

УДК 594.3:591.5

## ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЧЕРЕПАШЦІ *PLANORBIS PLANORBIS* (GASTROPODA, PUBMONATA)

Р. І. Гураль

Державний природознавчий музей НАН України, вул. Театральна, 18, Львів, 79008 Україна  
E-mail: gural@org.lviv.net

Одержано 19 вересня 2003

**Особенности накопления ионов тяжелых металлов у моллюсков *Planorbis planorbis* (Gastropoda, Pubmonata).** Гураль Р. И. — Представлены результаты исследования изменений концентрации ионов тяжелых металлов на протяжении около 100 лет в популяциях *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758). С этой целью были проанализированы выборки пресноводных моллюсков из собственных сборов и фондовых коллекций Государственного природоведческого музея НАН Украины. Были зафиксированы достоверные различия в накоплении ионов отдельных металлов. Пресноводные моллюски являются удобными объектами для изучения особенностей концентрации ионов тяжелых металлов в водных экосистемах.

**Ключевые слова:** пресноводные моллюски, ионы тяжелых металлов, биоиндикация.

**Peculiarities of Heavy Metal Ions Accumulation in Shells of *Planorbis planorbis* (Gastropoda, Pubmonata).** Hural R. I. — The results of study of variation in concentration of ions of heavy metals in populations of *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758) during about 100 years are represented. For this purpose, freshwater snails from the own collection and the State Museum of Natural History (Lviv). Reliable differences in different metal ion accumulation is shown. The freshwater snails are convenient objects for studies of peculiarities of accumulation of ions of heavy metals in aquatic ecosystems.

**Key words:** freshwater snails, ions of heavy metals, bioindication.

### Вступ

До появи спрямованої виробничої діяльності людини живі організми не могли істотно впливати на гомеостаз екосистеми. Це насамперед унеможливлювалося шляхом природного добору (Голубець, 2000). Проте спрямовані дії людини щодо перетворення природних екосистем зумовили виникнення ще однієї групи чинників зовнішнього середовища, поряд з абіотичними і біотичними — антропогенних (Яворський, Гураль, 2001). Ця група чинників характеризується значним та здебільшого негативним впливом на організми, а за тривалої дії призводять до значних змін в екосистемах. Одним із різновидів антропогенного впливу є викиди у природні води чужорідних речовин. Кожного року об'єми викидів зростають (Гуменюк, 2002; Мур, Рамамурти, 1987). Значний відсоток чужорідних речовин, що потрапляють до водного середовища, становлять іони важких металів (надалі ВМ). Всі вони, за винятком ртуті, потрапляють до водного середовища у вигляді аерозолей. Внаслідок процесів самоочищення значна їх кількість осідає поблизу джерела забруднення. Після потраплення до водного середовища вони практично не повертаються до атмосфери (Курамшина, 1997). Маючи на меті одержання цілісної картини екологічного стану водних екосистем, потрібно крім звичайних гідрохімічних визначень вмісту ВМ проводити також біологічний моніторинг із залученням до спостережень живих організмів (Курамшина, 1997; Мур, Рамамурти, 1987). Для проведення таких досліджень у водних екосистемах, в якості тест-організмів можна використовувати прісноводних моллюсків. Зручність використання представників малакофауни насамперед пов'язано з особливостями їхньої екології та харчування (Курамшина, 1997). Використовуючи біологічні методи визначення вмісту ВМ у гідросистемах, можна частково прослідкувати їх шлях у конкретному гідротопі (Киричук, Янович, 2003; Курамшина, 1997). У малакологічній літературі досить детально розглянуто різні аспекти накопичення ВМ черепашками та м'якими частинами тіла (Кенжегалієв и др., 2002; Кири-

чук, 2002; Jurkiewicz-Karnowska, 1999; Piotrowski, Wiertelwska, 1999), а також особливості впливу інвазії личинками трематод на концентрацію ВМ в організмі прісноводних молюсків (Киричук, 2002; Киричук, Першко, 2001; Ланге, 1968). Згідно досліджень цих авторів, личинки трематод мають значний вплив на концентрацію ВМ у внутрішніх органах молюсків (гепатопанкреасомах, вісцеральному мішку), але інвазія не впливає на вміст металів в черепашці. Нам не вдалося знайти у літературі жодних згадок про дослідження, в яких би прослідковувалися зміни концентрації ВМ в організмі прісноводних молюсків протягом певного часу. Крім того, на обраній нами території дослідження такого змісту взагалі не проводилися. У зв'язку з цим нами була здійснена спроба з'ясувати зміни концентрацій ВМ в організмі *P. planorbis*.

#### Матеріал і методи

Для визначення рівня накопичення іонів ВМ (Pb, Zn, Cu, Cr, Cd, Be) було використано 100 однорозмірних черепашок *P. planorbis* із середнім діаметром ( $13 \pm 0,3$ ) мм, зібраних нами у 2002 р. у постійних біотопах околиць смт Великий Любін та м. Городок (Городоцького р-ну Львівської обл.). Для порівняння концентрацій ВМ за період кінця XVIII – початку XXI ст. (табл. 1) з науково-допоміжного фонду малакологічної колекції Державного природознавчого музею НАН України (надалі ДПМ НАНУ) були використані уламки 37 черепашок *P. planorbis*, які через незадовільний стан були вилучені з науково-допоміжного фонду: 20 екз., зібраних в окол. смт Великий Любін та 17 – з окол. м. Городок. Середній діаметр відібраних черепашок ( $18 \pm 0,4$ ) мм. Ми припускаємо, що ці молюски були зібрані Й. Бонковським у постійних біотопах на досліджуваній території (Ва́kowski, 1882).

Концентрацію іони ВМ (в міліграмах на кілограм сирової маси тіла) визначали методом емісійного спектрального аналізу на спарених дифракційному та кварцевому спектрографіях при фотометрії на реєструючому мікрофотометрі (всього 350 аналізів). Концентрацію ВМ виражали в мг/кг сирової ваги молюсків.

Статистична обробка результатів виконана за Г. Ф. Лакіним (Лакін, 1974).

#### Результати та обговорення

До організму молюска ВМ надходять трьома шляхами: дифузно через шкірні покриви і вистилку легеневої порожнини (в Pulmonata), адсорбційно з їжі та метаболічно (Киричук и др., 2002). Через те, що для досліджень було використано матеріали Малакологічної колекції ДПМ НАНУ, дослідженню на вміст ВМ піддавали лише черепашки молюсків.

Найбільшу концентрацію ВМ у черепашці молюсків відзначено для іонів цинку (табл. 1). Цей елемент поглинається багатьма видами безхребетних тварин. Чітко прослідковується збільшення його вмісту за столітній період (у 2–4 рази). Однією з причин збільшення його концентрації можна вважати розміщення пробних ділянок поблизу населених пунктів (Мур, Рамамурти, 1987).

Друге місце за величиною концентрації посідає свинець. Особливості його розподілу у природних водах пов'язані з інтенсивністю осадження та комплексоутворення з органічними та неорганічними лігандами (Гуменюк, 2002; Мур, Рамамурти, 1987). Зазвичай спостерігається збільшення його концентрацій в стоячих водах порівняно з текучими. Насамперед це пов'язано з різницею у кількості зважених частинок. При невеликих глибинах водойми 58% свинцю літоралі зв'язане з цими частинками (Гуменюк, 2002). В черепашках, зібраних нами на обох пробних ділянках, спостерігається збільшення концентрації приблизно у 1,3 рази порівняно з фондовими матеріалами (табл. 1). Можливо, таке зростання вмісту спричинено близькістю досліджених біотопів до доріг з інтенсивним рухом автотранспорту. Даний ВМ малотоксичний порівняно з Cu, Cd та Zn. Безхребетні тварини адаптуються до підвищення його вмісту фізіологічними перебудовами організму (Мур, Рамамурти, 1987).

Мідь у водному середовищі перебуває в трьох основних формах. Вони визначаються гідродинамічними та біологічними властивостями гідротопу. Особливо високий вміст даного ВМ зазвичай фіксується в донних відкладах (Мур, Рамамурти, 1987). В досліджених черепашках спостерігаються незначні відмінності у накопиченні цього ВМ. У випадку з молюсками, зібраними у смт Великий Любін, ця різниця становить 7,7 мг/кг, а з околиць м. Городок – лише 2,6 мг/кг (табл. 1).

Таблиця 1. Концентрація іонів ВМ у черепашках *P. planorbis*, зібраних у Львівському регіоні наприкінці XIX – початку XXI ст.Table 1. Ion concentration of heavy metals in *P. planorbis* shells collected in Lviv region in XIX–XXI centuries

Іони, мг/кг сухої речовини	Фондові збори (1882 р.)		Власні збори (2002 р.)	
	м. Городок	сmt Великий Любінь	м. Городок	сmt Великий Любінь
Zn <sup>2+</sup>	26,43 ± 0,12	19,11 ± 0,10	57,06 ± 0,15*	87,00 ± 0,13*
Pb <sup>2+</sup>	19,73 ± 0,14	18,22 ± 0,10	26,63 ± 0,12**	20,88 ± 0,18**
Cu <sup>2+</sup>	10,30 ± 0,23	17,30 ± 0,22	12,36 ± 0,19	9,57 ± 0,18
Cr <sup>2+</sup>	5,65 ± 0,10	4,60 ± 0,21	9,51 ± 0,03	3,48 ± 0,09
Ni <sup>2+</sup>	6,37 ± 0,19	1,82 ± 0,03	26,62 ± 0,08*	22,62 ± 0,16*
Be <sup>2+</sup>	0,65 ± 0,21	0,73 ± 0,20	0,85 ± 0,08	0,70 ± 0,07
Cd <sup>2+</sup>	0,18 ± 0,02	0,28 ± 0,03	0,87 ± 0,12**	0,63 ± 0,08**

\* P &lt; 0,01.

\*\* P &lt; 0,05.

Таблиця 2. Ряди концентрацій іонів важких металів

Table 2. Series of concentrations of heavy metals

Дані	Місцевість	Ряд концентрацій ВМ
Фондові збори (1882 р.)	м. Городок	Cd <sup>2+</sup> < Be <sup>2+</sup> < Cr <sup>2+</sup> < Ni <sup>2+</sup> < Cu <sup>2+</sup> < Pb <sup>2+</sup> < Zn <sup>2+</sup>
	сmt Великий Любінь	Cd <sup>2+</sup> < Be <sup>2+</sup> < Ni <sup>2+</sup> < Cr <sup>2+</sup> < Cu <sup>2+</sup> < Pb <sup>2+</sup> < Zn <sup>2+</sup>
Власні збори (2002 р.)	м. Городок	Cd <sup>2+</sup> < Be <sup>2+</sup> < Cr <sup>2+</sup> < Cu <sup>2+</sup> < Ni <sup>2+</sup> < Pb <sup>2+</sup> < Zn <sup>2+</sup>
	сmt Великий Любінь	Cd <sup>2+</sup> < Be <sup>2+</sup> < Cr <sup>2+</sup> < Cu <sup>2+</sup> < Pb <sup>2+</sup> < Ni <sup>2+</sup> < Zn <sup>2+</sup>

Незначна різниця в значеннях концентрації спостерігаються і у випадку з Cr та Be. Зростання вмісту Cr в черепашках, зібраних в окол. м. Городок (табл. 1), очевидно, відбувається внаслідок потрапляння неочищених комунальних вод міста в природні водойми (Мур, Рамамурти, 1987).

До групи ВМ, вміст яких не перевищує 1,0 мг/кг належать Cd і Be (табл. 1). Кадмій за своєю токсичністю в декілька разів переважає свинець (Кенжегалиев и др., 2002). Можливі джерела забруднення цими металами даного гідротопу нам, на жаль, не відомі.

## Висновки

На підставі одержаних даних маємо змогу порівняти ряди концентрацій ВМ, за якими можна оцінити біогеохімічні зміни за період понад 100 років у гідротопах Городоцько-Комарнівської рівнини (табл. 2). Різниця в рівнях накопичення ВМ черепашкою прісноводних молюсків з фондових колекцій та власних зборів спостерігається в випадку з Ni, Cu, Pb та Cr; положення інших металів в ряді накопичення не змінилося (табл. 2).

Отже, в досліджених молюсках найбільшими значеннями концентрації вирізняються Zn<sup>2+</sup> та Pb<sup>2+</sup>. Прісноводних молюсків можна досить ефективно використовувати для біоіндикації ВМ у гідротопах. За низької собівартості таких робіт можна одержати численні результати не лише щодо розподілу та концентрації ВМ у даній гідроекосистемі, але й частково прослідкувати шляхи їхнього розповсюдження, вивчаючи концентрації ВМ у водних макрофітах та донних відкладах.

Автор статті висловлює подяку завідувачу лабораторії агроєкології НДІ землеробства і тваринництва західних областей України Ю. Д. Шевчуку за допомогу в проведенні спектрального аналізу.

- Голубець М. А. Екосистемологія. — Львів : Поллі, 2000. — 315 с.
- Гуменюк Г. Б. Розподіл свинцю в біотичних та абіотичних компонентах гідроекосистеми // Наукові основи збереження біотичної різноманітності / М. А. Голубець. — 2002. — Вип. 4. — С. 206—211.
- Кенжегалиев М. К., Бигалиев А. Б., Абилгазіева А. А. Содержание тяжелых металлов в основных промысловых видах рыб и моллюсках нижнего течения реки Урал // Докл. II Междунар. науч.-практ. конф. «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде» (Семипалатинск, 16—18 окт. 2002 г.). — Семипалатинск, 2002. — С. 223—227.
- Киричук Г. Е. Особенности накопления ионов тяжелых металлов пресноводными моллюсками // Вісн. Житомир. пед. ун-ту. Сер. Біол. — 2002. — Вип. 10. — С. 170—175.
- Киричук Г. Е., Стадниченко А. П., Першко И. А. Влияние трематодной инвазии на накопление тяжелых металлов прудовиком озерным (Mollusca: Gastropoda: Lymnaeidae) // Паразитология. — 2002. — 36, вып. 4. — С. 295—303.
- Киричук Г. С., Янович Л. М. Використання прісноводних молюсків для біомоніторингу природних вод Житомирського Полісся // Екологічні проблеми міст і промислових зон: шляхи їх вирішення / С. О. Гнатуш (Конференція: Львів 11—13 квіт. 2003 р.). — Львів, 2003.
- Кураמיшина Н. Г. Гастроподы в биотестировании продуктов нефтехимии, нефтепереработки и биоиндикации тяжелых металлов и территории Башкортостана : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Екатеринбург, 1997. — 45 с.
- Лакин Г. Ф. Бометрия. — М. : Высш. шк., 1974. — 348 с.
- Ланге Э. Р. Фауна и экология личинок трематод в пресноводных моллюсков некоторых водоемов Латвийской ССР : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Рига, 1968. — 36 с.
- Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. — М. : Мир, 1987. — 280 с.
- Яворський І. П., Гураль Р. І. Дослідження фауни прісноводних молюсків околиць смт Оброшин Пустомитівського району Львівської області та вплив антропогенних чинників на їх біотопи // Наук. вісник УжНУ. Сер. Біол. — 2001. — № 9. — С. 358—360.
- Bąkowski J. Mięczaki z okolic Lwowa, Grodka i Szerca // Spraw. Kom. fiz. — 1882. — S. 1—7.
- Jurkiewicz-Karnowska E. Rola mięczaków w kumulacji metali ciężkich (Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Pb) w wybranych środowiskach Zbiornika Zegryńskiego // XV Kr. sem. malak. — 1999. — S. 22—23.
- Piotrowski S., Wiertelowska A. Koncentracje metali ciężkich (Cu, Pb, Zn, Co, Cd, Hg) w małżach mięczaków słodkowodnych z Rostki Odrzańskiej // XV Kr. sem. malak. — 1999. — S. 49—50.