

Вплив іонів заліза і трематодної інвазії на легеневе дихання *Lymnaea stagnalis* (Mollusca, Lymnaeidae)

Роботу виконано на кафедрі зоології
ЖДУ ім. І. Франка

Досліджено вплив різних концентрацій (0,05; 0,5; 5 мг/дм³) іонів заліза водного середовища і трематодної інвазії (спороцисти і церкари *Bilharziella polonica* (Kowalewsky, 1895)) на три основні показники легеневого дихання у 240 екз. *Lymnaea stagnalis* (Linne, 1758) з басейну р. Гнилоп'ять (с. Мала П'ятигірка Житомирської обл.) у ритмі день/ніч. Встановлено, що в слабо токсичному середовищі у незаражених особин інтервали між «вдихами» скорочуються на 2,4 (ніч) і 4,2 % (день), а у заражених тварин нічні інтервали зростають на 29,2 %. Тривалість вдиху вдень на 11,6 % у незаражених моллюсків більша, ніж у заражених. Об'єм вдиху у інвазованих особин більший, ніж у вільних від зараження. Зміни показників легеневого дихання *Lymnaea stagnalis*, який перебуває в середовищі, що містить іони заліза у зазначених вище концентраціях, є проявом захисно-приспосувального процесу, спрямованого на обмеження ушкоджуючого впливу на них токсичного середовища та трематодної інвазії.

Ключові слова: *Lymnaea stagnalis*, іони заліза, трематодна інвазія, легеневе дихання.

Стадниченко А. П. Влияние ионов железа и трематодной инвазии на легочное дыхание *Lymnaea stagnalis* (Mollusca, Lymnaeidae). Исследовано влияние различных концентраций (0,05; 0,5; 5 мг/дм³) ионов железа водной среды и трематодной инвазии (спороцисты и церкарии *Bilharziella polonica* (Kowalewsky, 1895)) на три основных показателя легочного дыхания у 240 экз. *Lymnaea stagnalis* (Linne, 1758) из бассейна р. Гнилопять (с. Малая Пятигорка Житомирской обл.) в ритме день/ночь. Установлено, что в слабой токсической среде у незараженных особей интервалы между «вдохами» сокращаются на 2,4 (ночь) и 4,2 % (день), а у зараженных животных ночные интервалы возростают на 29,2 %. Продолжительность вдоха днем на 11,6 % у незараженных моллюсков больше, чем у зараженных. Объем вдоха у инвазированных особей больше, чем у свободных от заражения. Изменения показателей легочного дыхания *Lymnaea stagnalis*, пребывающего в среде, содержащей ионы железа в указанных выше концентрациях, являются проявлением защитно-приспособительного процесса, направленного на ограничение повреждающего влияния на них токсической среды и трематодной инвазии.

Ключевые слова: *Lymnaea stagnalis*, ионы железа, трематодная инвазия, легочное дыхание.

Stadnychenko A. P. The Influence of Iron Ions and Trematode Invasion on *Lymnaea Stagnalis* (Mollusca, Lymnaeidae) Lung Respiration. The influence of iron ions in water environment in different concentrations (0,05; 0,5; 5 mg/dm³) and trematode invasion (*Bilharziella polonica* spore-cysts and cercariae) on three main lung respiration indices in 240 specimens of *Lymnaea stagnalis* (Linne, 1758) from the river Gnylopiat basin (v. Mala Pyatygirka, Zhytomyr region) in day/night rhythm is researched. It is established that in faint toxic environment breath intervals reduce by 2,4 % in night and 4,2 % in daytime in non-invaded specimens. Breath in duration in non-invaded mollusks is longer by 11,6 % in daytime in comparison with invaded ones. The breath in volume in invaded specimens is higher than in invasion free mollusks. Changes in *Lymnaea stagnalis* lung respiration indices in water environment with iron ions in above-mentioned concentrations display protective-adaptive process which limits toxic environment and trematode invasion damaging influence.

Key words: *Lymnaea stagnalis*, iron ions, trematode invasion, lung respiration.

Постановка наукової проблеми та її значення. Досить часто зараженість прісноводних легеневих моллюсків партенітами (спороцисти, редії – материнські і дочірні) і личинками (церкарії, метацеркарії) трематод збільшує вплив на них токсичного середовища, що ускладнює і поглиблює перебіг патологічного процесу, зумовленого отруєнням цих моллюсків токсикантами. Ступінь вираження отруєння визначається, зазвичай, видовою належністю трематод, стадією їх життєвого циклу, локалізацією паразитів в організмі хазяїна, інтенсивністю інвазії, фізіолого-біохімічним статусом моллюсків, концентрацією в середовищі токсикантів, низкою інших параметрів абіотичного середовища. За інших рівних умов уражені трематодами особини часто виявляються більш чутливими і менш витривалими щодо дії на них токсичного чинника, порівняно з вільними від інвазії тваринами.

Мета статті – з'ясувати особливості впливу іонів заліза водного середовища на тривалість забирання атмосферного повітря («вдихів») і інтервалів між ними, а також на кількість повітря, що забирає моллюк *L. stagnalis* (Linne, 1758), залежно від наявності чи відсутності у них трематодної інвазії.

Аналіз досліджень цієї проблеми. У дослідженнях попередніх років з'ясовано [5; 6], що у середовищі, забрудненому азотнокислим свинцем, зрушуються значення показників легеневого дихання як у вільних від інвазії *L. stagnalis* (Linne, 1758), так і у тварин заражених трематодами.

Матеріал та методи. Матеріалом слугували 240 екз. ставковика озера *L. stagnalis*, зібраних у басейні р. Гнилоп'ять (с. Мала П'ятигірка Житомирської обл.). Перед початком токсикологічного експерименту до лабораторних умов тварин аклімували протягом двох діб, утримуючи їх при цьому в ємностях, заповнених криничною водою (при температурі 19–22 °С і слабколужній її реакції (рН 7,2–7,5)).

Значення показників легеневого дихання моллюсків встановлювали у процесі цілодобових спостережень за методикою В. І. Жадіна [2]. Їх результати опрацьовано методами базової варіаційної статистики [3]. При цьому прийнято таку градацію доби: «день» – з 8 до 20-ї години, «ніч» – з 20 до 8-ї год. Токсикологічні досліди поставлено за В. А. Алексеевим [1]. Для затруєння середовища використано феруму (II) сульфат кристалогідрат у концентраціях 0,05; 0,5; 5 мг/дм³ (в перерахунку на іон заліза). Експозиція – 2 доби. Через добу «відпрацьовані» розчини заміняли свіжовиготовленими.

Зараженість моллюсків трематодами встановлювали через анатомування тварин, виготовлення і подальше мікроскопіювання (МБР) тимчасових гістологічних препаратів тканин, інвазованих цими паразитами органів (зб. 56–280). Для аналізу отриманих даних відібрано лише тих *L. stagnalis*, які були заражені партенітами (спороцистами) і церкаріями *Bilharziella polonica* (Kowalewsky, 1895). Екстенсивність інвазії становила 37,5 %. Марити цієї трематоли паразитують в капілярах кровоносної системи очеревини водоплавних птахів.

У збиранні, транспортуванні і аклімації моллюсків взяли участь М. Сластенко, Л. Куркчі, А. Мокрицька, М. Безман, О. Бойко.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. У контрольній групі тварин інтервали між черговими забираннями повітря вдень однакові як у вільних від інвазії, так і у заражених трематодами особин (табл. 1). У нічний же період тривалість інтервалів між «вдихами» у перших з них подовжується в середньому на 32 % ($p < 0,05$), натомість у других вона не підпадає статистично вірогідним змінам. Це, на наш погляд, зумовлено тим, що у відповідь на помірну інтенсивність інвазії, а саме такою вона була в інвазованих трематодами особин контрольної групи, у моллюсків розвивається захисно-приспосувальний процес, одним із проявів якого є скорочення вночі тривалості інтервалів між черговими забираннями повітря. Через це *L. stagnalis*, заражені спороцистами і церкаріями *B. polonica*, власне і підтримують свій загальний обмін речовин на дещо вищому рівні порівняно з незараженими особинами, що дає змогу їм компенсувати більші енерговитрати, скеровані на нівелювання шкідливої дії паразитів. У цій групі *L. stagnalis* нам трапилося два випадки вкрай тяжкої інвазії (тотальне ураження паразитами гепатопанкреаса). У цих випадках такий механізм захисту, про який йшлося вище, не «спрацьовував», а тривалість інтервалів між «вдихами» в інвазованих моллюсків значно перевищувала таку в незаражених особин. Це свідчить про те, що за тяжкої інвазії у моллюсків розвивається депресивна фаза патологічного процесу, викликаного їх паразитарним ураженням.

Таблиця 1

Вплив іонів заліза і трематодної інвазії на легеневе дихання *Lymnaea stagnalis*

Показники	Інвазія	День				Ніч			
		n	lim	M ± m	V	n	lim	M ± m	V
Інтервали між «вдихами», хв	<i>Контроль</i>								
	Немає	15	31–65	47,11 ± 0,56	4,61	15	28–63	62,17 ± 0,91	5,66
	Є	25	29–67	50,13 ± 0,8	4,7	25	24–65	48,7 ± 0,80	8,25
	0,05 мг/дм ³								
	Немає	13	30–62	45,13 ± 0,67	5,36	13	28–64	60,71 ± 1,83	10,87
	Є	27	31–64	48,0 ± 0,63	6,56	27	37–80	62,90 ± 0,97	7,74
	0,5 мг/дм ³								
	Немає	21	28–42	37,40 ± 0,33	3,90	21	22–40	32,50 ± 0,51	8,30

	Є	19	22–38	27,60 ± 0,39	6,12	19	16–28	21,80 ± 0,23	4,59
	5 мг/дм ³								
	Немає	18	18–34	21,52 ± 1,9	36,56	18	21–43	25,90 ± 2,53	40,15
	Є	12	12–31	23,16 ± 0,3	4,98	12	19–30	20,20 ± 10,1	28,76
Тривалість «вдиху», хв	Контроль								
	Немає	15	5–11	7,13 ± 0,21	11,36	15	6–18	10,37 ± 0,29	10,86
	Є	25	5–13	8,30 ± 0,10	6,14	25	6–13	10,02 ± 0,13	1,29
	0,05 мг/дм ³								
	Немає	13	4–10	7,08 ± 0,27	13,70	13	15–14	9,62 ± 0,49	18,40
	Є	27	3–10	7,60 ± 0,04	2,50	27	16–14	8,37 ± 0,15	8,72
	0,5 мг/дм ³								
	Немає	21	4–10	7,60 ± 0,11	6,32	21	7–13	11,95 ± 0,18	8,51
	Є	19	8–13	10,70 ± 0,27	11,03	19	10–16	12,30 ± 0,11	3,90
	5 мг/дм ³								
	Немає	18	8–12	9,80 ± 0,07	3,06	18	9–13	10,88 ± 0,31	11,58
	Є	12	10–14	1,80 ± 0,12	3,39	12	9–15	11,60 ± 0,22	6,46
Об'єм «вдиху», кількість пухирців	Контроль								
	Немає	15	7–10	9,02 ± 0,20	8,54	15	6–9	7,68 ± 0,14	7,03
	Є	25	5–21	12,14 ± 0,62	25,62	25	4–18	14,11 ± 0,80	28,56
	0,05 мг/дм ³								
	Немає	13	6–10	8,31 ± 0,25	10,83	13	4–8	7,16 ± 0,22	11,03
	Є	27	6–18	9,76 ± 0,63	32,38	27	4–15	7,68 ± 0,61	39,97
	0,5 мг/дм ³								
	Немає	21	17–30	22,40 ± 2,92	58,66	21	15–21	17,50 ± 0,86	22,22
	Є	19	12–20	16,40 ± 1,83	49,94	19	10–15	12,30 ± 1,7	41,46
	5 мг/дм ³								
	Немає	18	20–28	25,10 ± 1,09	18,21	18	17–24	19,90 ± 1,01	21,40
	Є	12	19–24	21,20 ± 0,78	12,87	12	13–20	15,90 ± 1,24	25,66

Процес забирання повітря у легені триває по-різному у незаражених і заражених *B. polonica* ставковиків, а саме: вдень у перших з них він на 11,6 % довший ($p < 0,05$), ніж у других. Це є наслідком зростання їх захисно-приспосувальних властивостей, скерованих на зменшення негативного впливу на них паразитарного чинника.

У слабкому токсичному середовищі у вільних від зараження особин ані вдень, ані вночі не відмічено статистично вірогідних зрушень обговорюваного показника. Що ж стосується інвазованих трематодами тварин, то у них як вдень, так і вночі різко скорочується тривалість забирання повітря впродовж кожного з «вдихів» ($p < 0,05$). Ці дані однозначно свідчать про те, що за 0,05 мг/дм³ іонів заліза у середовищі у вільних від інвазії тварин значення цих показників лишаються у межах норми, тоді як у заражених трематодами особин вони явно депресивні.

Іони заліза водного середовища концентрацією 0,5 і 5 мг/дм здійснюють стимулюючий вплив на цей показник легеневого дихання як у незаражених, так і у заражених ставковиків. Так, у перших з них за 0,5 мг/дм³ токсиканта тривалість «вдиха» вдень зростає ($p < 0,05$) в 1,1, у других – в 1,4 раза (порівняно з показниками, отриманими для тварин, на яких подіяли 0,05 мг/дм³ іонів заліза). За найвищої використаної в наших дослідах концентрації токсиканта у незаражених *L. stagnalis* відбувається подальше (порівняно з середньою його концентрацією) подовження «вдиху» вдень (на 28,8 %) і скорочення його вночі (на 9,1 %). У інвазованих тварин спостерігаються зміни тривалості «вдихів» такого ж напрямку (відповідні показники становлять у них 10,3 і 5,7 %).

У контрольній групі тварин об'єм повітря, котре надходить у легені внаслідок кожного «вдиху», у заражених ставковиків більший ($p < 0,05$), ніж в особин не інвазованих. Значна амплітуда коливання значень цього показника зумовлена тим, що в інвазованих тварин контрольної групи інтенсивність інвазії відзначалась дуже широкою мінливістю, що і позначилося відповідно на отриманих результатах. Щодо добової циклічності дихання за обговорюваною ознакою, то вона чітко виражена у незаражених особин, у яких і у контролі, і за всіх застосованих у дослідах концентрацій іонів заліза результат виявився однозначним: об'єм «вдихів» вдень відповідно більший, ніж вночі, а значення його збільшується пропорційно зростанню концентрації токсиканта. Натомість у інвазованих особин у токсичному середовищі об'єм забраного вночі повітря менше за такий, що поглинутий вдень. За 0,05 мг/дм³ токсиканта абсолютні величини об'єму «вдиха» різко скорочуються, причому у зараже-

них особин більшою мірою. За середньої і найвищої концентрації іонів заліза об'єм «вдиху» зростає у всіх піддослідних тварин. Наприклад, у незаражених *L. stagnalis* денні «вдихи» збільшуються в 2,7, а нічні – в 2,4 рази. У заражених особин ті ж показники становлять 1,7 і 1,6 рази відповідно. За 5 мг/дм³ іонів заліза порівняно з розчином токсиканта середньої концентрації ті ж показники мають такі значення: для незаражених особин – 1 і 1,1, для заражених – 1,3 і 1,3 рази.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Зміни показників легеневого дихання ставковика є одним з проявів захисно-приспосувального процесу, скерованого на обмеження шкідливого впливу на них трематодної інвазії і токсичного середовища.

Адже відомо [7], що шкідливій дії чинників абіотичної і біотичної природи молюски протиставляють біохімічні механізми адаптації, які ведуть до підвищення у них рівня загального обміну речовин. Як і у всіх інших аеробних організмів, у тому числі і у легневих прісноводних моллюсків [7], незаражених *L. stagnalis*, це виражається зростанням поглинання кисню з атмосферного повітря. Проте, що це явище таки має у них місце, красномовно свідчать такі непрямі докази, як зрушення значень низки показників легеневого дихання. У незаражених особин під час перебування їх у токсичному середовищі вони, зазвичай, виражені меншою мірою, ніж в інвазованих тварин. Це пов'язано з тим, що вільні від інвазії молюски скеровують свої захисно-приспосувальні властивості на подолання шкідливості дії лише одного чинника – токсиканта, тоді як заражені особини повинні протистояти сукупній дії двох чинників – токсиканта і трематодної інвазії.

Джерела та література

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента / В. А. Алексеев // Гидробиол. журн. – 1981. – Т. 17. – № 3. – С. 92–100.
2. Жадин В. И. Наши пресноводные моллюски / В. И. Жадин – Муром : [б. и.], 1926. – 131 с.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1973. – 343 с.
4. Маляревская А. Я. Биохимические механизмы адаптации гидробионтов к токсическим веществам / А. Я. Маляревская // Гидробиол. журн. – 1985. – Т. 21, № 3. – С. 70–82.
5. Влияние совместного воздействия трематодной инвазии, температуры среды и азотнокислого свинца на легочное и кожное дыхание прудовиков (Pulmonata: Lymnaeidae) / [А. П. Стадниченко и др.] // Паразитология. – 1996. – Т. 30, вып. 6. – С. 515–519.
6. Влияние трематодной инвазии и воздействия азотнокислым свинцом на легочное и кожное дыхание *Lymnaea stagnalis* (Mollusca: Lymnaeidae) / [А. П. Стадниченко и др.] // Паразитология. – 1996. – Т. 30, вып. 1. – С. 76–80.
7. Meakin R. H. Studies on the physiology of the snail *Biomphalaria glabrata* (Say): effect of body size, temperature and parasitism by the sporocysts of *Schistosoma mansoni* on respiration / R. H. Meakin // Comp. Biochem. Physiol. – 1980. – Vol. A. 66. – № 1. – P. 317–325.

Стаття надійшла до редколегії
16.10.2013 р.