

**ОЦІНКА ДІЇ ХЛОРИДУ МАРГАНЦЮ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА
ОСОБЛИВОСТІ РЕПРОДУКЦІЇ І РОЗВИТКУ СТАВКОВИКА
ОЗЕРНОГО (MOLLUSCA: GASTROPODA: PULMONATA: LYMNÆIDAE)**

Досліджено вплив хлориду марганцю (гостролетальні концентрації – 400–700 мг/дм³; хронічні летальні – 200–350 мг/дм³; витримувані – 5–150 мг/дм³; підпорогові концентрації – 1 мг/дм і нижче) на особливості репродукції та розвитку ставковика озерного.

Вступ

У наш час поміж інших полютантів на одне з перших місць вийшли важкі метали, які є найбільш розповсюдженими високотоксичними речовинами, що здатні довго зберігатися у середовищі. Забруднення ними прісних континентальних водойм відбувається внаслідок скидання у річки та водні басейни сповільненого водообміну неочищених або недостатньо очищених від цих полютантів стоків промислових виробництв (металообробних, машинобудівних, інструментальних, хімічних,

гальванічних та ін.) та рудникових і шахтних вод. 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.

Для токсикологічних досліджень та для індикації якості вод можуть бути використані будь-які групи організмів, проте в останні роки саме крупним безхребетним, як тест-об'єктам для індикації забруднення вод, надається перевага, бо вони є найбільш представленою групою тварин у будь-якому водоймищі, не потребують складного обладнання для добування та мікроскопування, порівняно легкі для систематизації та постановки дослідів [1]. Таким умовам, зокрема, відповідають легеневі червоногі молюски фауни України. З чисельної групи цих молюсків для дослідження було використано ставковика озерного *Lymnaea stagnalis* (Linnè, 1758). Особливу увагу було приділено процесу розмноження та змінам, котрі відбуваються у здійсненні репродуктивної функції молюсків за впливу на них солей важких металів, зокрема, хлориду марганцю. Важливість вивчення особливостей розмноження гідробіонтів у токсичному середовищі підкреслюють і інші дослідники [10], адже від нього, у першу чергу, залежать темпи відтворення чисельності популяцій, їх густини і, врешті решт, – збереження видів. Дослідження актуальні з огляду на те, що без цих відомостей не можна обійтися у перспективі при біотестуванні екологічного моніторингу вод. У науковій літературі відомості щодо впливу хлориду марганцю на особливості розмноження легеневих молюсків відсутні.

Матеріали і методика досліджень

У дослідях використано 78 екземплярів ставковика озерного *L. stagnalis*, зібраного вручну у травні–червні 2002 р. у басейні Середнього Дніпра р.Тетерів (м. Житомир). У лабораторію тварин доставляли у поліетиленових пакетах із невеликою кількістю води. Кожен екземпляр зважували (ваги ВЛТК-500), визначали висоту черепашки (34,5–41,3 мм).

Умови експерименту: температура води – 19–23°C, рН 7,2–8,6, вміст кисню 8,6–8,9 мг/дм³. Токсикант – хлорид марганцю (ч.д.а.). Розчин готували на дехлорованій відстоюванням (1 доба) воді з Житомирської водогінної мережі. Тривалість дослідів 70 діб. Розчини токсикантів замінювали кожні дві доби на свіжі. Основному досліді передував орієнтаційний, призначений для підбору концентрацій, необхідних для основного дослідів.

У лабораторії, задля отримання кладок яєць і здійснення тривалих спостережень за розмноженням і розвитком, молюсків по 5 екз. поміщали у скляні 3-літрові ємності. Ставковикам як корм давали листя кульбаби. З субстрату кладки знімали скальпелем або м'якою щіточкою. Вивчення та

вимірювання синкапсул і їх елементів проводили за допомогою МБС-1. Довжину яйцевих капсул вимірювали за внутрішньою капсульною мембраною. Молодь переносили у скляній ємності у першу–третю доби після виходу з синкапсул.

При варіаційно-статистичній обробці кількісних даних використовували методику Г.Ф. Лакіна [4].

Результати дослідження

У ході експерименту були виявлені деякі загальні закономірності реагування репродуктивної системи молюсків на різні концентрації хлориду марганцю, котрі дали можливість охарактеризувати тенденції змін в організмі молюсків за різних рівнів інтоксикації.

Гостролетальні концентрації – такі, за яких повністю протягом декількох діб пригнічуються основні функції організму молюсків, у тому числі і репродуктивна. У серії численних дослідів встановлено, що ставковики навіть за високих концентрацій хлориду марганцю можуть жити декілька діб. Загибель протягом перших двох діб відмічена за концентрації 700 мг/дм; через три доби – за 600 мг/дм³; чотири доби – за 500 мг/дм³ і сім діб – за 400 мг/дм³. У цих розчинах молюски інтенсивно виділяли слиз, не жились, не розмножувались, проте відмічалася надзвичайна активізація пошукової поведінки партнера. Майже всі молюски вип'ячували препуціум, але парування при цьому не відбувалося. Тільки за концентрації 400 мг/дм³ спостерігалось парування і відкладання синкапсул. Аномалія полягала у тому, що кожна капсула містила по 2 яйцеклітини (замість однієї у нормі).

Хронічні летальні концентрації – такі, за яких пригнічені основні життєві функції молюсків (репродуктивна у тому числі) і протягом перших місяців впливу настає загибель як дорослих, так і молоді. У дослідях такий ефект спостерігається за концентрації 300 мг/дм хлориду марганцю: молюски гинуть протягом перших 30 діб експерименту. У перші дні перебування у таких розчинах у молюсків активізується статеві поведінка, вони активно шукають партнерів, майже не споживають корм, парування відбувається, проте самки відкладають порожні (позбавлені яйцеклітини) надзвичайно довгі (180–300 мм) синкапсули. Але на 4–5 добу досліді синкапсули відкладаються повноцінні, хоча дещо коротші ніж у контролі (табл. 1.). Інтенсивність відкладання синкапсул молюсками за цих обставин вдвічі більша, ніж у контролі за цей же проміжок часу, що свідчить про стимулюючу дію цього токсиканту на репродуктивні здатності молюсків (22 синкапсули – у контролі, 50 – у досліді). Довжина капсул та їх кількість у синкапсулах у розчині хлориду марганцю є дещо меншою, ніж у контролі (табл. 1,2). Після десятиденного утримання молюсків у розчині цієї концентрації статеві активність їх зменшується, кількість відкладених синкапсул також поступово зменшується, а після 25

доби зовсім припиняється. Молюски у цей час пригнічені, більшість часу проводять прикріпившись до субстрату, не живляться. Вилуплення молоді йде інтенсивніше, ніж у контролі, хоча лінійні розміри молоді, що вилупляються, є дещо меншими (табл. 3). Вся молодь, яка вилупилася, збільшується у розмірах і набирає ваги повільніше ніж в інших концентраціях цього ж токсиканту і у контролі.

Таблиця 1. Вплив хлориду марганцю на довжину(мм) синкапсул та яйцевих капсул *Lymnaea stagnalis*

Довжина синкапсули,мм					Довжина капсули,мм				
n	lim	$M \pm m_M$	σ	V	n	lim	$M \pm m_M$	σ	V
Контроль									
40	21,8–42,3	32,86±0,92	5,81	17,68	40	1,27–1,61	1,37±0,01	0,09	6,25
MnCl ₂ 1мг/дм ³									
19	15,9–43,1	29,09±1,61	7,01	24,16	19	0,98–1,44	1,23±0,03	0,13	10,72
MnCl ₂ 100мг/дм ³									
8	25,8–43,3	35,41±2,04	7,01	24,16	8	1,08–1,54	1,26±0,05	0,15	11,54
MnCl ₂ 300мг/дм ³									
11	15,8–40,2	28,31±2,63	8,74	30,86	11	1,17–1,52	1,33±0,03	0,11	8,38

Отже, за хронічних летальних концентрацій хлориду марганцю (від 200 до 350 мг/дм³) у молюсків спостерігаються критичні зміни у процесах розмноження. Розмноження спочатку надзвичайно активізується, а пізніше зовсім пригнічується. Спостерігаються значні тератогенні порушення: відсутність спіралізації всередині синкапсули; яйцеві капсули розміщені пухко; збільшення кількості яйцеклітин (2–4 екз.) у межах однієї яйцевої капсули; порожні яйцеві капсули та синкапсули без яйцеклітин.

Витримувані концентрації – такі, за яких молюски живуть протягом хронічного досліду, при цьому у них можливе стимулювання одних і пригнічення інших функцій. Цей рівень концентрацій є досить широким. Характер змін у діапазоні витримуваних концентрацій відображає фазність реагування гідробіонтів на дію токсичних речовин [11]. Витримувані ставковиком концентрації хлориду марганцю лежать у діапазоні від 5 до 150 мг/дм³. Показники ембріонального розвитку та розмноження дорослих особин вказують на деяке зниження стимулюючого впливу токсиканта. Довжина яйцевих капсул порівняно з контролем дещо зменшувалась. У 1,5 рази зменшилась кількість капсул у синкапсулі. Однак відсоток екземплярів, які вилупилися значно вищий ніж у контролі, що може свідчити про стимулюючу дію даних концентрацій токсиканта (табл.2). Лінійні розміри молоді не відрізняються від таких у контролі. Проте, на фоні стимуляції ембріонального розвитку, відсоток виживання молодих особин втричі менший ніж у контролі (16 і 58 % відповідно). Частота і характер тератогенних порушень відповідає частоті зустрічальності

останніх у контролі (яйцеклітини поза капсулами, часткова деспіралізація, збільшення кількості яйцеклітин в одній капсулі, порожні яйцеві капсули).

Таблиця 2. Вплив хлориду марганцю на вилуплення молоді у *Lymnaea stagnalis*

Число капсул, шт					Кількість вилупл., екз					% вилуплення				
n	lim	$M \pm t_M$	σ	ν	n	lim	$M \pm t_M$	σ	ν	n	lim	$M \pm t_M$	σ	ν
<i>Контроль</i>														
40	44-171	94,88±4,7	29,67	31,27	40	10-106	55,95±4,11	25,97	46,41	40	21,3-98,9	58,9±3,67	23,21	39,40
<i>MnCl₂ 1мг/дм³</i>														
19	36-147	81,26±6,44	28,06	34,53	19	14-114	43,26±5,92	25,83	59,69	19	16-98	55,79±6,22	27,12	48,62
<i>MnCl₂ 100мг/дм³</i>														
8	36-95	65,25±7,09	20,05	30,74	8	13-76	45,50±6,43	18,19	39,97	8	27-96	69,63±7,29	20,61	29,60
<i>MnCl₂ 300мг/дм³</i>														
11	23-166	69,18±12,68	42,04	60,77	11	14-102	49,09±9,00	29,86	60,82	11	44-96	71,48±4,61	15,30	21,40

Отже, можна дійти висновку, що за витримуваних концентрацій ступінь пошкоджень зростає. Результатом є збільшення смертності молоді у кінці досліду. Пригнічення репродуктивної функції за цих концентрацій токсиканту дає змогу констатувати, що їх слід розглядати як такі, які організм терпить, переносить, а не реагує на них адаптивно.

Підпорогові концентрації – ті, сила впливу яких протягом хронічного досліду не сягає рівня реактивності тканини. У результаті, основні функції моллюсків рееструються на рівні контролю (недіючі концентрації). Концентрації, що рееструються під час хронічного досліду як підпорогові, з часом (по мірі накопичення токсиканту в організмі моллюсків) можуть перейти у діапазон витримуваних.

У досліді підпорогові концентрації – 1 мг/дм³ хлориду марганцю і нижче. Отримані дані щодо зміни показників розмноження у ставковика озера вказують на те, що вони майже не відрізняються від таких, отриманих у контролі (табл. 1,2,3).

Таблиця 3. Вплив хлориду марганцю на висоту черепашки(мм) молоді *Lymnaea stagnalis*

Довжина молоді, мм				
n	lim	$M \pm t_M$	σ	ν
<i>Контроль</i>				
40	1,35-1,78	1,58±0,02	0,11	6,66
<i>MnCl₂ 1мг/дм³</i>				
19	1,28-1,72	1,51±0,03	0,11	7,64
<i>MnCl₂ 100мг/дм³</i>				
8	1,42-1,75	1,59±0,03	0,09	5,73
<i>MnCl₂ 300мг/дм³</i>				
11	1,39-1,61	1,52±0,02	0,07	4,40

Висновок

Вивчення функціонування репродуктивної системи ставковика показало, що організм цього молюска дуже лабільний: діапазон концентрацій від гостролетальних до підпорогових у них широкий [2,5,6]. Слабкою ланкою для гостролетальних концентрацій очевидно є білкові системи організму [8]. Загибель у цих розчинах спостерігається протягом перших діб. Елімінація молюсків за хронічних летальних концентрацій хлориду марганцю вірогідно відбувається через порушення їх розмноження або розвитку на фоні пригнічення функціонування інших органів. Ці концентрації виявляються летальними для всіх особин популяції. У діапазоні концентрації від летальних до підпорогових відмічено мозаїчність реагування з боку функціонування репродуктивної системи і фазність дії хлориду марганцю у низці концентрацій. Стимулюючий ефект його дії виявляється за такими показниками як розмноження, виживаємість та вилуплення молоді. Таку стимуляцію слід розглядати як порушення реакції на змінні екологічні умови [3,9], тому увесь діапазон концентрацій від летальних до підпорогових і називають "витримуваними концентраціями", на відміну від оптимальних, для яких характерним є забезпечення всіх життєвих функцій організму. Дослідження цієї групи концентрацій, очевидно, є, в перспективі, самим цікавим, важливим і відповідальним етапом у вивченні дії забруднюючих речовин на гідробіонтів. Воно дає можливість правильно з екологічної точки зору оцінити характер впливу речовини і реакцію-відповідь організму, що сприймає їх вплив.

Література

1. *Алексеев В.А.* Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента // Гидробиолог. журн. – 1981. – Т. 17, №3 – С. 92–100.
2. Методические указания по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов. – М.: Минздрав СССР, 1976. – 247 с.
3. *Данильченко О.П., Бузинова Н.С., Колосова Л.В.* Оценка действия олово органических соединений по функциональному состоянию моллюсков // Гидробиолог. журн. – 1985. – Т. 21, №5. – С. 94–97.
4. *Лакин Г.Ф.* Биометрия.-М.: Высшая школа, 1973. – 348 с.
5. *Лесников Л.А.* Разработка нормативов допустимого содержания вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов:Сб.науч. тр. Госниорх. – 1979. Вып. 144. – С. 3–34.
6. *Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г.* Водная токсикология. – М.: Колос, 1971. – 247 с.
7. Методические указания по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов. – М.: Минздрав СССР, 1976. – 78 с.

8. *Маляревская А.Я.* Обмен веществ у рыб в условиях антропогенного евтрофирования водоемов. – К.: Наук.думка, 1979. – 274 с.
9. *Строганов Н.С.* Некоторые общие вопросы анализа действия оловоорганических соединений на гидробионтов // Оловоорганические соединения и жизненные процессы гидробионтов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. – С. 241–259.
10. *Строганов Н.С., Колосова Л.В.* Изучение токсичности водной среды на брюхоногих моллюсках // Методики биол. исслед. по водн. токсикол. – М.: Наука, 1971. – С. 216–218.
11. *Строганов Н.С.* Теоретические аспекты действия пестицидов на водные организмы // Эксперим. вод. токсикология. – 1973. Вып. 5. С. 11–37.