

Ю.М. Бондарчук,
студент;

Д.А. Вискушенко,
аспірант

(Житомирський педуніверситет)

ТОКСИЧНІСТЬ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ДЛЯ СТАВКОВИКА (*MOLLUSCA: PULMONATA: LYMNAEIDAE*)

Встановлено основні токсикологічні показники та особливості накопичення міді, цинку та свинцю ставковиком озерним.

Загальновідомим є факт постійно зростаючої техногенної емісії важких металів у всі, без винятку, середовища життя. Але навіть слідові їх кількості у водному середовищі часто спричиняють негативний вплив на гідробіонтів. Потрапивши ж до організму людини разом із продуктами харчування водного походження, вони, при кумуляції у певних концентраціях, здійснюють канцерогенний, мутагенний та тератогенний вплив на нього [1]. На відміну від забруднювачів органічного походження, важкі метали здатні лише перерозподілятися між окремими ланками водних екосистем, не розкладаючись з часом, а постійно зберігаючи здатність до токсичного впливу [2; 3; 4]. Внаслідок цього у водоймах виникають численні перебудовання систем різного рівня, і все це спрямовано у бік кращої відповідності [5]. Однак на сьогодні вплив вищезначених поллютантів на гідрофауну України є маловивченим. Досліджуються здебільшого представники гіллястовусих ракоподібних [6; 7; 8], в той час як така важлива група тварин, як моллюски залишається поза увагою більшості водних токсикологів. Для часткового усунення цієї прогалини нами встановлено деякі токсикологічні показники для ставковика *Lymnaea stagnalis* (Linné, 1758), одного з найзвичайніших представників прісноводної малакофауни України. Результати досліджень і лягли в основу цієї статті.

Матеріал і методика досліджень. Матеріал: ставковик озерний *L. stagnalis*, зібраний у ставку на Соколівці (басейн р.Тетерев; околиця Житомира) у 2000-2001 рр. Орієнтовний дослід поставлено за методикою В.А. Алексєєва [9]. Як токсикант використано сульфат міді, хлорид цинку та нітрат свинцю (всі солі – ч.д.а.). Кількісне визначення вмісту важких металів у тканинах піддослідних тварин проводили методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Вміст важких металів у воді і донних відкладах був таким (мкг/г): Cu^{2+} – 0,010 та 0,050; Zn^{2+} – 0,016 та 0,315; Pb^{2+} – 0,009 та 0,056 відповідно. Цифрові результати оброблено методами варіаційної статистики за Г.Ф. Лакінім [10]. Коефіцієнти витривалості (КВ) обчислювали для кожної із застосованих концентрацій важких металів за формулою:

$$KB = E_k / E_n,$$

де E_k – час, за який загинули всі піддослідні тварини; E_n – час загибелі першої з них [11].

Результати та їх обговорення. Орієнтовним дослідом встановлено значення основних токсикологічних показників (табл.1). Виходячи з них, з'ясовано зони токсичної активності досліджуваних поллютантів: сульфат міді – <0,1-10; хлорид цинку – <1-100; нітрат свинцю – <1-100 мг/л. Згідно до діючої в наш час шкали токсичності отруйних речовин для гідробіонтів [12], сульфат міді для ставковика озерного є сполукою сильнотоксичною, а хлорид цинку та нітрат свинцю – помірнотоксичними сполуками. Чутливість *L.stagnalis* до вищезгаданих отрут показана в таблиці 2.

Таблиця 1.

Основні токсикологічні показники (мг/л) для ставковика озерного, підданого 48-годинній дії розчинів солей важких металів

ТОКСИКАНТ	LC_0	LC_{50}^*	LC_{100}
СУЛЬФАТ МІДІ	0,1	2,0	10,0
ХЛОРИД ЦИНКУ	1,0	20,0	100,0
НІТРАТ СВИНЦЮ	1,0	20,0	100,0

Примітка. Встановлено графічно [13].

На відміну від лужних металів, ефективність пристосування до яких у вторинноводних легеневиких моллюсків знаходиться у прямій залежності від концентрації токсиканту в середовищі [14], зміна концентрацій важких металів майже не впливає на значення КВ (табл.3). Однак при цьому спостерігаються суттєві відмінності у значеннях обговорюваного показника при дії на моллюсків різними токсикантами. Так, для нітрату свинцю значення КВ варіює у межах 2,490-2,912, для хлориду цинку – 1,413-1,828, а для сульфату міді – 1,212-1,264. На наш погляд, такий стан речей пояснюється особливостями механізму токсичної дії досліджуваних поллютантів. Адже, як відомо [12], для йонів міді та цинку характерна матеріальна кумуляція, а для свинцю, крім матеріальної, властива ще й кумуляція функціональна.

Таблиця 2.

Смертність (%) ставковика озерного у розчинах солей важких металів

КОНЦЕНТРАЦІЯ, мг/л	СУЛЬФАТ МІДІ	ХЛОРИД ЦИНКУ	НІТРАТ СВИНЦЮ
0,001	0	0	0
0,01	0	0	0
0,1	0	0	0
1	10	0	0
10	100	20	10
100	100	100	100
1000	100	100	100
10000	100	100	100

Таблиця 3.

Значення коефіцієнтів витривалості ставковика озерного, підданого дії розчинів солей важких металів

КОНЦЕНТРАЦІЯ, мг/л	СУЛЬФАТ МІДІ	ХЛОРИД ЦИНКУ	НІТРАТ СВИНЦЮ
10	*	1,828	2,490
1	1,198	1,282	2,587
0,1	1,212	1,413	2,673
0,01	1,237	1,497	2,789
0,001	1,264	1,560	2,912

Примітка. Концентрація токсиканту, що спричиняє 100%-ову летальність ставковиків при 48 годинній експозиції.

При моніторингу рівня забруднення водного середовища важкими металами та вивченні їх впливу на гідробіонтів одними з науживаніших показників є коефіцієнт накопичення (КН) та коефіцієнт донної біологічної акумуляції (КДБА). Перший з них визначають як відношення кількості токсиканту у тому чи іншому органі чи тканині біонта до концентрації його у воді, в якій він живе. У другому випадку чисельник той же самий, а дільник – кількість досліджуваного поллютанту в донних відкладах. Як бачимо з таблиці (табл. 4), найбільші значення КН характерні для йонів свинцю, на другому місці мідь, на третьому – цинк. Щодо КДБА, то тут картина дещо інша. В цілому спостерігаються ті ж тенденції, що і у КН, за винятком гепатопанкреаса, значення обговорюваного показника для якого по міді дещо більші. Слід відмітити, що значення КДБА на декілька разів нижчі за КН. Це цілком закономірно, оскільки донні відклади є природними кумуляторами важких металів.

Таблиця 4.

Коефіцієнти накопичення та донної біологічної акумуляції йонів міді, цинку та свинцю ставковика озерного

ОРГАН, ТКАНИНА	НЕЗАРАЖЕНІ		ЗАРАЖЕНІ	
	КН	КДБА	КН	КДБА
Мідь				
Нога	281	56	330	66
Гепатопанкреас	725	145	815	163
Гемолімфа	441	88,2	539	108
Вісцеральна маса	375	75	429	86
Цинк				
Нога	69	3,5	81	4,1
Гепатопанкреас	82	4,2	115	5,8
Гемолімфа	14	0,7	13	0,6
Вісцеральна маса	59	3,0	68	3,4
Свинець				
Нога	1053	171	1132	184
Гепатопанкреас	872	141	1750	284
Гемолімфа	861	140	1222	198
Вісцеральна маса	488	79	546	89

Найбільші кількості міді у ставковика озерного кумулюються в гепатопанкреасі (7,25 мкг/г), на другому місці – гемолімфа (4,41 мкг/г), далі – вісцеральна маса та нога (3,75 і 2,81 мкг/г). Кількісна послідовність накопичення цинку у різних органах та тканинах досліджуваних молюсків така: гепатопанкреас > нога > вісцеральна маса > гемолімфа (1,31; 1,11; 0,94 та 0,23 мкг/г відповідно). Депонування свинцю найінтенсивніше відбувається в нозі (9,48 мкг/г), майже однакові кількості його виявлено в гепатопанкреасі та гемолімфі (7,85 та 7,75 мкг/г відповідно), а найменші – зареєстровано у вісцеральній масі (4,49 мкг/г).

Інвазія партенітами трематод у переважній більшості випадків призводить до суттєвого збільшення кількості важких металів у організмі гідробіонтів. Адже, як відомо [15], трематодна інвазія спричиняє порушення фізіологічних бар'єрів, що перешкоджають екстремальному накопиченню важких металів у тілі молюсків. Єдине

виключення стосується накопичення гемолімфою цинку. Тут взагалі не виявлено будь-яких статистично вірогідних відмінностей між інвазованими та вільними від інвазії особинами.

1. Брень Н.В. Использование беспозвоночных для мониторинга загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами // Гидробиол. журн. – 1999. – Т.35. – № 4. – С. 75-88.
2. Комаровский Ф.Я., Полищук Л.Р. Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде: миграция, накопление, токсичность для гидробионтов (обзор) // Гидробиол. журн. – 1981. – № 5. – С. 71-83.
3. Нахшина Е.П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра. – К.: Наук. думка, 1983. – 158 с.
4. Линник Г.Н., Набиванец Ю.Б. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 270 с.
5. Строганов Н.С. Биологический аспект проблемы нормы и патологии в водной токсикологии // Теоретич. пробл. водн. токсикол. – М.: Наука, 1983. – С. 5-21.
6. Щербань Э.П. Токсичность некоторых тяжелых металлов для *D. magna* в зависимости от температуры // Гидробиол. журн. – 1977. – Т.13. – №4. – С. 86-91.
7. Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia magna* *S t r.* и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн. – 2000. – Т.36. – №5. – С. 50-70.
8. Щербань Э.П., Коновец И.Н., Арсан О.М. Оценка токсичности купроксила методом биотестирования на ветвистоусых ракообразных // Гидробиол. журн. – 2000. – Т.36. – №4. – С. 44-49.
9. Алексеев В.А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента // Гидробиол. журн. – 1981. – Т.17. – №3. – С. 92-100.
10. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1973. – 348 с.
11. Китаев С.П., Калининченко Л.Т. Устойчивость и чувствительность гидробионтов к действию промышленных сточных вод сульфат-целлюлозного завода // Мат. VII мед.-биол. конф.: Петрозаводск: Изд-во Петрозав. гос. ун-та, 1974. – С. 257-260.
12. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. – М.: Колос, 1971. – 247 с.
13. Прозоровский В.Б. О выборе метода построения кривой летальности и определения средней летальной дозы. - Журн. общ. биол. – 1960. – Т.21. – №3. – С.221-228.
14. Стадниченко А.П., Сластенко М.М., Куркчи Л.М., Мокрицька А.М., Брянська Н.Ф., Лозінська Ю.З. Пристосовні та патологічні поведінкові та фізіологічні реакції витушки при повторному отруєнні нітратом натрію // Деп. в ДНТБ України 11.05.95, №1146-Ук95. – 12 с.
15. Стадниченко А.П., Иваненко Л.Д., Куркчи Л.Н., Витковская О.В., Калинина Н.Н., Вискушенко Д.А., Шевчук А.В. Влияние трематодной инвазии на накопление ионов тяжелых металлов пресноводными моллюсками (*Gastropoda: Pulmonata: Pectinibranchia*) // Паразитология. – 1998. – Т.32. – №4. – С. 357-362.

Матеріал надійшов до редакції 13.08.01.

Бондарчук Ю.М., Вискушенко Д.А. Токсичность тяжелых металлов для прудовика озерного (*Mollusca: Pulmonata: Lymnaeidae*).

Установлены основные токсикологические показатели и особенности накопления меди, цинка и свинца прудовиком озерным в норме и при инвазии паразитами трематод.

Bondarchuk Yu.M., Vyskushenko D.A. Hard Metal Toxicity for Freshwater Mollusks (*Mollusca: Pulmonata: Lymnaeidae*).

Some toxicological parameters and the peculiarities of heavy metal accumulation in freshwater mollusks are established in the article.