

**ВПЛИВ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНІ
ПОКАЗНИКИ ВИТУШКИ РОГОВОЇ (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMO-
NATA, BULINIDAE)**

Ю. Бабич^{1*}, Т. Пінкіна²

¹*Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир 10008, Україна*

²*Поліський національний університет
бульв. Старий, 7, Житомир 10002, Україна
e-mail: b_yulia@i.ua*

Досліджено вплив різних концентрацій іонів міді, цинку, нікелю, мангану водного середовища на екотоксикологічні показники широкоареального і найчисленнішого виду малакофауни України – витушки рогової *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758). За рівнем токсичної дії на витушки досліджені нами полютанти належать до категорій слабкотоксичних (Mn^{2+}), помірнотоксичних (Ni^{2+}), сильнотоксичних (Zn^{2+}) і високотоксичних (Cu^{2+}) речовин. За особливостями поведінки і фізіологічним станом піддослідних тварин виявлено значення підпорогових, сублетальних, хронічнолетальних, гостролетальних концентрацій кожного із використаних токсикантів (mg/dm^3). З підвищенням концентрацій іонів металів у середовищі значення латентного періоду у *P. corneus* збільшуються. Першими ознаками отруєння у тварин є послаблення рухової активності й посилення слизовиділення. За летальних концентрацій (LC_{100}) даних токсикантів у піддослідних молюсків розвивається стрімкий патологічний процес. До моменту завершення експерименту всі особини цієї групи гинуть. З підвищенням концентрацій іонів важких металів летальний час і летальний середній час зменшуються. Найвищі значення летального часу відзначені для іонів мангану (II), а найменші - для іонів міді. Досліджено оборотність отруєння молюсків різними концентраціями зазначених металів. Відновлення функцій у досліджуваних тварин відбувається в оборотному порядку. За дії однакових концентрацій іонів важких металів тривалість летального середнього часу різна.

Значення коефіцієнта витривалості за впливу важких металів на витушку рогову зменшується від високих до низьких концентрацій. За підпорогових концентрацій цей коефіцієнт неможливо встановити через не стовідсоткову загибель особин до моменту завершення гострого дослідження. Значення коефіцієнта пристосування є найвищими для високотоксичного металу (Cu^{2+}) і найнижчими – для слабкотоксичного (Mn^{2+}). За дії іонів міді адаптація тварин до впливу токсиканта має тимчасовий характер, після чого настає депресія.

Ключові слова: *Planorbarius corneus*, важкі метали, екотоксикологічні показники

Протягом ХХ ст. навколишнє середовище зазнало суттєвих змін унаслідок зростання дії на нього антропопресії. Найвразливішими до техногенно-антропогенного забруднення є басейни малих річок. Вони мають незначні площі водозбору й безпосередньо впливають на гідрохімічний склад і якість води середніх та великих річок. У їхніх басейнах формується понад 60 % водних ресурсів України [24].

Однією із важливих груп полютантів водного середовища є важкі метали та їхні солі [2, 3, 8–10, 15, 20–21, 26, 27]. Значна кількість солей потрапляє у водойми з неочищеними

стоками гірнично-рудних, металургійних, приладо- та машинобудівних підприємств [10]. Ці поллютанти є вкрай небезпечними, оскільки довго зберігаються у водоймах, накопичуючись у гідробіонтах і завдаючи їм значної шкоди. Такі порушення часто є необоротними, вони призводять до загибелі особин або до елімінації популяції. Більшість солей важких металів – прості неорганічні сполуки, токсичність яких обумовлена аніонами, катіонами або фізико-хімічними властивостями солі. Дані токсиканти належать до категорії мікроелементів.

Незважаючи на певну позитивну тенденцію до зменшення вмісту важких металів у поверхневих водах України на початку XXI ст., концентрації цих металів у річках залишаються ще досить суттєвими [6, 18].

Щоб визначити оцінку якості природних вод, наразі використовують екологічний моніторинг і біотестування. Грамотне виконання їх можливе лише за умов безпомилкового визначення видової приналежності індикаторних видів. Як такі можуть застосовуватися прісноводні молюски родини *Bulinidae*, а саме, витушка рогова (*Planorbis corneus* (Linnaeus, 1758)) – один із найчисленніших і широкоареальних видів малакофауни України. За допомогою цих організмів можна скласти уявлення про стан забруднення гідромережі.

У ході токсикологічних досліджень найперше визначають межі безпечності токсичної речовини та найбільшого і помірнього її впливу. У мікродозах дані поллютанти вкрай необхідні для нормальної життєдіяльності гідробіонтів. Вони входять до складу активних центрів окисно-відновних ферментів і сприяють росту й розмноженню тварин. За перевищення безпечного рівня в організмах зникає межа між їхньою фізіологічною і токсичною дією [7].

У токсикологічних дослідженнях значну увагу приділяють вивченню впливу іонів важких металів на поведінкові й фізіологічні реакції та порушення фізико-хімічних властивостей гемолімфи витушки [5, 11–13, 19, 22]. Встановлено токсикологічні показники (LC_{0} , LC_{50} , LC_{100}) за впливу іонів міді, цинку, кадмію на легеневих молюсків [16]. Такі дослідження спрямовані на визначення діапазонів концентрацій, які можна використати в подальших експериментах. Основним їхнім критерієм є ступінь виживання тварин.

Мета роботи: визначити основні екотоксикологічні показники для витушки рогової *P. corneus* за дії на неї іонів міді, нікелю, цинку, мангану. По кожному з металів визначено 10 токсикологічних показників, деякі з них встановлено вперше.

Матеріали та методи

Досліджено витушок однієї і тієї ж розмірної групи ($2,62 \pm 0,02$) із р. Сапогівка (сmt Миропіль Житомирської обл.), зібраних вручну та за допомогою сачка у серпні 2020 р. У кожній із контрольних груп було по 6 екз., у дослідних – 6–8 екз. молюсків. У лабораторію тварин доставляли у пластиковій тарі. Токсикологічному дослідженню передувала 15-добова аклімація молюсків до умов лабораторного утримання, згідно з вимогами правил постановки екотоксикологічних експериментів [23].

Умови досліду: температура води – 20–22 °С, водневий показник (pH) – 7,5–8,0, оксигенізація – 7,8–8,2 мг/дм³. Токсиканти – $CuCl_2 \times 2H_2O$, $ZnCl_2 \times 2H_2O$, $NiCl_2 \times 6H_2O$, $MnCl_2 \times 4H_2O$. Розчини готували на дехлорованій відстоюванням (1 доба) воді з житомирської водогінної мережі. Оновлення середовища здійснювали через добу.

Орієнтовний і основний токсикологічний досліди поставлено за методикою В. Алексєєва [1]. Орієнтовним дослідом встановлено концентрації, необхідні для проведення основного експерименту. Визначали вплив на піддослідних тварин різних концентрацій хлоридів важких металів у перерахунку на катіон. Експозиція – 48 год. У результаті дослі-

дження встановлено основні екотоксикологічні показники: недіючі, сублетальні та летальні концентрації – LC_0 , LC_{50} , LC_{100} ; ступінь токсичності (СТ); порогову концентрацію (ПК); латентний період (ЛП); летальний час (ЛЧ); летальний середній час (ЛСЧ); коефіцієнт витривалості (КВ); коефіцієнт пристосування (КП). Більшість показників отримали завдяки візуальному спостереженню за поведінкою тварин у токсичному середовищі й завдяки аналізу летальних випадків. Коефіцієнт витривалості визначали за формулою [4]:

$$KB = \frac{E_k}{E_n}$$

де E_k – час, через який загинули всі піддослідні тварини; E_n – час, за який загинула перша тварина.

Коефіцієнт пристосування встановлювали за методикою І. Мелесі [25]. Молюсків дослідної групи витримували 2 доби у розчинах сублетальних концентрацій хлоридів металів, а контрольних тварин – у воді без додавання токсикантів. Потім піддослідних та контрольних особин переносили у розчини летальних концентрацій досліджуваних токсикантів і фіксували час їхньої смерті. Обчислювали середній час виживання кожної з груп витушок і встановлювали різницю в часі загибелі (год) піддослідних та контрольних особин. І це був коефіцієнт пристосування.

Результати і їхнє обговорення

Встановлено загальні особливості токсичного впливу іонів міді, цинку, нікелю, мангану на основні токсикологічні показники *P. corneus* (табл. 1), за якими було визначено зони токсичної дії досліджуваних токсикантів: Cu^{2+} – < 0,004–0,04 мг/дм³; Zn^{2+} – < 0,25–5 мг/дм³; Ni^{2+} – < 0,5–250 мг/дм³; Mn^{2+} – < 150–3000 мг/дм³.

Згідно зі шкалою токсичності речовин для гідробіонтів, досліджені нами токсиканти за рівнем токсичного впливу належать до чотирьох груп [17]. До високотоксичних речовин (< 1 мг/дм³) належить мідь, сильнотоксичних (1–10 мг/дм³) – цинк, помірнотоксичних (10–100 мг/дм³) – нікель, слабкотоксичних (вище 100 мг/дм³) – манган.

Таблиця 1

Основні токсикологічні показники (мг/дм³) витушки рогової за дії на неї іонів важких металів

Іон	LC_0	LC_{50}	LC_{100}	Ступінь токсичності	Порогова концентрація
Cu^{2+}	0,004	0,02	0,04	0,02	0,0004
Zn^{2+}	0,25	2	5	2	0,005
Ni^{2+}	0,5	100	250	100	0,05
Mn^{2+}	150	700	3000	700	0,3

Піддослідні молюски є високочутливими до дії на них іонів важких металів, на що вказують значення порогових концентрацій. Встановлено підпорогові, сублетальні, хронічні летальні та гостролетальні концентрації для кожного із використаних токсикантів (мг/дм³) (табл. 2). Визначаючи ці показники, ми вели спостереження за етологічними особливостями і загальним станом особин. Саме поведінка є найчутливішим показником ступеня токсичності *P. corneus* до вищезазначених металів.

Після занурення витушок у воду з підпороговими концентраціями даних поллютантів жодних змін у їхній поведінці, порівняно з контролем, не відзначено. Вони були байдужими до токсичного середовища. За сублетальних концентрацій молюски життєздатні протягом усього досліду, у них спостерігали активування кормової і статевої поведінки. Однією із захисних реакцій особин було утворення набряку внаслідок порушення у них водного

балансу. Тварини пом'якшують наслідки іонів важких металів шляхом «розведення» концентрації отруйних речовин [19].

Таблиця 2

Іон	Концентрації іонів важких металів (мг/дм ³), використані у досліджах			
	Концентрації			
	Підпорогові	Сублетальні	Хронічні летальні	Гостролетальні
Cu ²⁺	4×10 ⁻⁵	0,0004	0,04	4
Zn ²⁺	0,005	0,05	5	20
Ni ²⁺	0,05	0,5	50	50
Mn ²⁺	0,3	3	90	200

За хронічнолетальних концентрацій у 50 % піддослідних тварин мало місце пригнічення життєвих функцій і посилене виділення слизу залозистими клітинами шкірного епітелію. Решта ж особин загинули. У гостролетальних концентраціях молюски на початку дослідження прагнули покинути токсичне середовище, а потім прикріплювалися до стінок акваріума або нерухомо лежали на дні. До моменту завершення експерименту (48 год) смертність піддослідних тварин сягала 100 %.

Латентний період – це проміжок часу між початком впливу токсикантів на піддослідних тварин і появою перших ознак отруєння у них [14]. Цей показник визначали за візуальними спостереженнями (табл. 3). Перші поведінкові реакції у розчинах з іонами міді спостерігали за концентрації 0,004 мг/дм³. У витушок через 14 год після перебування у розчині з вищезазначеною концентрацією відбулося послаблення рухової активності й посилювалося слизовиділення. З підвищенням концентрації цього полютанта у середовищі прояв перших ознак отруєння прискорюється.

Таблиця 3

Тривалість латентного періоду витушки рогової за дії на неї іонів важких металів							
Cu ²⁺		Zn ²⁺		Ni ²⁺		Mn ²⁺	
C _{Cu²⁺} , мг/дм ³	ЛП, год	C _{Zn²⁺} , мг/дм ³	ЛП, год	C _{Ni²⁺} , мг/дм ³	ЛП, год	C _{Mn²⁺} , мг/дм ³	ЛП, год
0,004	14	0,005	24,1	0,005	25,5	0,003	25
0,04	4,2	0,05	10,3	0,05	24,2	0,03	4,1
0,4	1,4	0,5	2,1	0,5	20,5	0,3	2
4	0,5	5	1,5	5	2,1	3	1,1
40	0,3	50	1	50	1,1	30	0,35
400	0,1	500	0,1	500	0,1	300	0,3

У розчинах іонів цинку (діапазон 0,05–500 мг/дм³), на відміну від іонів міді, поява перших ознак отруєння спостерігається менш стрімко і через більший період часу. За концентрації 0,005 мг/дм³ зміни у поведінці тварин мали місце лише на початку другої доби.

Подібне простежується і за зниження концентрацій Ni²⁺ та Mn²⁺. У розчинах високих концентрацій цих металів перші ознаки з'являються через нетривалі від початку досліду проміжки часу. За дії іонів нікелю латентний період незначно збільшується, починаючи з концентрацій 0,05 мг/дм³ і нижче. Оскільки Mn²⁺ – слабкотоксичний агент, то чутливість витушок до нього виявляється за 0,03 мг/дм³.

За летальних концентрацій (LC₁₀₀) досліджуваних токсикантів у піддослідних *P. corneus* упродовж першої доби експерименту стрімко розвивається патологічний процес – отруєння, внаслідок розвитку у них деструктивних явищ на клітинному рівні. До моменту завершення експерименту всі особини цієї групи гинуть (табл. 4).

Таблиця 4

Тривалість летального часу витушки рогової за дії на неї іонів важких металів

Cu ²⁺		Zn ²⁺		Ni ²⁺		Mn ²⁺	
C _{Cu²⁺} , мг/дм ³	ЛЧ, год	C _{Zn²⁺} , мг/дм ³	ЛЧ, год	C _{Ni²⁺} , мг/дм ³	ЛЧ, год	C _{Mn²⁺} , мг/дм ³	ЛЧ, год
0,004	37						
0,04	30	0,05	41,0	0,05	43,3		
0,4	12	0,5	23,2	0,5	29,1		
4	0,5	5	18,4	5	19,3		
40	0,3	50	6,3	50	8,1	30	27
400	0,1	500	0,4	500	0,5	300	15
						3000	1,1

Із підвищенням концентрацій іонів важких металів у середовищі значення показників летального часу у моллюсків зменшуються. Найдовший летальний час відзначений для іона мангану (II), а найкоротший - для іона міді. Показник LC₅₀ вказує на те, що дані моллюски є досить чутливими до дії важких металів і, до певної межі, можуть протидіяти впливові даних токсикантів. Отруєні важкими металами тварини після перенесення їх у чисте середовище не здатні до відновлення рухової активності. Отже, оборотність отруєння витушок цими поллютантами є досить невисокою.

Летальний середній час у *P. corneus* зі зростанням концентрації іонів важких металів зменшується (табл. 5). Високу летальність (загибель 50 % тварин) спостерігали у розчинах Cu²⁺ через сильну токсичність зазначеного металу. За дії Mn²⁺ моллюски у досліді загинули за більших концентрацій, порівняно з іншими токсикантами. Порівняння показників летального середнього часу у розчинах токсикантів одного порядку (300 мг/дм³ Mn²⁺, 400 мг/дм³ Cu²⁺ та 500 мг/дм³ Zn²⁺ і Ni²⁺) показало, що вони зростають від 1,1 год у розчинах з іонами міді до 3–5 год з іонами цинку і нікелю та до 46 год у розчині з іонами мангану.

Таблиця 5

Тривалість летального середнього часу витушки рогової за дії на неї іонів важких металів

Cu ²⁺		Zn ²⁺		Ni ²⁺		Mn ²⁺	
C _{Cu²⁺} , мг/дм ³	ЛСЧ, год	C _{Zn²⁺} , мг/дм ³	ЛСЧ, год	C _{Ni²⁺} , мг/дм ³	ЛСЧ, год	C _{Mn²⁺} , мг/дм ³	ЛСЧ, год
0,04	43						
0,4	23,1	0,5	40	0,5	42		
4	9,2	5	20	5	29		
40	3,2	50	11	50	15		
400	1,1	500	3	500	5	300	4
						3000	46

Коефіцієнти витривалості (КВ) і пристосування (КП) дають уявлення про рівень адаптації піддослідних моллюсків до дії різних концентрацій іонів металів. Встановлено, що чим нижчою є концентрація токсиканта, тим менші значення коефіцієнта витривалості (табл. 6). За низьких концентрацій іонів важких металів встановити КВ неможливо через відсутність повної загибелі тварин до моменту завершення гострого дослідю.

На коефіцієнт пристосування впливає хімічна природа агента і його концентрації: більш виражена адаптація до отрут органічної природи і майже зовсім відсутня до неорганічних речовин [17]. Встановлено (табл. 7), що значення КП є найвищими для високотоксичних металів (Cu²⁺) і найменшими для слабкотоксичних (Mn²⁺). У витушок за дії

іонів міді спостерігається тимчасовий характер адаптацій до впливу токсиканта. Вони виражаються у початковій підвищеній стійкості тварин до отрути, після чого настає депресія внаслідок порушення їхніх пристосувальних механізмів.

Таблиця 6

Коефіцієнт витривалості витушки рогової за дії на неї іонів важких металів

Cu ²⁺		Zn ²⁺		Ni ²⁺		Mn ²⁺	
C _{Cu} ²⁺ , мг/дм ³	КВ, год	C _{Zn} ²⁺ , мг/дм ³	КВ, год	C _{Ni} ²⁺ , мг/дм ³	КВ, год	C _{Mn} ²⁺ , мг/дм ³	КВ, год
0,4	1,14	0,5	1,25				
4	1,32	5	1,34	5	2,05		
40	2,47	50	1,56	50	3,12		
400	3,12	500	2,87	500	2,21		
						3000	3,57

Таблиця 7

Коефіцієнт пристосування витушки рогової за дії на неї іонів важких металів

Іон металу	Коефіцієнт пристосування, год
Cu ²⁺	4
Zn ²⁺	1,30
Ni ²⁺	1,15
Mn ²⁺	1

Отже, за зростанням рівня токсичності для *P. corneus* іони досліджуваних металів можна розмістити в такий ряд: Mn²⁺ > Ni²⁺ > Zn²⁺ > Cu²⁺. За хронічної дії низьких концентрацій вони викликають у молюсків патологічні зміни, провокуючи розвиток кумулятивних токсикозів. За підвищення концентрацій токсикантів латентний період у витушок прискорюється, а летальний час зменшується. Значення коефіцієнта витривалості за дії на молюсків досліджуваних полутантів послаблюється від високих концентрацій іонів металів до низьких. Найкраще піддослідні тварини пристосовуються до впливу на них Cu²⁺ (високотоксичний метал), а найгірше – до Mn²⁺ (слаботоксичний метал).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента // Гидробиол. журнал. 1981. Т. 17. № 3. С. 92–100.
2. Беспалова Л. Е., Оліфіренко В. В., Рачковський А. В. Водна токсикологія. Херсон: Колос, 2011. 131 с.
3. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. К.: Віпол, 2000. 376 с.
4. Выскушенко Д. А. Реагирование прудовика озера (Lymnaea stagnalis L.) на воздействие сульфата меди и хлорида цинка // Гидробиол. журнал. 2002. Т. 38. № 4. С. 86–92.
5. Войціцька Л. Г., Стадниченко А. П. Вплив нікель сульфату водного середовища на показники дихання рогових витушок (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae) у нормі і за інвазії їх трематодами / Біологічні дослідження – 2015: зб. наук. праць. Житомир: Рута, 2015. С. 163–166.
6. Гірій В. А., Колісник І. А., Косовець О. О., Кузнєцова Т. О. Динаміка якості поверхневих вод України на початку XXI століття // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. Т. 4. № 25. С. 129–136.
7. Горювая С. Л., Столярова С. А. Физиолого-биохимические показатели рыб водоемов Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1987. 157 с.

8. Давыдова С. Л., Тагасов В. И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века. М.: Изд-во РУДН, 2002. 140 с.
9. Давыдова О. А., Климов Е. С., Ваганова Е. С., Ваганов А. С. Влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах. Ульяновск: УлГТУ, 2014. 167 с.
10. Дудник С. В., Євтушенко М. Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування: навч. посіб. К.: Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2013. 297 с.
11. Киричук Г. Е. Особенности накопления ионов тяжелых металлов в организме пресноводных моллюсков // Гидробиол. журнал. 2006. Т. 42. № 4. С. 99–100.
12. Киричук Г. Є. Фізіолого-біохімічні механізми адаптації прісноводних молюсків до змін біотичних та абіотичних чинників водного середовища: автореф. дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.17. К., 2011. 45 с.
13. Киричук Г. Є., Стадниченко А. П. Вплив іонів міді водного середовища на гістометрію гемоцитів і деякі гематологічні показники витушки (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata: Vulinidae) у нормі та за інвазії її трематодами // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2007. Вип. 45. С. 102–108.
14. Кузьменко М. И., Брагинский Л. П., Ковальчук Т. В., Романенко А. В. Гидроэкологический русско-украинско-английский словарь-справочник / под ред. В.Д. Романенко. К.: Демиург, 1999. 262 с.
15. Линник П. Н. Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции // Гидробиол. журнал. 1999. Т. 35. № 1. С. 22–42.
16. Малева М. Г., Семашко И. Н., Павлова О. А. Ответные реакции *Ceratophyllum demersum* L. на действие тяжелых металлов (Cu^{2+} , Cd^{2+} и Ni^{2+}) / Проблемы глобальной и региональной экологии: конф. молодых ученых. Екатеринбург: Академкнига, 2003. С. 144–147.
17. Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. Водная токсикология. М.: Колос, 1971. 247 с.
18. Мислива Т. М., Кот І. С. Важкі метали у водах малих річок і боліт Житомирського Полісся // Вісн. Житомир. нац. агрокол. ун-ту. 2011. Т. 1. № 2 (29). С. 58–68.
19. Пінкіна Т. В. Екотоксикологічна характеристика ставковика озерного за дії на нього важких металів водного середовища // Природничий альманах. Сер. біол. науки. 2010. № 14. С. 138–151.
20. Пінкіна Т. В., Пінкін А. А. Оцінка токсикорезистентності ставковика озерного (Mollusca: Gastropoda) до впливу йонів мангану (II) у водному середовищі // Ukrainian Journal of Ecology. 2018. № 8 (1). P. 719–729.
21. Романенко В. Д. Основи гідроекології. К.: Обереги, 2001. 728 с.
22. Стадниченко А. П., Иваненко Л. Д., Василенко О. Ф. и др. Влияние различных концентраций сульфата цинка на физико-химические свойства гемолимфы катушек *Planorbis* (Mollusca: Vulinidae) в норме и при инвазии трематодами // Паразитология. 1993. Т. 27. № 5. С. 404–409.
23. Хлебович В. В. Акклимация животных. Л.: Наука, 1981. 136 с.
24. Golovko N., Golovko T., Gelikh A. Investigation amino-acid structure of proteins bivalve freshwater Mussels from the family Anodonta of the northern Ukraine // East.-Eur. J. Enterp. Technol. 2015. Vol. 77. N 5/11. P. 10–16.
25. Malacea I. Untersuchungen über die Gewohnung der Fische on hohe Konzentrationen toxischer Substanzen // Arch. Hydrobiol. 1968. Vol. 65. N 1. P. 74–95.

26. Pinkina T., Zymarioieva A., Matkovska S. et al. Trophic characteristics of *Lymnaea stagnalis* (Mollusca: Gastropoda: Lymnaeidae) in toxic environment // *Ekologia* (Bratislava). 2019. Vol. 38. N 3. P. 292–300.
27. Ramade F. *Ecotoxicology*. Chichester [West Sussex]; New York: Wiley, 1987. 262 p.

Стаття надійшла до редакції 13.01.21

доопрацьована 24.03.21

прийнята до друку 07.05.21

INFLUENCE OF HEAVY METAL IONS ON ECOTOXICOLOGICAL INDICATORS OF *PLANORBARIUS CORNEUS* (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA, BULINIDAE)

Y. Babych, T. Pinkina

¹Zhytomyr Ivan Franko State University
40, Velyka Berdychivska St., Zhytomyr 10008, Ukraine

²Polissya National University
7, Boulevard Old, Zhytomyr 10002, Ukraine
e-mail: b_yulia@i.ua

The influence of different concentrations of ions of copper, zinc, nickel, manganese of the aquatic environment on the ecotoxicological indicators of the wide range and the most numerous species of malacofauna of Ukraine – *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758) was studied. According to the level of toxic effect on the coils, the pollutants studied by us belong to the categories of low-toxic (Mn^{2+}), moderately toxic (Ni^{2+}), highly toxic (Zn^{2+}) and highly toxic (Cu^{2+}) substances. The values of subthreshold, sublethal, chronically lethal, and acute lethal concentrations for each of the used toxicants (mg/dm^3) were determined according to the peculiarities of behavior and physiological condition of the experimental animals. As the concentrations of metal ions in the medium increase, the values of the latent period in *P. corneus* increase. The first signs of poisoning in animals are a weakening of motor activity and increased mucus secretion. At lethal concentrations (LC_{100}) of these toxicants in experimental mollusks develops a rapid pathological process. By the end of the experiment, all individuals in this group die. With increasing concentrations of heavy metal ions, lethal time and lethal mean time decrease. The highest lethal time values were observed for manganese (II) ions, and the lowest for copper ions. The reversibility of mollusk poisoning by different concentrations of these metals was studied. Restoration of functions in the studied animals is carried out in reverse order. Under the action of the same concentrations of heavy metal ions, the duration of the lethal mean time is different.

The value of the coefficient of endurance under the influence of heavy metals on the horn extract decreases from high to low concentrations. At subthreshold concentrations, this coefficient cannot be established due to the absence of 100 % death of individuals until the end of the acute experiment. The values of the adaptation coefficient are the highest for highly toxic metal (Cu^{2+}) and the lowest for weakly toxic (Mn^{2+}). Under the action of copper ions, the adaptation of animals to the effects of the toxicant is temporary, followed by depression.

Keywords: *Planorbarius corneus*, heavy metals, ecotoxicological indicators