

УДК 574.64:594.38

**РОЗМІРНО-ВАГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ВИЖИВАННЯ МОЛОДІ  
СТАВКОВИКА ОЗЕРНОГО (MOLLUSCA, PULMONATA, LYMNÆIDAE)  
В ТОКСИЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

**Т. Пінкіна**

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

Досліджено вплив іонів важких металів водного середовища на розмірно-вагові характеристики та виживання молоді червоного легеневого моллюска ставковика озерного. Оцінено характер змін лінійного росту та росту загальної маси тіла ювенільних особин. Водний баланс у організмі молодих ставковиків з підвищенням концентрації важких металів у середовищі спочатку стає позитивним, але з підвищенням концентрації токсиканта поступово і плавно зсувається в негативний бік. Зневоднення молодих тварин за хронічних летальних концентрацій поллютантів згодом призводить до їхньої загибелі. Пояснити більш різке та стрімке реагування молодих моллюсків на токсичний вплив, порівняно з дорослими тваринами, можна інтоксикацією ембріонів.

*Ключові слова:* важкі метали, ставковик, ювенільні особини, лінійний ріст, маса, виживання.

Основною особливістю сучасного етапу розвитку біосфери є поступальне наростання ролі антропогенного фактора у формуванні міграції хімічних елементів. Становлячи мізерну частку біомаси планети, людство своєю діяльністю різко змінює спектр елементів і їхню кількість у природі [3, 5]. Гідросфера, включаючи прісні води, та її мешканці є найуразливішими і дефіцитними компонентами природного середовища, а тому потребують першочергового захисту й відновлення до нормального стану [4, 8]. Особливо гостро стоять ці проблеми у європейських країнах, у тому числі в Україні [7]. Антропогенний тиск на водні екосистеми призводить до значного їх забруднення токсикантами різної хімічної природи. Особливе місце у таких процесах займають важкі метали [2, 3], зокрема, Cu, Zn, Co, Mn, Ni, Cd. Більшість із них входить до виділеного Агенцією з охорони навколишнього середовища США переліку пріоритетних металів при організації моніторингу й оцінці їхнього шкідливого впливу на водні екосистеми. З погляду довготривалої перспективи, дослідження впливу токсичних речовин на гідробіонтів потребують постановки хронічних експериментів. Проте більшість дослідників до теперішнього часу при проведенні токсикологічних експериментів обмежуються гострими короткотривалими дослідженнями, з яких абсолютно не можна передбачити, яку тенденцію матиме біологічне благополуччя виду за тривалого впливу малої концентрації токсиканта [11].

Відомо, що у популяціях існують механізми, які визначають їхню щільність. До них відносять насамперед розмірну та вікову структуру і виживання особин. Рісткові процеси досить чутливі до найменших змін будь-якого екологічного чинника, тому розмірно-вагові особливості тварин, уміщених в отруєне середовище, належать до параметрів, які характеризують реакції організму гідробіонтів на зміну якості води.

Останнім часом зростає кількість досліджень, у яких вивчається вплив на гідробіонтів свідомо летальних концентрацій. При цьому основна увага дослідників спрямована на вивчення гострого отруєння гідробіонтів, де основним критерієм є рівень виживання. Од-

нак ще існує дуже мало робіт, у яких оцінюється токсична дія малих концентрацій важких металів за тривалої їх дії, тобто за умов, наближених до існуючих, у забруднених природних водах. Зважаючи на це, ми дослідили особливості хронічного впливу іонів важких металів водного середовища на розмірно-вагові характеристики молоді ставковика озера (Lymnaea stagnalis, L.) – одного з найпоширеніших видів прісноводної малакофауни України, оскільки відомо [9], що ембріональні та ювенільні стадії моллюсків найчутливіші до токсичного впливу. Це видно з отриманих нами значень розмірно-вагових характеристик молоді ставковиків і з показників їх виживання у токсичному середовищі.

Матеріал для дослідження отримали з кладок дорослих ставковиків, які були уміщені в розчини хлоридів важких металів і утримувалися протягом 70 діб у лабораторній культурі. У 2005-2007 рр. було поставлено 12 токсикологічних хронічних дослідів тривалістю 60 діб, у котрих було використано 1070 екз. молодих особин ставковика озера. Як токсиканти використано хлориди 6 важких металів (міді, кадмію, нікелю, цинку, кобальту, марганцю). Вміст токсичної речовини розраховувався по катіону. Контролем слугували тварини, вміщені у чисту воду.

При виділенні діапазонів концентрацій для токсикологічних досліджень використано рибогосподарсько-токсикологічний підхід, за якого виділяють гостролетальні, хронічні летальні, сублетальні (або витримувані) та підпорогові концентрації (див. таблицю).

У молодих особин кожні 10 діб визначали лінійний і масовий ріст. Молодь зважували на аналітичній вазі ВЛР-200, а висоту мушлі визначали за допомогою окуляр-мікромметра. Виживання молоді визначали шляхом підрахунку (кожні 10 діб) особин, що вижили на даний момент часу, і зіставленням цієї кількості із загальною кількістю особин, яких було взято в дослід на його початку.

Відомо [10], що молодь червоногих моллюсків набагато чутливіша до впливу іонів важких металів, ніж дорослі особини, хоча правомірніше було б говорити не про чутливість, а про значно більш високе дозове навантаження, яке за однієї і тієї ж концентрації отримує молодь (через різницю в біомасі) порівняно з дорослими особинами [1]. Саме тому токсичний вплив цих поллютантів проявляється у молодих особин за значно нижчих концентрацій. Дослідження впливу іонів важких металів на висоту мушлі молоді ставковиків при вилупленні вказує на сприймання токсичного впливу моллюсками ще на ембріональній стадії, що проявляється в одних випадках у прискоренні їхнього росту, в інших – у його сповільненні (рис. 1).

Іони міді за підпорогових концентрацій не впливають на розміри мушлі новонароджених моллюсків, а за впливу сублетальних і підпорогових концентрацій середні значення цього показника статистично ймовірно більші за контрольні. У розчинах з іонами кадмію значення висоти мушлі молоді на момент вилуплення ймовірно менші, ніж контрольні, лише за впливу хронічних летальних концентрацій ( $P < 0,05$ ). За впливу іонів нікелю сублетальних концентрацій розміри ембріонів ймовірно більші ( $P < 0,05$ ), ніж у

Концентрації іонів важких металів, використані у дослідях

Іон	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>			
	Гостролетальна	Хронічна летальна	Сублетальна	Підпорогова
Cu <sup>2+</sup>	4	0,04	4·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-8</sup>
Cd <sup>2+</sup>	5	0,05	5·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-6</sup>
Ni <sup>2+</sup>	10	0,05	5·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>-6</sup>
Zn <sup>2+</sup>	15	0,5	5·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>-5</sup>
Co <sup>2+</sup>	25	2,5	0,25	0,03
Mn <sup>2+</sup>	110	30	0,3	0,03

контрольної групи. У решті досліджуваних концентрацій  $Ni^{2+}$  значення висоти мушлі ймовірно менші за контрольні ( $P < 0,05$ ).

За впливу іонів цинку та марганцю висота мушлі молоді при вилупленні статистично ймовірно більша, ніж контрольні значення. А за впливу іонів кобальту значення обговорюваного показника знижуються зі збільшенням концентрації розчину, що свідчить про посилення токсичного впливу з підвищенням концентрації  $Co^{2+}$  у середовищі (рис. 1).

При дослідженні розмірно-вагових характеристик молоді за тривалого (60 діб) перебування її у середовищі, отруєному важкими металами, встановлено, що, як і у дорослих молюсків [6], значення лінійного росту молоді у більшості випадків співвідносяться зі значеннями росту загальної маси тіла. Зміни висоти мушлі молоді з подовженням токсичного впливу в загальних рисах повторюють динаміку змін цього ж показника в ембріонів, але чітко простежується тенденція до зниження темпів росту молодих ставковиків у токсичному середовищі (рис. 2, 3).

Усі отримані в досліді середні значення висоти мушлі молоді є меншими від контрольних значень, за винятком показників, отриманих у розчинах сублетальних концентрацій  $Ni^{2+}$  та підпорогових і сублетальних концентрацій  $Mn^{2+}$  (рис. 2).

Водний баланс у організмі молодих ставковиків з підвищенням концентрації важких металів у середовищі спочатку стає позитивним (що, ймовірно, дає змогу хоча би якоюсь мірою компенсувати токсичний вплив), але з підвищенням концентрації токсиканта поступово і плавно зсувається в негативний бік. Можна припустити, що саме зневоднення молодих тварин за хронічних летальних концентрацій полютантів згодом призводить до їхньої загибелі.

У більшості досліджених розчинів, що містили важкі метали, за впливу підпорогових і сублетальних концентрацій не спостерігається статистично ймовірної відміни розмірно-вагових показників від контрольних значень ( $P > 0,05$ ), що свідчить про певну стійкість організму до токсичного впливу за означеними показниками. Проте з підвищенням концентрації токсиканта відбувається наростання інтоксикації, що відбивається на значеннях лінійно-вагових показників. Відхилення від контролю за масою тварин у розчинах хронічних летальних концентрацій сягають в окремих випадках 49, а за розмірами – 30%.

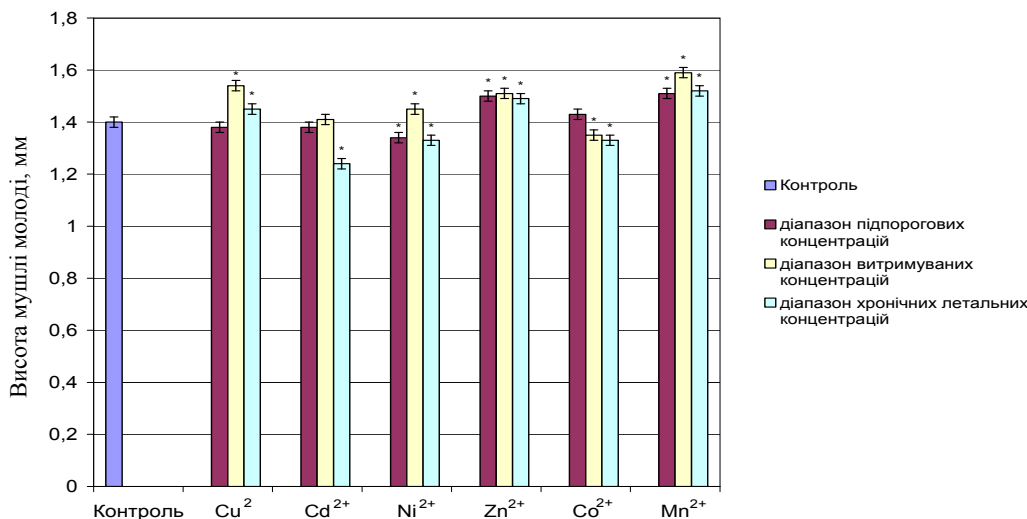


Рис. 1. Вплив іонів важких металів на висоту мушлі (мм) молоді *L. stagnalis* на момент вилуплення.  $M \pm m$ ;  $n = 4$ . \* – відмінності порівняно з контролем імовірні.

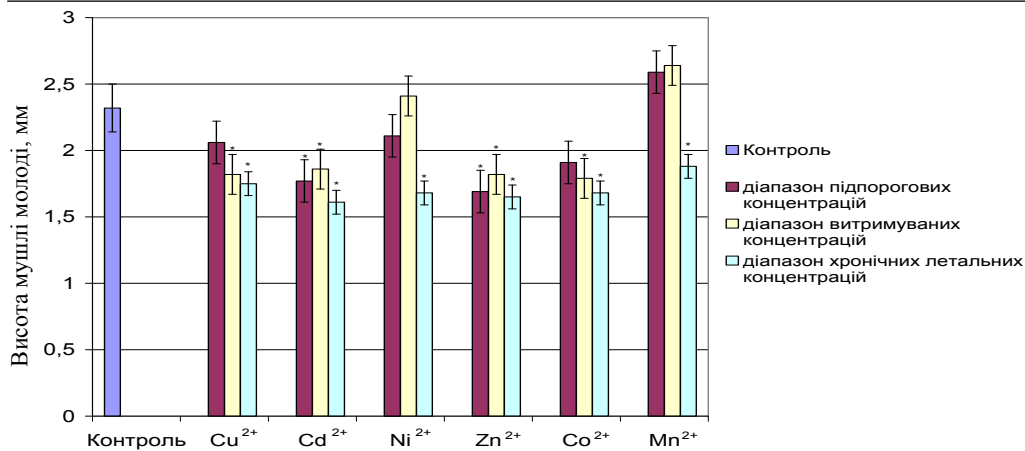


Рис. 2. Вплив іонів важких металів на лінійний ріст молоді *L. stagnalis*.  $M \pm m$ ;  $n = 4$ .  
\* – відмінності порівняно з контролем ймовірні.

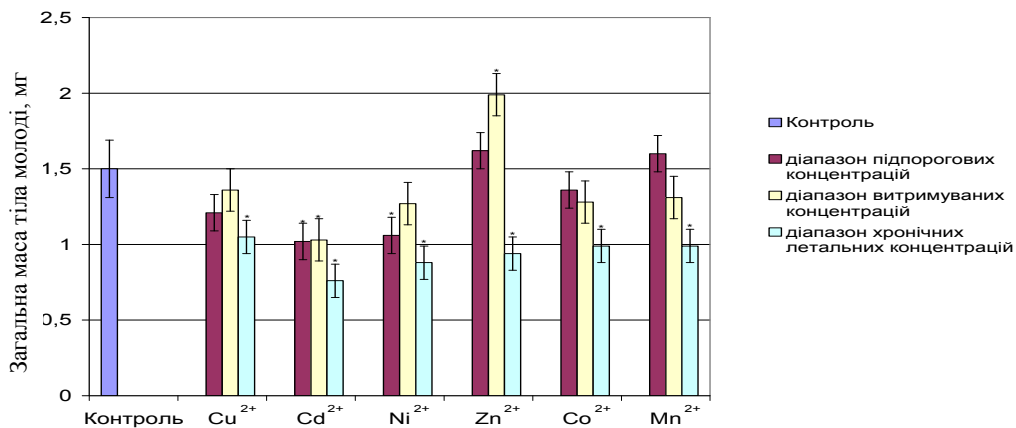


Рис. 3. Вплив іонів важких металів на ріст загальної маси тіла молоді *L. stagnalis*.  $M \pm m$ ;  $n = 4$ .  
\* – відмінності порівняно з контролем ймовірні.

Молодь ставковиків за лінійно-ваговими показниками найчутливіша до впливу іонів кадмію. У розчинах з  $Cd^{2+}$  значення цих показників є найнижчими серед усіх, отриманих за впливу інших п'яти досліджуваних металів (рис. 3).

Аналізуючи виживання молоді за впливу важких металів, не спостерігаємо тих закономірностей реагування на інтоксикацію, які характерні для дорослих особин [6]. У останніх має місце стимуляція життєвих функцій за впливу сублетальних концентрацій поллютантів, а значення показників виживання молюсків у розчинах підпорогових концентрацій дуже наближаються до значень контрольних, що дає змогу говорити про несприйнятливості ними токсичного впливу. Іони важких металів дуже впливають на виживання молоді. Відсоток молодих особин, які вижили у токсичному середовищі під час хронічного (50 діб) дослідження, завжди нижчий від контрольних значень незалежно від концентрації поллютанта у середовищі. Лише за впливу сублетальних концентрацій  $Ni^{2+}$  та підпорогових концентрацій  $Mn^{2+}$  показники виживання наближаються до 50%, а за впливу інших металів у деяких випадках виживання молодих ставковиків у 3–4 рази менше від контрольних показників.

Перебування молоді у розчинах хронічних летальних концентрацій важких металів призводить до стійкого пригнічення життєздатності моллюсків, що проявляється у високих значеннях показників загибелі моллюсків. При цьому виникає парадоксальна ситуація: на ті метали, які під час гострого досліду діагностуються як високо- та сильнотоксичні, молодь ставковиків реагує слабше, а на ті з них, які визначено як слабкотоксичні, реагування молоді найсильніше (у розчинах хронічних летальних концентрацій  $\text{Co}^{2+}$  та  $\text{Mn}^{2+}$  гине до 80–90% молоді) (рис. 4).

Можливим поясненням такого явища може бути наступне: коли на молодий організм діють високотоксичні речовини, він одразу зазнає сильного стресу, включаються репараційні механізми, і це дає змогу певною мірою протистояти токсичному впливові. У разі тривалої дії слабкотоксичних речовин інтоксикація організмів наростає повільно, організм спочатку реагує не так стрімко, невчасно задіюються механізми пристосування, і повільно наростають негативні зміни у функціонуванні систем організму роблять його неспроможним протистояти токсичному впливові важких металів. За впливу  $\text{Zn}^{2+}$ , який відзначається середньотоксичною дією на ставковиків, показники виживання молоді у розчинах усіх його концентрацій мало відрізняються між собою і коливаються в межах 20–25% (рис. 4).

Отже, дослідження лінійних розмірів і маси тіла молоді ставковика озерного за впливу на них іонів важких металів водного середовища показало, що для зміни цих параметрів визначальним чинником є час. У перші 30 днів експерименту, незалежно від концентрації розчину та характеру іона металу, не спостерігається статистично ймовірних відмінностей у зміні висоти мушлі, а також у зміні маси тіла тих ювенільних особин ставковика, які зазнали токсичного впливу. І лише з подовженням тривалості перебування тварин в отруєному середовищі розмірно-вагові характеристики зазнають суттєвих змін щодо контрольних значень. Динаміка змін розмірно-вагових характеристик молоді ставковиків, які перебувають у токсичному середовищі, вказує на те, що ювенільні особини моллюсків надзвичайно чутливі до впливу важких металів. Значення цих показників знижуються з підвищенням концентрації поллютантів.

З'ясовано, що до критеріїв стійкості організму, які розглядаються у часі, належить виживання особин. За впливу сублетальних концентрацій іонів важких металів показники виживання ювенільних особин у 3-4 рази нижчі від контрольних. У розчинах хронічних летальних концентрацій  $\text{Co}^{2+}$  та  $\text{Mn}^{2+}$  гине 80-90% молоді. Таким чином, можна стверджувати, що інтоксикація зачіпає вже ембріони моллюсків, а після вилуплення

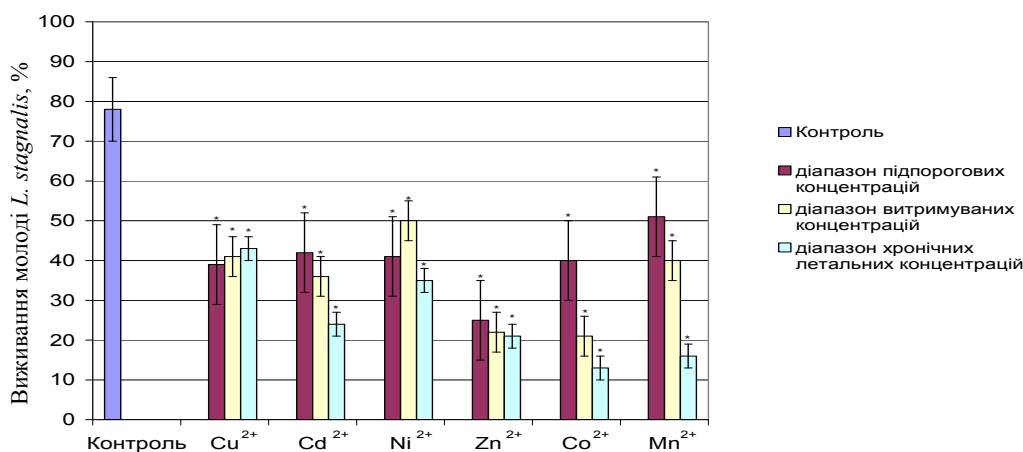


Рис. 4. Вплив іонів важких металів на виживання молоді *L. stagnalis* за перші 30 днів життя.  $M \pm m$ ;  $n = 4$ . \* – відмінності порівняно з контролем вірогідні.

молоді тенденція сприймання нею токсичного впливу така: молоді ставковики реагують на дію досліджуваних поллютантів різкіше і більш стрімко, ніж дорослі моллюски.

1. Брагинский Л. П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia magna* Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн. 2000. Т. 36, № 5. С. 50-70.
2. Коновалов Ю. Д. Связывание кадмия и ртути белками и низкомолекулярными тиоловыми соединениями рыб // Гидробиол. журн. 1993. 29, № 1. С. 42–51.
3. Кораблева А. И. Оценка загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами // Водн. ресурсы. 1991. № 2. С. 105–111.
4. Лукьяненко В. И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии. – М.: Агропромиздат, 1987. 240 с.
5. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 288 с.
6. Пінкіна Т. В., Лисюк Т. Ф., Пінкіна А. А. Вплив іонів важких металів на розмірно-вагові характеристики ставковика озерного // Сучасні проблеми екології: Мат. III Міжвуз. конф. студ., аспір. та мол. вчених. Житомир, 2006. С. 47-49.
7. Стадниченко А. П., Киричук Г. Є., Янович Л. М. та ін. Сучасний стан водного басейну Житомирщини та його вплив на здоров'я населення // Вода и здоровье-98: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 1998. С. 44–48.
8. Флеров Б. А. Эколого-физиологические аспекты токсикологии пресноводных животных. Л.: Наука, 1989. 140 с.
9. Miinzinger A., Guarducci M.-L. The effect of low zink concentrations on some demographic parameters of *Biomphalaria glabrata* (Say), mollusca: gastropoda // Aquat. Toxicol. 1988. 12, N1. P. 51-61.
10. Willis M. Experimental studies of the effects of zinc on *Ancylus fluviatilis* (Müller) (Mollusca; Gastropoda) of from the Afon Crafnant, N. Wales // Arch. Hydrobiol. 1988. 112, N2. P. 299-316.
11. Zabory L. Biomonitoring von Schwermetallen mit Hilfe von Mollusken // Verh. Ges. Ökol. Bd. 14:14 Jahrestag; Hohenheim, 23-28 Sept., 1984. Göttingen, 1986. P. 445-449.

**THE DIMENSIONAL AND WEIGHT CHARACTERISTICS AND THE SURVIVAL OF YOUNG LYMNAEA STAGNALIS (MOLLUSCA, PULMONATA, LYMNAEIDAE) UNDER THE TOXIC ENVIRONMENT**

**T. Pinkina**

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

The paper covers the investigations into the effects of water environment heavy metal ions on the dimensional and weight characteristics and the survival of the *Lymnaea stagnalis* young mollusks. The character of changes in juvenile individuals body linear growth and total mass is estimated. At first the aquatic balance in the bodies of young mollusks is becoming positive along with the increase in the heavy metal concentrations in the environment, while under the toxicant concentration increase the balance gradually tends to be positive. The young animal dehydration under the pollutant chronic lethal concentrations soon results in their death. The abrupt and rapid response of young mollusks to the toxic effects – as compared to adult animals – can be accounted for by the embryos intoxication.

*Key words:* heavy metals, *Lymnaea*, juvenile individuals, linear growth, weight, a survival.

Стаття надійшла до редколегії 10.09.08

Прийнята до друку 09.10.08