

УДК 574.64:594

**ВПЛИВ ХЛОРИДУ ЦИНКУ НА РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК СТАВКОВИКА
ОЗЕРНОГО (*MOLLUSCA : GASTROPODA : PULMONATA : LYMNÆIDAE*)****Т. Пінкіна**

*Державний агроекологічний університет
Старий бульвар, 7, м. Житомир 10008, Україна
e-mail: ecos@ecos.zhitomir.ua*

Досліджено вплив хлориду цинку (гостролетальні концентрації – 1–100 мг/дм³; хронічні летальні – 0,5–5,0; витримувані – $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-1}$; підпорогові концентрації – $1 \cdot 10^{-8}$ – $1 \cdot 10^{-6}$ мг/дм³ і менше) на особливості репродукції та розвитку легеневого молюска ставковика озерного. З'ясовано, що діапазон концентрацій від гостролетальних до підпорогових у цього молюска досить широкий ($1 \cdot 10^{-8}$ –100 мг/дм³), а це свідчить про надзвичайну лабільність його організму. На підставі аналізу реакції репродуктивної системи ставковика на різні рівні інтоксикації цим поллютантом зроблено висновок про активізацію продукційного процесу за вищих концентрацій хлориду цинку (1 мг/дм³) і пригнічення – за нижчих концентрацій ($1 \cdot 10^{-3}$ мг/дм³).

Ключові слова: *Лymnaea*, хлорид цинку, репродукція, синкапсула.

На початку III тисячоліття в забрудненні як природних, так і штучних водойм України серед інших поллютантів одне з перших місць посідають йони важких металів. Загальновідомо, що для всіх гідробіонтів вони є вкрай небезпечними, бо здатні лише перерозподілятися між окремими ланками водних екосистем, не розкладаючись із часом, а постійно зберігаючи здатність до токсичного впливу. Надходячи в організм тварин шляхом дифузії або адсорбції [1] та накопичуючись у ньому (матеріальна кумуляція), ці поллютанти негативно впливають на різні біохімічні та фізіологічні процеси [2]. Багато солей важких металів, що містяться у водоймах і потрапляють в організм гідробіонтів, чинять канцерогенний, мутагенний і тератогенний вплив. На жаль, про вплив цих токсикантів на організм водних безхребетних є небагато. Зокрема, в науковій літературі нема відомостей щодо впливу хлориду цинку на особливості розмноження прісноводних червононогих молюсків. Для часткового усунення цієї прогалини було досліджено процес розмноження та зміни, що відбуваються під час репродукції молюсків за впливу на них різних концентрацій хлориду цинку. Цинк потрапляє в природні води (частіше у вигляді розчинних високотоксичних хлоридів або сульфатів) у результаті природних процесів руйнування та розчинення гірських порід і мінералів, а також зі стічними водами рудозбагачувальних фабрик, металургійних комбінатів; заводів машинобудівних, металообробних, плавильних, приладобудівних, хімічних, хіміко-фармацевтичних, деревообробних, паперових, цементних [3, 4]. Дослідження впливу хлориду цинку на гідробіонтів є актуальним з огляду на те, що у водах рибогосподарського та санітарно-гігієнічного призначення граничнодопустимі концентрації йонів цього металу (ГДК 0,01 та 1 мг/дм³, відповідно) досить часто у декілька разів перевищені [5]. Як об'єкт дослідження обрано ставковика озерного *Lympnaea stagnalis* (Linné, 1758) – одного зі звичайних представників прісноводної малакофауни України. Результати досліджень стали основою цієї статті.

Матеріал: 90 екз. *L. stagnalis*, зібраного у ріпалі р. Тетерів (правий доплив Середнього Дніпра) в околицях Житомира (Центральне Полісся) у травні–червні 2002 р.

У токсикологічному експерименті як токсикант використали хлорид цинку (ч.д.а). Усі застосовані у досліді розчини готували на дехлорованій відстоюванням (доба) воді з житомирської водогінної мережі. Тривалість досліді — 70 діб.

У лабораторії задля отримання кладок яєць і проведення тривалих спостережень за розмноженням і розвитком молюсків по 5 екз. уміщали у скляні трилітрові ємності. Ставокикам як корм давали листя кульбаби. Із субстрату кладки знімали скальпелем або м'якою щіточкою. Вивчали й вимірювали синкапсули та їхні елементи за допомогою мікроскопа МБС-1. Довжину яйцевих капсул вимірювали по внутрішній капсульній мембрані. Молодь переносили у скляні ємності у першу-третю доби після виходу із синкапсул. Цифрові результати дослідів опрацьовані методами варіаційної статистики за Г. Ф. Лакінім [6].

Під час експерименту виявлено деякі загальні закономірності реагування статевої системи молюсків на різні концентрації хлориду цинку, що дало змогу схарактеризувати тенденції змін в організмі молюсків за різних рівнів інтоксикації.

Основному досліді передував дослід орієнтаційний, призначений для підбору концентрацій токсиканту, необхідних в основному досліді. Для цього використано рибогосподарський підхід до оцінки якості води, в якому передбачено визначення летальних (гострих та хронічних), сублетальних, стимулювальних та недіючих концентрацій [7]. Значення головних токсикологічних показників обговорюваного поллютанту для ставковика озерного такі: гостролетальні концентрації — 10–100 мг/дм³; хронічні летальні — 0,5–5; витримувані — $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-1}$; підпорогові концентрації — $1 \cdot 10^{-8}$ – $1 \cdot 10^{-6}$ мг/дм³ і менше.

За гостролетальних концентрацій повністю пригнічені головні функції організму молюсків (серцебиття, дихання, живлення та ін.), в тому числі і репродуктивна, протягом декількох діб. Серією численних дослідів з'ясовано, що ставковики гинуть протягом першої доби за концентрацій 50–100 мг/дм³; через дві доби за концентрацій 20–40 і через три–чотири доби — за 10 мг/дм³. У цих розчинах молюски інтенсивно виділяють слиз, не живляться і не розмножуються.

Хронічні летальні концентрації пригнічують головні життєві функції молюсків, протягом перших (одного–двох) місяців такого впливу гинуть як дорослі, так і молоді особини. У досліді хронічна летальна концентрація хлориду цинку становила 1 мг/дм³, хоча серією орієнтаційних дослідів доведено, що межі таких концентрацій можуть коливатися від 0,5 до 5,0 мг/дм³. У розчинах цих концентрацій молюски виділяють багато слизу, споживають мало корму. Проте зафіксовано активізацію статевої поведінки. Ставоквики інтенсивно паруються й відкладають кладки (їхня кількість найбільша порівняно з іншими концентраціями хлориду цинку, використаними у досліді).

У розчині хлориду цинку концентрацією 1 мг/дм³ розмноження триває увесь час, аж до загибелі молюсків (на 45-ту добу). Ставоквики більш рухливі, ніж у розчинах інших концентрацій, активно шукають партнерів; копуляція відбувається не тільки переважно вночі (як у контролі), а й удень. Причини активізації статевої поведінки до кінця не з'ясовані. Це може бути активізувальна дія самого токсиканту [8, 9], або реакція організму на стрес-фактор. Однак активізація однобічна, тобто напрямлена лише на репродуктивну систему. Всі інші системи організму ставковиків за цих умов пригнічені, і це впливає на тривалість їхнього виживання у розчинах токсиканту. Довжина синкапсул та довжина капсул за цих умов майже не відрізняються від показників у контролі (табл. 1).

У яйцевих капсулах простежуються досить часті та значні тератогенні порушення: по дві–чотири яйцеклітини в одній яйцевій капсулі, порожні капсули, яйцеклітини поза капсулами, порушення спіралізації всередині синкапсул. Кладки, які нормально розвину-

лися, дають такий самий відсоток вилуплення молоді, як і в контролі (табл. 2), але 20% усіх відкладених кладок не розвиваються. Молодь у розчині токсиканту народжується менших розмірів, ніж у контролі (табл. 3).

Таблиця 1

Вплив хлориду цинку на довжину синкапсул та яйцевих капсул *Lymnaea stagnalis*

Концентрація хлориду цинку, мг/дм ³	n	Довжина синкапсули, мм				Довжина капсули, мм			
		lim	$M \pm m_M$	σ	V	lim	$M \pm m_M$	σ	V
Контроль	40	21,8-42,3	32,86±0,92	5,81	17,68	1,27-1,61	1,37±0,01	0,09	6,25
0,000001	16	11,8-44,3	30,43±2,48	9,91	32,57	1,08-1,55	1,29±0,03	0,13	10,10
0,001	34	13,9-38,7	29,03±1,05	6,14	21,15	1,12-2,54	1,41±0,04	0,23	16,36
1	40	15,90-45,4	30,50±0,97	6,13	20,10	1,10-1,80	1,33±0,02	0,13	10,09

Таблиця 2

Вплив хлориду цинку на вилуплення молоді у *Lymnaea stagnalis*

Концентрація хлориду цинку, мг/дм ³	n	Кількість капсул, екз.				Кількість вилуплених, екз.				% вилуплення			
		lim	$M \pm m_M$	σ	V	lim	$M \pm m_M$	σ	V	lim	$M \pm m_M$	σ	V
Контроль	40	44-171	94,88±4,7	29,67	31,27	10-106	55,95±4,11	25,97	46,41	21,3-98,9	58,9±3,67	23,21	39,40
0,000001	16	18-178	96,56±11,14	44,55	46,14	8-109	56,94±7,83	31,33	55,02	34,5-81,8	57,92±4,07	16,27	28,10
0,001	34	25-111	80,32±3,47	20,23	25,19	12-85	52,26±3,32	19,34	37	18,75-95,52	65,37±3,25	18,95	28,99
1	40	29-182	95,08±4,71	29,81	31,36	9-91	54,45±3,84	24,28	44,60	12,50-96,55	58,97±3,63	22,96	38,93

Таблиця 3

Вплив хлориду цинку на висоту черепашки молоді *Lymnaea stagnalis*

Концентрація хлориду цинку, мг/дм ³	n	Довжина черепашки, мм			
		lim	$M \pm m_M$	σ	V
Контроль	40	1,35-1,78	1,58±0,02	0,11	6,66
0,000001	16	1,25-1,67	1,50±0,03	0,12	7,76
0,001	34	1,26-1,84	1,51±0,03	0,15	9,98
1	40	1,24-1,86	1,49±0,02	0,14	9,59

За витримуваних концентрацій молюски живуть протягом хронічного досліду, у цьому разі в них, як і у випадку хронічних летальних концентрацій, виникає активізація одних і пригнічення інших функцій. Цей рівень концентрацій звичайно досить широкий (від трьох до шести порядків розведень). Характер змін у діапазоні витримуваних концентрацій відображає фазові реагування гідробіонтів на дію токсичних речовин [10]. Витримувані ставковиком концентрації хлориду цинку є у межах $1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-1}$ мг/дм³. Показники розмноження дорослих особин та ембріонального розвитку цього молюска свідчать про пригнічувальний вплив цих концентрацій. На фоні нормальної рухової та кормової поведінки ставковиків у них простежується зменшення кількості відкладених синкапсул, меншою є довжина яйцевих капсул, у яких виникають значні тератогенні порушення (див. табл. 1). Відсоток вилуплення молоді за концентрації хлориду цинку в середовищі 0,001 мг/дм³ перевищує відсоток у контролі, а довжина молоді, що вилупилася, дещо менша. Молодь за нижчих концентрацій токсиканту гине швидше, ніж за вищих концент-

рацій (тривалість досліду – 50 діб). Отримані дані свідчать про те, що навіть дуже малі кількості хлориду цинку у воді негативно впливають на організм ставковиків, зумовлюючи зміни у статевій системі та деякі інші, що знижує тривалість життя в токсичному середовищі дорослих та ювенільних особин.

У підпорогових концентраціях головні функції молюсків є на рівні контролю (недіючі концентрації) [11]. Концентрації, які реєструють під час хронічного досліду як підпорогові, з часом (по мірі накопичення токсиканту в організмі молюсків) можуть перейти у діапазон витримуваних.

У досліді підпорогові концентрації – $1 \cdot 10^{-6}$ мг/дм³ і менше. Отримані дані щодо зміни показників розмноження у ставковика озерного свідчать про те, що вони майже не відрізняються від контрольних (табл. 1, 2, 3).

Отже, аналіз розмноження, розвитку та росту ставковика озерного в розчинах різних концентрацій хлориду цинку засвідчив, що організм цього молюска є надзвичайно лабільним: діапазон концентрацій від гостролетальних до підпорогових досить широкій. Загибель дорослих молюсків у розчинах гостролетальних концентрацій цього поллютанту зареєстрована протягом перших діб його впливу на тварин. Елімінація ставковиків за хронічних летальних концентрацій хлориду цинку відбувається внаслідок порушення їхнього розмноження на фоні пригнічення інших функцій. Початкова активізація статевої поведінки молюсків, яка виявляється в інтенсивному паруванні і відкладанні великої кількості синкапсул, швидше всього, є стресовою реакцією цих тварин на досить високий рівень інтоксикації. Це призводить до виснаження організму молюсків, і вони приречені на загибель. У діапазоні витримуваних концентрацій статеві функції молюсків пригнічена, часто відкладені яйця неповноцінні (через порушення гаметогенезу), що може негативно впливати на популяцію в цілому. Тому дослідження саме цієї групи концентрацій на процес розмноження є найперспективнішим у разі вивчення впливу поллютантів на гідробіонтів, адже плідність та кількість потомства – це найсуттєвіші показники біологічного благополуччя будь-якого виду. Саме вони зумовлюють можливість існування виду в змінних умовах середовища.

1. *Шахмаев Н. К.* Пресноводные униониды как биоиндикаторы и концентраторы марганца, кобальта, меди и железа : Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Томск, 1975. 22 с.
2. *Биргер Т. И.* Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде. К. : Наук. думка, 1979. 190 с.
3. *Грушко Я. М.* Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. Л.: Химия, 1979. 160 с.
4. *Гусева Т. В., Молчанова Я. П., Заша Э. А.* и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. М.: Эколайн, 2000. 127 с.
5. *Сніжко С. І., Орлов О. О., Закревський Д. В.* та ін. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області. Житомир: Волинь, 2002. 264 с.
6. *Лакін Г. Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. 348 с.
7. *Лесников Л. А.* Разработка нормативов допустимого содержания вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов // Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. 1979. Вып. 144. С. 3–41.
8. *Строганов Н. С., Пожитков А. Т.* Действие сточных промышленных вод на водные организмы (новые пути решения проблемы). М.: Изд-во Москов. ун-та, 1941. 88 с.

9. *Строганов Н. С.* Методика определения токсичности водной среды // Методики биол. исслед. по водн. токсикол. М.: Наука, 1971. С. 14–60.
10. *Строганов Н. С.* Теоретические аспекты действия пестицидов на водные организмы // Эксперим. вод. токсикол., 1973, Вып. 5. С. 11–37.
11. *Данильченко О. П., Бузинова Н. С.* Реагирование моллюсков *Lymnaea stagnalis* L. на загрязнение. Сообщение I. Выживаемость. Размножение. Эмбриональное развитие // Науч. докл. высш. шк. Биол. н., 1982. С. 61–69.

**THE EFFECTS OF ZINC CHLORIDE ON THE REPRODUCTION
AND DEVELOPMENT OF *LYMNAEA STAGNALIS*
(*MOLLUSCA : GASTROPODA : PULMONATA*)**

T. Pinkina

*The State University of Agriculture and Ecology
Stariy Avenue, 7, Zhytomyr 10008, Ukraine
e-mail: ecos@ecos.zhitomir.ua*

The paper investigates the effects of zinc chloride (sharp lethal concentrations – 10-100 mg/dm³; chronic lethal – 0,5-5 mg/dm³; endurable – 1·10⁻⁵-1·10⁻¹ mg/dm³; threshold concentrations – 1·10⁻⁸-1·10⁻⁶ mg/dm³ and lower) on the reproduction and development of mollusca pulmonata *Lymnaea stagnalis*. It has been established that the range of concentrations from sharp lethal to threshold ones in this molluscs is rather wide (1·10⁻⁸-100mg/dm³). The above indicates to the extreme lability of the mollusc body. On the basis of analyzing the reaction of the molluscs reproduction system to various levels of intoxication caused by the given pollutant the conclusion was made as to the stimulating effects of zinc chloride in its high concentrations (1 mg/dm³) and the depressing effects in lower concentrations (1·10⁻³ mg/dm³).

Key words: *Lymnaea*, zinc chloride, reproduction, syncapsule.

Стаття надійшла до редколегії 6.10.2003

Прийнята до друку 16.01.2004