

УДК 594.38:574.64

**ВПЛИВ ІОНІВ КАДМІЮ НА ЖИВЛЕННЯ *LYMNAEA PALUSTRIS*
(MOLLUSCA: GASTROPODA)****О. Василенко**

Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. В. Бердичівська, 40, Житомир 10008, Україна
e-mail: zu@zu.edu.ua

Встановлено вплив різних концентрацій іонів Cd^{2+} на основні трофологічні показники *Lymnaea palustris* за споживання ним різних видів корму (листя частухи, тополі та стебел латаття). Встановлено, що іони кадмію мають негативний вплив на процеси живлення і травлення ставковиків, викликаючи у них за всіх використаних у досліді концентрацій (0,5 ГДКр – 3 ГДКр) фазу депресії патологічного процесу отруєння.

Ключові слова: *Lymnaea palustris*, іони кадмію, трематодна інвазія, середньодобовий раціон, тривалість проходження корму через травний тракт, коефіцієнт засвоюваності корму.

Сучасний стан розвитку науки і техніки, промислового виробництва та сільськогосподарства гостро ставить перед людиною проблему антропогенного забруднення навколишнього середовища. На сьогодні найпоширенішими поллютантами навколишнього середовища стали важкі метали. Вони, на відміну від токсикантів органічної природи, не підлягають трансформації і, потрапивши у біогеохімічний цикл, залишаються у ньому [1]. Тому не дивно, що дослідження їхнього впливу на гідробіонтів різних систематичних груп, у тому числі й на молюсків, є досить актуальним. Одними з найпоширеніших біонтів водного середовища є молюски родини ставковикових *Lymnaeidae*. Деякі види цієї родини можуть бути об'єктами біомоніторингу, тому дослідження всіх сторін їхньої життєдіяльності є важливими. Використання молюсків як об'єктів дослідження (модельні види) при вирішенні загальногідробіологічних (токсикологічних) проблем рік від року ширшає. Важливість таких досліджень безперечна, саме тому поглиблене вивчення живлення лімнеїд і впливу на нього чинників різної природи, у тому числі й іонів важких металів, має чимале теоретичне та практичне значення.

Іони кадмію потрапляють у природні води при вилужуванні ґрунтів, поліметалічних і мідних руд, у результаті розкладу відмерлих гідробіонтів, здатних їх накопичувати. Сполуки кадмію виносяться у поверхневі водоносні горизонти зі стічними водами свинцево-цинкових заводів, рудозбагачувальних фабрик, деяких хімічних підприємств (виробництво сульфатної кислоти), гальванічного виробництва, а також із шахтними водами. Зниження концентрації розчинених сполук кадмію відбувається через процеси сорбції, випадання в осад гідроксиду і карбонату кадмію й асиміляції водними організмами.

Розчинені форми кадмію у природних водах – це його мінеральні та органічно-мінеральні комплекси. Основною завислою формою кадмію є його сорбовані сполуки.

Сполуки кадмію у мікродозах відіграють важливу роль у процесах життєдіяльності тварин [7]. У більших концентраціях кадмії токсичний, особливо в поєднанні з іншими токсичними речовинами.

У досліді використано 40 екз. ставковика болотяного *Lymnaea palustris* (Müller, 1774), зібраного в руслі р. Тетерів (с. Тетерівка Житомирської обл.) у серпні 2006 р.

Перед проведенням досліджень тварин попередньо аклімували протягом 14 діб до лабораторних умов. Упродовж аклімації підтримували сталу активну реакцію середовища (рН 7,2–7,5) і температуру води на рівні 16–19°C. Як корм у всіх дослідах використовували листя частухи (*Alisma*), повздовж розрізані стебла латаття (*Nymphaea*), проварене та мацероване у воді протягом 5 діб листя тополі (*Populus*).

Для визначення величини середньодобового раціону (BCP) моллюсків обсушували фільтрувальним папером, зважували на електронних вагах марки WPS 1200/C та поміщали одночасно з наважкою корму по одному в заповнені відстояною впродовж доби водопровідною водою ємності об'ємом 250 мл. Наважки корму кожного виду попередньо поміщали між аркушами фільтрувального паперу під тягарем масою в 1 кг на 20 хв. Тривалість досліду – 2 доби. По закінченні експерименту корм, що залишився не спожитим, витягували з води, осушували вищезгаданим способом і зважували. За різницею маси наважки та корму, що залишився, визначали величину добового споживання його кожною окремою особиною. Середньодобовий раціон (у % щодо загальної (сирої) маси тіла моллюсків) розраховували за формулою:

$$x = \frac{a \times 100}{p},$$

де x – величина середньодобового раціону; a – маса спожитого корму; p – загальна (сира) маса тіла моллюска.

Величину тривалості проходження корму через травний тракт (ТПК) встановлювали за методикою Д.А. Вискушенка [2]. Моллюсків, яких утримували в акваріумах, заповнених дехлорованою відстоюванням водопровідною водою, годували тонкими скибочками мацерованої упродовж 5–7 діб у воді моркви до появи фекалій, забарвлених в оранжевий колір. Потім їх уміщали по одному в заповнені водою ємності (250 мл) та задавали їм корм зеленого кольору (листя частухи, тополі, розрізані вздовж стебла латаття). Вимірювали тривалість часу (хв) між появою перших екскрементів, що містили залишки оранжевого корму, та початком споживання зеленого корму. Дослід повторювали тричі.

Коефіцієнт засвоюваності корму (КЗК) встановлювали прямим методом [10, 11]. Тварин по одній одночасно з наважкою заданого корму уміщали в заповнені відстояною (одна доба) водопровідною водою ємності (250 мл). По закінченні експерименту корм, що залишався неспожитим, витягували з води, обсушували вищеписаним способом і зважували. За різницею маси наважки та корму, що залишився, визначали величину добового споживання його кожною окремою особиною. Воду, що залишилась у ємності, фільтрували. Відфільтровані фекалії обсушували протягом 20 хв між аркушами фільтрувального паперу під тягарем масою в 1 кг, потім зважували на терезах марки WPS 1200/C. Величину засвоюваності корму розраховували за рівнянням:

$$c = \frac{a - F}{a},$$

де c – величина засвоюваності корму; a – кількість спожитого корму (величина добового споживання); F – маса фекалій.

Для визначення впливу іонів кадмію на основні трофологічні показники *L. palustris* за споживання ним різних видів корму нами використано Cd^{2+} у формі хлориду в розчинах із концентраціями, що відповідають рибогосподарським 0,5 ГДКр, ГДКр, 2 ГДКр, 3 ГДКр. За діючими зараз нормами для іонів кадмію у водах рибогосподарського призначення ГДКр становить 0,001 мг/дм³ [8]. Токсичне середовище поновлювали через

доду. Отримані числові результати дослідів оброблено методами варіаційної статистики за Г.Ф. Лакінім [6].

Для виявлення зараженості молюсків партенітами і личинками трематод при малому збільшенні мікроскопа вивчали тимчасові гістологічні препарати, які виготовляли з тканин гепатопанкреаса. Видову належність паразитів визначено виключно на живому матеріалі [3; 4]. У досліджених молюсків знайдені церкарії і трематоли роду *Notocotylus*.

З'ясовано, що іони кадмію у використаних в досліді концентраціях у всіх, без винятку, досліджених молюсків викликають зменшення величин усіх трофологічних показників (рис. 1). Так, за концентрації токсиканта в 0,5 ГДКр відбувається статистично достовірне зменшення ВСР ставковиків щодо норми від 1,3 за споживання листя тополі до 1,4 разу за споживання листя частухи. Також зменшується величина ТПК ($P \geq 94,5\%$) від 1,4 за споживання листя рдесника до 1,5 разу за споживання листя частухи. Зменшення ВСР та ТПК спостерігали скорочення КЗК ($P \geq 94,5\%$) кратно від 1,3 листя тополі до 1,4 разу за споживання листя частухи. У заражених трематодами тварин за цієї ж концентрації іонів кадмію відзначено також статистично достовірне зменшення значень основних трофологічних показників.

Зі збільшенням концентрації токсиканта відбувається подальше статистично достовірне зниження значень усіх трофологічних показників щодо норми. Так, за гранично допустимої концентрації токсиканта в розчині (ГДКр) відмічено зменшення значень ВСР ($P > 99,9\%$) ставковиків від 1,3 за споживання листя тополі до 1,5 разу за споживання листя частухи. Скорочується щодо норми і ТПК ($P \geq 98,5\%$) від 1,4 за споживання листя рдесника до 1,6 разу за споживання листя частухи. Спостерігається зменшення значення КЗК ($P \geq 94,5\%$) від 1,2 за споживання листя тополі до 1,6 разу за споживання

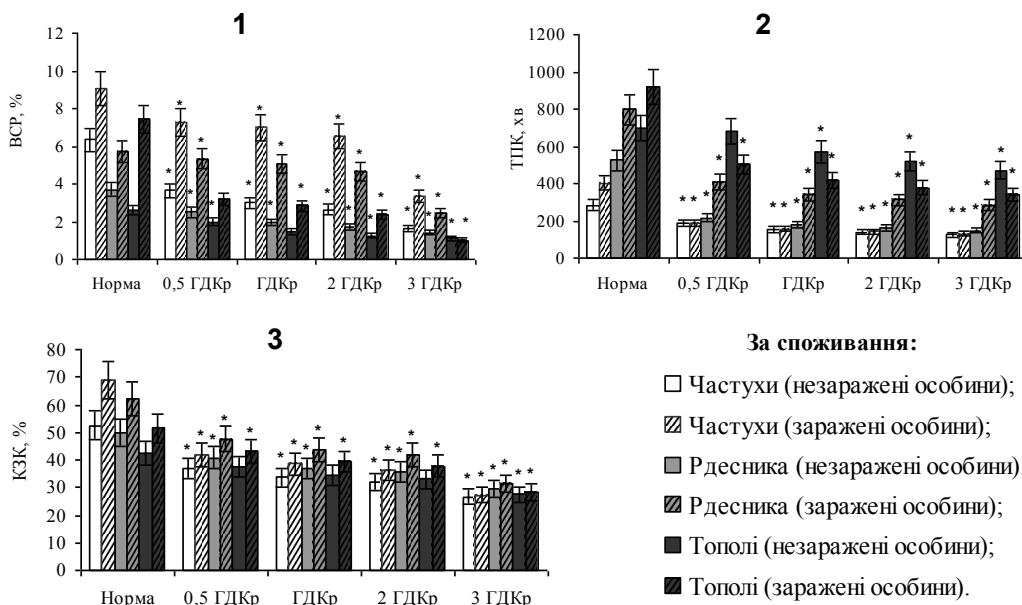


Рис. 1. Вплив різних концентрацій іонів кадмію на трофологічні показники *Lymnaea palustris*: 1 – ВСР (величина середньодобового раціону); 2 – ТПК (тривалість проходження корму через травний тракт); 3 – КЗК (коефіцієнт засвоюваності корму); * – статистично вірогідна різниця ($P \geq 94,5\%$) щодо норми.

листя частухи. У інвазованих особин за цієї ж концентрації іонів кадмію відзначене також статистично достовірне зменшення значень основних трофологічних показників.

За подвійного перевищення ГДКр токсиканта відбувається прогресуюче зменшення усіх трофологічних показників щодо норми. Спостерігається статистично достовірне зменшення ВСР ставковиків від 1,4 за споживання листя тополі до 1,5 разу за споживання листя частухи. Зменшується також ТПК ($P > 99,9\%$) від 1,5 за споживання листя тополі до 1,6 разу за споживання листя частухи.

Зареєстровано зменшення значення КЗК ($P \geq 94,5\%$) від 1,3 за споживання листя тополі до 1,7 разу за споживання листя частухи.

У заражених трематодами тварин за цієї ж концентрації іонів кадмію в середовищі спостерігається також статистично достовірне зменшення ВСР, ТПК, КЗК.

За потрійного перевищення ГДКр зменшення значень основних трофологічних показників прогресує. Відбувається статистично достовірне зменшення ВСР ставковиків щодо норми від 1,4 за споживання листя тополі до 1,7 разу за споживання листя частухи. Скорочується і величина ТПК ($P > 99,9\%$) від 1,5 за споживання листя тополі до 4,2 разу за споживання листя частухи. На фоні збільшення ВСР і ТПК зменшується значення КЗК ($P \geq 96,7\%$) від 1,3 за споживання листя тополі до 2,1 разу за споживання листя частухи.

Отже, наведені вище дані свідчать про те, що іони кадмію у концентраціях від 0,5 до 3 ГДКр в усіх без винятку досліджених видів моллюсків за споживання ними всіх заданих видів корму викликають зменшення значень усіх трофологічних показників, що відповідає депресивній фазі патологічного процесу, зумовленого отруєнням тварин. Це вказує на надзвичайно високу токсичність іонів кадмію для ставковиків. Із підвищенням концентрації токсиканта в застосованих у досліді межах відбувається прогресуюче зменшення значень трофологічних показників, оскільки зі зростанням вмісту іонів кадмію у воді моллюски зазнають все більшого і більшого їх токсичного впливу.

Однією з перших трофологічних реакцій на дію цього токсиканта у піддослідних особин є зменшення споживання ними корму або повна відмова від його споживання, що є наслідком прояву патологічних поведінкових реакцій досліджуваних ставковиків на затруєння середовища. За всіх використаних у досліді концентрацій іонів кадмію у моллюсків значною мірою послаблюється або повністю втрачається рухова активність, вони не намагаються залишити токсичне середовище (гальмується захисна реакція – уникнення). Кількість тварин, що відмовляються від споживання корму, з підвищенням концентрації іонів кадмію у воді неухильно зростає (див. таблицю).

У багатьох випадках спостерігається збільшення понад норму виділення моллюсками фекалій, що відбувається внаслідок посилення перистальтики кишківника і полягає у об'ємній одноактній дефекації.

Трематодна інвазія поглиблює перебіг патологічного процесу, викликаного дією Cd^{2+} [5, 9]. Значення основних трофологічних показників за дії іонів кадмію у водному

Вплив різних концентрацій Cd^{2+} на відмову ставковиків від споживання корму

Концентрація токсиканта	Частка особин (%), які відмовляються від корму	
	неінвазовані	інвазовані
0,5 ГДКр	21–39	21–49
ГДКр	23–42	23–57
2 ГДКр	35–44	37–68
3 ГДКр	37–62	43–83

середовищі в інвазованих тварин зменшуються значно помітніше, ніж у особин неінвазованих.

1. *Брень Н. В.* Использование беспозвоночных для мониторинга загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами // Гидробиол. журн. 1999. Т. 35. № 4. С. 75–88.
2. *Выскушенко Д. А.* Реагирование прудовика озерного (*Lymnaea stagnalis* L.) на воздействие сульфата меди и хлорида цинка // Гидробиол. журн. 2002. Т. 38. № 4. С. 86–92.
3. *Гинецинская Т. А.* Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. Л.: Наука, 1968. 463 с.
4. *Здун В. І.* Личинки трематод в прісноводних молюсках України. К.: Вид-во АН УРСР, 1961. 140 с.
5. *Киричук Г. Є., Першко І. О.* Особливості кумуляції іонів важких металів в організмі прісноводних молюсків // Наук. записки Терноп. пед. ун-ту. Сер. біол. 2001. № 4 (15). С. 44–45.
6. *Лакин Г. Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1973. 343 с.
7. *Мур Дж., Рамамурти С.* Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. М.: Мир, 1987. 288 с.
8. *Новиков Н. В., Ласточкина К. О., Болдина З. Н.* Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина, 1990. 400 с.
9. *Стадниченко А. П., Киричук Г. Є., Ліневич Ю. С.* та ін. Особливості локомоції червононогих молюсків (Mollusca: Pulmonata: Lymnaeidae, Bulinidae) в нормі та при інвазії трематодами (Trematoda) // Вісн. ДААУ. 2000. № 2. С. 119–123.
10. *Суценья Л. М., Хмелева Н. Н.* Потребление пищи как функция веса тела у ракообразных // Докл. АН СССР. 1967. Т. 176. № 6. С. 32–39.
11. *Цихон-Луканина Е. А.* Питание некоторых пресноводных Gastropoda // Тр. Мосрыбвтуза. 1958. Вып. 9. С. 120–125.

THE INFLUENCE OF CADMIUM IONS ON THE BASIC TROPHIC CHARACTERISTICS IN *LYMNAEA PALUSTRIS* (MOLLUSCA: GASTROPODA)

O. Vasylenko

*Ivan Franko State University of Zhytomyr
40, V. Berdychivska St., Zhytomyr 10008, Ukraine
e-mail: zu@zu.edu.ua*

Here is researched an influence of different concentrated ions Cd^{2+} on amount of the trophological indexes *Lymnaea palustris* during taking different food types (*Alisma*, *Nymphaea*, *Populus*). It has been established researches certify about the fact the most negative influence on the processes of feeding and digestion of pond snails render the cadmium ions. That entail at all the used in experiment concentration (maximum concentrations limits are from 0,5–3), the depression phase on the pathological process that entails the taxation.

Key words: *Lymnaea palustris*, the cadmium ions, trematodas invasion, the average daily ration, the time of its passage through alimentary canal, food digestibility.

**ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КАДМИЯ НА ПИТАНИЕ
LYMNAEA PALUSTRIS (MOLLUSCA: GASTROPODA)****О. Василенко**

Житомирский государственный университет имени Ивана Франко
ул. Б. Бердичевская, 40, Житомир 10008, Украина
e-mail: zu@zu.edu.ua

Определено влияние различных концентраций ионов Cd^{2+} на основные трофологические показатели *Lymnaea palustris* при использовании различных видов корма (листья частухи, тополя, стебли кувшинки). Установлено, что ионы кадмия оказывают негативное влияние на процессы питания и пищеварения прудовиков, вызывающие у них при всех использованных в экспериментах концентрациях (0,5 ПДКр – 3 ПДКр) фазу депрессии патологического процесса отравления.

Ключевые слова: *Lymnaea palustris*, ионы кадмия, трематодная инвазия, величина среднесуточного рациона, продолжительность прохождения корма через пищеварительный тракт, коэффициент усвояемости корма.

Стаття надійшла до редколегії 01.12.09
Надійшла після доопрацювання 23.02.10
Прийнята до друку 24.02.10