

**ВПЛИВ *BILHARZIELLA POLONICA* (PLATHELMINTHES, TREMATODA)  
ТА ІОНІВ ЗАЛІЗА ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ДЕЯКІ  
МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ *LYMNAEA STAGNALIS*  
(MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, LYMNAEIDAE)**

**А. Стадниченко**

*Житомирський державний університет імені Івана Франка  
вул. В. Бердичівська, 40, Житомир 10008, Україна  
e-mail: stadnychenko@yandex.ru*

Досліджено вплив *Bilharziella polonica* і різних концентрацій (0,02; 0,2; 2 мг/дм<sup>3</sup>) іонів заліза водного середовища на деякі морфофізіологічні показники *Lymnaea stagnalis* (L., 1758). З'ясовано, що порушення цілісності епітеліальних покривів і показників легеневого та шкірного дихання зумовлені розвитком у них викликаного отруєнням патологічного процесу, більше виражені у інвазованих трематодами особин.

*Ключові слова:* *Lymnaea stagnalis*, *Bilharziella polonica*, іони заліза, епітеліальні покриви, легеневе і шкірне дихання.

На кінець XX – початок XXI століття серед різних за своєю природою забруднень природних вод на перше місце вийшли, як це і передбачалося раніше [1 та ін.], іони важких металів. Їхні сполуки, у тому числі й солі двовалентного заліза, у зв'язку з розширенням масштабів технічної діяльності останнім часом у зростаючих кількостях надходять із неочищеними або з недостатньо очищеними скидами промислових підприємств у природні водойми. Зазвичай джерелами забруднення їх сполуками заліза є підприємства машинобудівної та металообробної промисловості, а також шахтне і рудничне виробництва. Природними джерелами надходження іонів заліза у водойми і водотоки є процеси вивітрювання гірських порід, які супроводжуються їхнім механічним руйнуванням і розчиненням. Унаслідок взаємодії з мінеральними й органічними речовинами, які перебувають у природних водах, в останніх утворюються складні комплекси сполук заліза, що перебувають у воді в розчиненому, колоїдному і завислому станах. Токсичним впливом на гідробіонтів відзначається двовалентне залізо в іонній формі. Гранично допустимі концентрації його у воді становлять 0,3 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК – санітарно-гігієнічна норма) і 0,1 мг/дм<sup>3</sup> (ГДКр – рибогосподарська норма). Однак навіть при меншій за ГДКр концентрації іонів заліза у воді в гідробіонтів, у тому числі і у прісноводних молюсків, можливими є прояви різних морфофізіологічних зрушень, зумовлені здатністю цих іонів до матеріальної кумуляції в гідробіонтах [2].

**Матеріали та методи**

**Метою дослідження** було з'ясувати особливості впливу різних концентрацій іонів заліза (у формі ферум (II) сульфат кристалогідрат) на деякі морфофізіологічні показники ставковика озерного *Lymnaea stagnalis* (L., 1758). Відомості, наявні у науковій літературі, котрі стосуються впливу цієї солі на прісноводних молюсків, обмежуються єдиним повідомленням [3]. Воно базується на результатах експериментального дослідження виживання особин відсутнього у нашій фауні виду *Planorbis guadeloupensis* за перебування його у розчині сірчаноокислого заліза (2 мг/дм<sup>3</sup>).

Матеріал: 150 екз. ставковика озерного, одномоментно зібраного у заплавах водоймах р. Гнилоп'ять (басейн Середнього Дніпра) в околицях с. Мала П'ятигірка (Житомир-

ська обл.). Доставлених у лабораторію тварин піддавали тридобовій аклімації. Її умови: температура води 19–22°C, рН 7,2–7,5,  $O_2$  – 8,2–8,6 мг/дм<sup>3</sup>).

Токсикологічні досліди (орієнтаційний і основний) поставлено за [4]. В останньому з них використано розчини сірчаноокислого заліза в концентраціях (перераховано на  $Fe^{2+}$ ) 0,02, 0,2, 2 мг/дм<sup>3</sup>. Особливості легеневого і шкірного дихання молюсків досліджено за В.І. Жадіним [5]. Зараженість цих тварин трематодами виявляли шляхом мікроскопіювання (МБР, зб. 7×8; 7×40) тимчасових гістологічних препаратів, виготовлених з гепатопанкреаса, гермафродитної, білкової, шкаралупової залоз, простати, мантиї ставковиків. Визначення видової належності паразитів здійснювали за В.І. Здуном [7].

Цифрові результати експериментів опрацьовано методами варіаційної статистики [6]. У збиранні, транспортуванні й аклімації молюсків взяли участь Н. Сластенко, А. Мокрицька, М. Безман, О. Бойко, за що висловлюємо їм щире подяку.

### Результати і їхнє обговорення

Симптоматика отруєння ставковиків іонами заліза включає всі ті елементи, які є звичайними для отруєння гідробіонтів сполуками будь-яких важких металів. Усі ці речовини є токсикантами локальної дії [2]. Вони викликають у молюсків ушкодження епітелію і, в першу чергу, того, який вистилає легенево<sup>1</sup> та мантийну порожнину молюсків, а також епітелію покривів їхнього тіла. За дії всіх застосованих у наших дослідах концентрацій використаного нами токсиканта спостерігалось ослизнення тіла, яке посилювалося зі зростанням концентрації іонів заліза у середовищі. За дії 0,02 мг/дм<sup>3</sup> іонів заліза тіло піддослідних особин рівномірно обволікалося слизом через посилення секреції його залозистими клітинами, розміщеними у їхніх шкірних покривах. Збільшення концентрації токсиканта у середовищі на порядок, а тим паче на два порядки, супроводжується значним посиленням цього процесу. Так, за дії 0,2 мг/дм<sup>3</sup> іонів заліза водного середовища на *L. stagnalis* виділення слизу, утворюваного залозистими клітинами його шкіри, зростає настільки, що він не утримується на її поверхні й у вигляді більш-менш довгих тяжів, грудочок, часом пластинок неправильної форми відпадає у воду. Особливо яскраво це виражене у особин, які підлягають дії 2 мг/дм<sup>3</sup> іонів заліза.

За дії 0,2 і 2 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта у молюсків спостерігається руйнація спочатку легеневого епітелію (як ніжнішого за шкірний), а дещо пізніше – і шкірного. Завершується цей процес зазвичай відторгненням ушкоджених епітеліальних клітин. У результаті поверхня тіла і вистилка легень вкриваються виразками різної форми та різного розміру. За 2 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта у воді деструктивні процеси в легенях поширюються на глибші їхні ділянки, в тому числі й на виносні легеневі судини, включаючи часом і легенево вену. За цієї концентрації іонів заліза такі глибокі ураження як безпосередньо тканин легень, так і анатомічно та функціонально пов'язаних з ними органів, виявлено у 8–10% особин. Для них такі зрушення найчастіше є летальними через значні втрати гемолімфи внаслідок розвитку потужних кровотеч. Рідко, але все ж таки у молюсків має місце ураження нирки та серцевої сумки. Зазначимо, що симптоматика отруєння у вільних від трематодної інвазії заражених цими червами тварин повністю ідентична. Проте у других із них сильніше виражений викликаний отруєнням патологічний процес, який швидше і у більшого відсотка особин завершується летально.

Фізіологічні зрушення під дією іонів заліза водного середовища досліджено на прикладі функціонування органів дихання ставковиків. Відомо [9], що вони піднімаються

1 Ж. Регондо [8] беззаперечно довів, що легені цих молюсків не гомологічні їхній мантийній порожнині. Вони являють собою новоутворення, котре з'явилося в них у процесі еволюції як пристосування до дихання атмосферним повітрям.

до плівки поверхневого натягу води для забирання повітря 5–10 разів на добу [10–12]. Звичайно це відбувається тоді, коли вміст кисню в їхній легеневій порожнині падає до 13–6%. Отже, тривалість інтервалу між черговими забираннями повітря («вдихами») – це той показник, який дає змогу судити про ступінь впливу токсикантів на молюсків. У наших експериментах отримано дуже близькі середні його значення для всіх молюсків контрольної групи – як заражених трематодами, так і не заражених (див. таблицю). Це пояснюється невисокою інтенсивністю інвазії ставковиків цієї групи трематодами, якій вони здатні успішно протистояти, не змінюючи при цьому інтенсивності роботи органів дихання.

У найслабшому з розчинів токсиканта, задіяних в експерименті (0,02 мг/дм<sup>3</sup>), у піддослідних тварин тривалість інтервалів між черговими забираннями повітря не підлягає статистично вірогідним змінам.

Подальше зростання концентрації токсиканта в середовищі супроводжується прогресуючим скороченням інтервалів між черговими «вдихами». За 0,2 мг/дм<sup>3</sup> іонів заліза зменшення значень цього показника порівняно з контролем становить у незаражених тварин 20,6, у заражених 45% ( $p < 0,05$ ). А за 2 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта вони сягають 54% в обох досліджених групах тварин ( $p < 0,05$ ). Із наведених щойно відомостей випливає, що концентрації іонів заліза в середовищі у межах 0,02–2 мг/дм<sup>3</sup> відповідають тій стадії патологічного процесу, викликаного отруєнням *Lymnaea stagnalis* іонами заліза, яку, вслід за [13], називають стадією (фазою) стимуляції. Адже скорочення інтервалів між черговими «вдихами» є свідченням посилення процесу дихання. Це, очевидно, є одним із проявів їх захисно-приспосувального процесу, спрямованого на поліпшення постачання організму молюсків киснем, аби нівелювати його дефіцит, викликаний порушенням у них гомеостазу, спричиненим дією токсиканта.

Цифрові дані, наведені в таблиці, наочно свідчать про те, що стимуляція дихання при отруєнні ставковиків іонами заліза водного середовища здійснюється різною мірою у незаражених особин і заражених трематодами. За 0,02 і 2 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта тривалість інтервалів між «вдихами» у *L. stagnalis* обох досліджених груп однакова. Суттєва різниця за цим показником має місце при середній його концентрації – 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Чим це зумовлене? На наш погляд, тим, що найслабша концентрація іонів заліза дуже близька за своїм значенням до зони байдужих для ставковиків концентрацій цього токсиканта. На користь такого припущення свідчать факти: по-перше, скорочення інтервалів між «вдихами» відбувається однаковою мірою в усіх використаних у досліді тварин, а, по-друге, рівень цього скорочення вкрай малий порівняно з результатами, отриманими при застосуванні у досліді середньої концентрації (0,2 мг/дм<sup>3</sup>). За неї у молюсків відбувається посилення протидії токсичному впливові, яке полягає в подальшому скороченні тривалості інтервалів між «вдихами», що є звичайною реакцією цих тварин на перебування їх у токсичному середовищі [14]. Однак реакція на перебування у розчинах цієї концентрації незаражених і заражених трематодами молюсків не є тотожною. Збільшення кількості «вдихів» у вільних від інвазії особин спрямоване на встановлення рівноваги, зрушення якої викликане у них дією лише одного ушкоджуючого чинника – токсичного середовища. У інвазованих же тварин воно має зменшувати, крім того, і негативний вплив паразитарного чинника.

Тривалість забирання повітря в контрольній групі тварин різна у незаражених і заражених особин: у других із них вона більша ( $p < 0,05$ ). Це і не дивно, адже водяні черевоногі молюски, як відомо [15, 16], протиставляють інвазії підвищення рівня загального обміну речовин, у тому числі й збільшення споживання кисню та виділення

Вплив різних концентрацій (мг/дм<sup>3</sup>) іонів заліза водного середовища на показники легеневого і шкірного дихання *Lutjanus stagnalis* у нормі та за інвазії його трематодною *Bilharziella polonica*

Інвазія	n	Інтервал між черговими забираннями повітря, хв			Тривалість забирання повітря, хв			Об'єм забраного повітря, кількість пухирців			Тривалість виживання при заповненні легень водою, год						
		lim	M±m	σ	V	lim	M±m	σ	V	lim	M±m	σ	V				
Контроль																	
Немає	15	31–65	47,11±0,56	2,17	4,61	5–11	7,13±0,21	0,81	11,36	7–10	9,02±0,20	0,77	8,54	5–7	6,00±0,23	0,89	14,83
Є	25	29–67	50,13±0,83	4,17	8,31	5–13	8,30±0,10	0,51 0,02 мг/дм <sup>3</sup>	6,14	5–21	12,14±0,62	3,11	25,62	4–6	4,84±0,13	0,65	13,43
Немає	13	30–62	45,13±0,67	2,42	5,36	4–10	7,08±0,27	0,97	13,70	6–10	8,31±0,25	8,31	0,25	4–4,6	4,50±0,29	1,05	23,33
Є	27	31–64	48,03±0,63	3,15	6,56	3–10	7,60±0,04	0,19 0,2 мг/дм <sup>3</sup>	2,50	6–18	9,76±0,63	9,76	0,63	4–5	4,37±0,04	0,22	5,03
Немає	21	28–42	37,40±0,33	1,46	3,90	4–10	7,60±0,11	0,48	6,32	17–30	22,40±2,92	13,15	58,66	4–5	4,59±0,10	0,47	10,23
Є	19	22–38	27,60±0,39	1,70	6,12	8–13	10,70±0,27	1,18 2 мг/дм <sup>3</sup>	11,03	13–20	16,40±1,88	8,19	49,91	3–4	3,55±0,18	0,78	21,91
Немає	18	18–34	21,52±0,19	1,18	5,52	8–12	9,80±0,07	0,31	3,06	20–28	25,10±1,09	4,57	18,21	3–4	3,55±0,18	0,55	15,49
Є	12	12–31	23,16±0,35	1,15	4,98	10–14	11,80±0,120	0,46	3,39	19–24	21,20±0,78	2,73	12,87	1–2	1,33±0,04	0,15	11,28

вуглекислого газу. А це забезпечується не тільки скороченням інтервалів між «вдихами», а й подовженням тривалості самих «вдихів».

За  $0,02 \text{ мг/дм}^3$  іонів заліза у середовищі тривалість забирання повітря незараженими особинами залишається на рівні норми. Натомість у інвазованих трематодами тварин вона істотно зменшується ( $p < 0,05$ ), що могло би свідчити про ослаблення їх захисно-приспосувальних можливостей, викликане впливом на них паразитарного чинника. Однак за вищих концентрацій іонів заліза у воді ( $0,2$  і  $2 \text{ мг/дм}^3$ ) у *L. stagnalis* відзначено суттєве подовження тривалості «вдиху». Чому це так? Наголосимо на тому, що в першій дослідній групі ( $0,02 \text{ мг/дм}^3$  токсиканта) інтенсивність інвазії *L. stagnalis* була хоча і невисокою, але все ж таки вищою, ніж у другій ( $0,2 \text{ мг/дм}^3$  токсиканта) і третій ( $2 \text{ мг/дм}^3$  токсиканта) групах. У складі їх кількісно переважали тварини, інтенсивність інвазії яких була невисока, викликані паразитами зрушення – незначні, що і дало цим молюскам змогу відреагувати на вплив токсичного середовища на тому ж рівні, що і молюскам неінвазованим. Цим, гадаємо, і пояснюються результати дослідження, які, на перший погляд, можуть видатися парадоксальними (якщо не зважати на інтенсивність інвазії).

Кількість повітря, яке забирає *L. stagnalis* у процесі кожного «вдиху», за невисокої інтенсивності інвазії в  $1,1$ – $1,3$  рази більша, ніж у незаражених особин ( $p < 0,05$ ). Захисно-приспосувальний характер цього явища є безсумнівним. У найслабкішому з розчинів іонів заліза ця залежність має такий самий характер. Кількість забираного повітря інвазованими особинами тут, однак, в  $1,3$  рази менша порівняно з контролем ( $p < 0,05$ ). Причину цього ми вбачаємо в тому, що за однакового рівня інтенсивності інвазії молюски контрольної групи підпадають дії лише одного ушкоджуючого чинника – інвазії, тоді як особини другої групи – одночасній дії двох чинників (інвазії й токсиканта). За  $0,2$  і  $2 \text{ мг/дм}^3$  іонів заліза і за невисокої інтенсивності інвазії *L. stagnalis* впливові цих чинників протиставляли збільшення об'єму «вдиху» в  $1,4$ – $1,7$  рази (проти контролю), а у незаражених особин цей показник становить  $1,8$ – $2,3$  рази ( $p < 0,05$ ). Отже, незважаючи на те, що характер реакції незаражених і заражених трематодами *L. stagnalis* на вплив однакових токсичних середовищ є подібним, ступінь прояву реакції-відповіді у них є різним. Ослаблення захисно-приспосувальних властивостей у заражених тварин в даному випадку проявляється в тому, що у них хоча і відбувається у відповідь на вплив іонів заліза збільшення об'єму «вдиху», проте далеко не такою мірою, як це має місце у вільних від інвазії особин.

Відомо [9], що у червононогих легеневих молюсків газообмін здійснюється майже однаковою мірою як через легені, так і через шкіру. У першому випадку для дихання їх слугує атмосферний кисень, який надходить у гемолімфу, у другому – кисень розчинений у воді, котрий потрапляє у тканинну рідину (не глибше ніж на  $1 \text{ см}$  від місця проникнення). Різновидом шкірного дихання легеневих молюсків є дихання їх через епітеліальну вистилку легень, що має місце у випадку заповнення останніх водою (легені при цьому функціонують як зябри). За природних умов це відбувається під час зимівлі *L. stagnalis*, коли вентиляція легень атмосферним повітрям у них не відбувається. В умовах експерименту в контрольній групі незаражені особини зберігали життєздатність в  $1,2$  рази довше, ніж інвазовані. Це свідчить про те, що потреба в кисні у заражених трематодами тварин більша, а життєздатність їх менша порівняно з вільними від інвазії *L. stagnalis*. В усіх середовищах, затруєних іонами заліза, рівень виживання всіх піддослідних молюсків зменшується, причому заражених особин більшою мірою, ніж незаражених.

Іони заліза водного середовища ( $0,02$  і  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ ) викликають локальні ушкодження легеневого і шкірного епітелію *L. stagnalis*, які при  $2 \text{ мг/дм}^3$  токсиканта стають тотальни-

ми, поширюючись при цьому на голову, шупальці, дорзальну поверхню ноги. В особливо тяжких випадках деструктивні процеси, які охоплюють стінки легеневої порожнини, поширюються на приносні та виносні кровоносні судини, у тому числі – на легеневу вену, рідше – на нирку і навколосерцеву сумку.

Зрушення процесу легеневого дихання, зумовлені дією токсиканта (за усіх застосованих в експерименті його концентрацій), мають захисно-приспосувальний характер. Це скорочення інтервалів між «вдихами» і збільшення кількості повітря, яке надходить до легень.

Інвазія молюсків трематодами – обтяжувальний чинник, який послаблює їхні захисно-приспосувальні можливості. У заражених тварин навіть за односпрямованої реакції на однаковий вплив токсичного середовища ступінь вираженості захисно-приспосувальних реакцій значно нижчий, ніж у особин незаражених.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Субботина Е., Лысенко К. Кадмий под грифом «секретно» // Московск. правда, 1990. № 12. С. 2.
2. Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. Водная токсикология. М.: Колос, 1971. 247 с.
3. Горохов В. В., Осетров В. С. Моллюскоциды и их применение в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1978. 224 с.
4. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента // Гидробил. журн. 1981. Т. 17. № 3. С. 92–100.
5. Жадин В. И. Наши пресноводные моллюски. Муром: Изд-во Окской биол. станции, 1926. 136 с.
6. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1973. 343 с.
7. Здун В. І. Личинки трематод в прісноводних молюсках України. К.: Вид-во АН УРСР, 1961. 144 с.
8. Régondaud I. Development de la covité pulmonaire et de la covité palleale chez *Lymnaea stagnalis* // C.r. Acoed. Sci. 1961. Т. 252. Р. 179–181.
9. Проссер Л., Браун Ф. Сравнительная физиология животных. М.: Мир, 1967. 766 с.
10. Гонтя Ф. А. Моллюски. Мшанки. Моллюски. Членистоногие. Кишинев: Штиница, 1984. С. 11–45.
11. Стадниченко А. П., Сластенко Н. Н., Гузенко О. В. и др. Влияние трематодной инвазии и воздействия азотнокислым свинцом на легочное и кожное дыхание *Lymnaea stagnalis* (Mollusca, Lymnaeidae) // Паразитология. 1996а. Т. 30. Вып. 1. С. 76–80.
12. Стадниченко А. П., Иваненко Л. Д., Гузенко О. В. и др. Влияние совместного воздействия трематодной инвазии, температуры среды и азотнокислого свинца на легочное и кожное дыхание прудовиков (Pulmonata: Lymnaeidae) // Паразитология, 1996б. Т. 30. Вып. 6. С. 515–519.
13. Веселов Е. А. Основные фазы действия токсических веществ на организмы // Тез. докл. Всесоюз. научн. конф. по вопр. водн. токсикологии. М.: Наука, 1968. С. 15–16.
14. Биргер Т. И. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде. К.: Наук. думка, 1979. 190 с.
15. Hurst C. T. Structural and functional changes produced in the gastropod molusk, *Physa occidentalis* in the case of parasitism by the larval of *Echinostoma revolutum* // Univ. Calif. Publ. Zool. 1927. Vol. 29. N 14. P. 321–404.

16. Hurst C. T., Walker C.A. Increased heat production in a poikilotherm animal in parasitism // Amer. Nat. 1933. Vol. 69. N 14. P. 461–466.

Стаття: надійшла до редакції 10.01.12

прийнята до друку 16.01.12

**IN INFLUENCE OF *BILHARZIELLA POLONICA*  
(PLATHELMINTHES, TREMATODA) AND THE ACTION WITH  
THE IRON IONES ON THE SOME MORPHO-PHYSIOLOGICAL  
PECULIARITIES OF *LYMNAEA STAGNALIS*  
(MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, LYMNAEIDAE)**

**A. Stadnychenko**

*Ivan Franko State University of Zhytomyr  
40, V. Berdychivska St., Zhytomyr 10008, Ukraine  
e-mail: stadnychenko@yandex.ru*

Different concentration (0,02; 0,2; 2 mg/dm<sup>3</sup>) of irone iones impact and *Bilharziella polonica* infection on skine epithelium and pulmonary and skin respiration of *Lymnaea stagnalis* have been investigated. The epithelium and peculiarities of pulmonary and skin respiration breaches (consequence of pathological process of poisoning) in the infected individuals are the most intense.

*Keywords: Lymnaea stagnalis, Bilharziella polonica, epithelium, pulmonary and skin respiration.*

**ВЛИЯНИЕ ECHINOPARYPHIUM ACONIATUM  
(PLATHELMINTHES, TREMATODA) И ИОНОВ ЖЕЛЕЗА ВОДНОЙ СРЕДЫ  
НА НЕКОТОРЫЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
*LYMNAEA STAGNALIS* (MOLLUSCA, GASTROPODA,  
PULMONATA, LYMNAEIDAE)**

**A. Стадниченко**

*Житомирский государственный университет имени Ивана Франко  
ул. Большая Бердичевская, 40, Житомир 10008, Украина  
e-mail: stadnychenko@yandex.ru*

Исследовано влияние *Bilharziella polonica* и различных концентраций (0,02; 0,2; 2 мг/дм<sup>3</sup>) ионов железа водной среды на некоторые морфофизиологические показатели *Lymnaea stagnalis* (L., 1758). Показано, что нарушение целостности эпителиальных покровов и показателей легочного и кожного дыхания, обусловленные развитием у них вызванного отравлением патологического процесса, отличаются большей выраженностью у инвазированных трематодами особей.

*Ключевые слова: Lymnaea stagnalis, Bilharziella polonica, ионы железа, эпителиальные покровы, легочное и кожное дыхание.*