалися у 1,5 рази вищою концентрацією цього металу. Паразитарна інвазія визначала до 4,2% всієї мінливості вмісту кадмію. Відомо, що інтенсивна паразитна інвазія призводить до гальмування синтезу металотіонеїнів, які є основною ланкою детоксикації кадмію [6]. Як наслідок, у інвазованих особин порушуються процеси виведення металу з організму, що спричинює зростання його вмісту у тканинах [5].

За наявності піску у шлунково-кишковому тракту молюсків спостерігалася незначна, але статистично значима зниження вмісту цинку ($p < 0,01$). Причому вміст піску у травній системі визначав понад 7% всієї мінливості накопичення цинку тканинами молюсків. У той же час, помітний вміст мулистих часток у кишковокишковій фракції призводив до суттєвого зростання концентрації хрому, міді та марганцю, вміст яких підвищувався відповідно у 1,6 та 1,4 рази. Внесок мулу у мінливість накопичення цих металів ставковиками становив 3,0–5,5%. Зниження концентрації цинку в особинах, кишковокишковий тракт яких було заповнено піском, можна пояснити тим, що наявність важких мінеральних часток призводила до збільшення маси зразків у той час, як вміст металу у тканинах не змінювався. Відомо, що чистий пісок характеризується слабкою сорбційною здатністю [4], тому його наявність у кишковокишковій фракції не збагачує організм молюсків важкими металами. Проте, мулисті частки, характеризуються значною площею поверхні та відрізняються високим

вмістом органічних сполук, що зумовлює інтенсивну адсорбцію ними важких металів з води. В результаті організм особин, кишковокишковий тракт яких заповнено мулистими фракціями, збагачується важкими металами [10]. Слід зазначити, що у 74% випадків значна кількість піску у кишковокишковій фракції була характерна для молюсків, які мешкали у ставках. Наявність мулистого вмісту не була пов'язана з гідрологічними особливостями водойми, де були відібрані молюски.

Висновки. Аналіз досліджених факторів показав, що незважаючи на статистично значимий вплив на накопичення важких металів ставковиками, їх внесок у загальну мінливість не перевищує 3–8%. Тому, при проведенні моніторингу забруднення важкими металами водних екосистем із застосуванням гідробіонтів, необхідно враховувати локальні умови їх мешкання та оцінювати ступінь їх впливу на накопичення токсикантів.

1. Киричук Г.Е., Стадниченко А.П., Перешко І.А. Влияние трематодной инвазии на накопление тяжелых металлов прудовиком озерным // Паразитология. – 2002. – Т. 36, №4. – С. 295–303. 2. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. – Л.: ЛГУ, 1977. – 152 с. 3. Bebianno M.J., Serafim M.A. Variation of metal and metallothionein concentrations in a natural population of *Ruditapes decussatus* // Arch. Environ. Contamination. Toxicol. – 2003. – V. 44. – P. 53–66. 4. Boening D.W. An evaluation of bivalves as biomonitors of heavy metals pollution in marine waters // Env. monit. ass. – 1999. – V. 55. – P. 459–470. 5. Boudrimont M., Montaudouin X. Evidence of an altered protective effects of metallothioneins after cadmium exposure in the digenean parasite-infected cockle (*Cerastoderma edule*) // Parasitology. – 2007. – V. 134, №2. – P. 237–245. 6. Boudrimont M., Montaudouin X., Palvadeau A. Impact of digenean parasite infection on metallothionein synthesis by the cockle (*Cerastoderma edule*): a multivariate field monitoring // Mar. Pollut. Bull. – 2006. – V. 52, №5. – P. 494–502. 7. Gupta A. Metal accumulation by riverine and lacustrine populations of *Anguilla oxytropis* (Benson) (Gastropoda: Viviparidae) // Env. Monitor. Assess. – 1998. – Vol. 50. – P. 249–254. 8. Leung K.M., Morgan I.S., Wu R.S., Lau T.C., Svavarsson J., Furness R.W. Growth rate as a factor confounding the use of the dogwhelk *Nucella lapillus* as biomonitoring of heavy metal contamination // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 2001. – 221. – P. 145–159. 9. Metcalfe-Smith J.R., Green R.N., Grapentine L.C. Influence of biological factors on concentrations of metal in the tissues of freshwater mussels (*Elliptio complanata* and *Lampsilis radiata*) from the St. Lawrence river // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1996. – 53. – P. 205–219. 10. Robinson W.E., Ryan D.K., Wallace G.T. Gut contents: A significant contaminant of *Mytilus edulis* whole body metal concentration // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 1993. – 25. – P. 415–421. 11. Wiesner L., Gunter B., Fenske C. Temporal and spatial variability in the heavy-metal content of *Dreissena polymorpha* (Pallas) (Mollusca: Bivalvia) from the Kleines Haff (Northeastern Germany) // Hydrobiologia. – 2001. – 443. – P. 137–145.

Надійшла до редколегії 03.02.08