

**ВПЛИВ ІОНІВ Cu (II) НА ЛЕГЕНЕВЕ Й ПОВЕРХНЕВЕ ДИХАННЯ  
АЛОВИДІВ *PLANORBARIUS CORNEUS* S. L. (MOLLUSCA,  
GASTROPODA, PULMONATA) ГІДРОМЕРЕЖІ УКРАЇНИ**

**Ю. Бабич<sup>1</sup>, Г. Киричук<sup>1</sup>, Р. Романюк<sup>1</sup>, А. Стадниченко<sup>1</sup>, О. Увасва<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка  
вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир 10008, Україна  
<sup>2</sup>Державний університет «Житомирська політехніка»  
вул. Чуднівська, 103, Житомир 10005, Україна  
e-mail: bio-2016@ukr.net

Однією з нагальних проблем сучасної гідроекології є зростання забруднення гідросфери Землі йонами важких металів. Необхідність вирішення її у межах річкової мережі України зумовлена тим, що останнім часом рівень забруднення її прісних поверхневих вод цими полютантами посилюється. Через це наразі доцільно встановити серед найпоширеніших і найчисленніших м'якунів України видів-індикаторів ступеня забруднення її природних вод йонами Cu (II). Нас зацікавило питання – чи до категорії таких може бути залучена витушка рогова – єдиний у гідромережі північної півкулі Землі представник роду *Planorbarius* Dumeril, 1806.

З цією метою з'ясовано особливості впливу йонів Cu (II) у межах його концентрацій 0,5 ГДК–3 ГДК на показники легеневого та поверхневого дифузного дихання генетичних вікарних аловидів надвидового комплексу *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758) s. l. – «західного» і «східного» гідромережі України. Цим м'якунам притаманний комбінований бімодальний спосіб дихання. За легеневої респірації вони споживають кисень атмосферного повітря, а за поверхневої дифузної – кисень, розчинений у воді, що надходить перкутанно крізь тонкостінні клітинні мембрани їхніх епітеліальних покривів тіла і обширної адаптивної язбри.

Щодо *P. corneus* s. l. Cu (II) – біофільний есенціальний елемент дихальних пігментів цих тварин, проте у високих концентраціях він є смертельно небезпечною для них речовиною, до того ж із високими кумулятивними властивостями. Первинне накопичення її відбувається у гепатопанкреасі м'якунів, а подальший перерозподіл утворених запасів поміж різними їхніми органами і тканинами здійснюється циркуляцією гемолімфи – їхнього рідкого внутрішнього середовища.

Встановлено концентрації йонів Cu (II), за яких у піддослідних м'якунів розвивається патологічний процес – отруєння, представлений п'ятьма фазами – латентною, стимуляцій, депресивною, сублетальною і летальною. У всіх досліджених випадках, як з'ясувалося, значення показників і легеневого, і поверхневого дихання у «східного» аловиду були статистично вірогідно нижчими порівняно з такими у аловиду «західного» ( $p \leq 0,05-0,001$ ), що підтверджує вищу чутливість і нижчу витривалість першого із них до впливу на нього цього отруйного чинника.

*Ключові слова:* аловиди *P. corneus* s. l., іони Cu (II), легеневе і пряме поверхнєве дихання

Перша чверть XXI ст. в Україні ознаменувалася помітним зростанням антропогенного навантаження на гідросферу та її тваринне населення, що призвело до

зростання забруднення її поверхневих вод різними за походженням і концентраціями технічно-промисловими, сільськогосподарськими та комунально-побутовими скидами і стоками. Із них до найнебезпечніших поллютантів щодо гідробіонтів тваринного походження належать іони важких металів, функцією-мішенню яких у легеневих видів *Gastropoda* є як респіраторний епітелій їхніх справжніх легень [2, 28], так і покривний епітелій їхнього тіла й адаптивної зябри, що слугують їм для поверхневого дифузного дихання.

Одним із найнебезпечніших для м'якунів із цієї групи поллютантів, наявних наразі у прісних водах України, є йони міді – Cu (II). У сьогоднішні це стало не лише регіональною проблемою, вирішення якої є нагально важливим для України, наразі це – проблема глобального масштабу, котра стосується стану життєвого середовища гідробіонтів різних континентів [4, 22, 23, 25, 26, 29, 31]. Адже Cu (II) як есенціальний елемент є неодмінною складовою дихального пігменту всіх Pulmonata, який забезпечує їхню життєздатність. Відомо, що важкі метали, отже, і Cu (II) у тому числі, як мікроелементи, входячи до складу багатьох біологічно важливих центрів, зумовлюють прискорення перебігу основоположних біохімічних процесів, відповідальних за енергетичний обмін у тварин-гідробіонтів [3, 16, 24]. Це підтверджується зростанням активності низки їхніх фізіологічних функцій – фільтраційної [18], дихальної [13], кормової [10, 15], рухової [30], ростової [21].

*P. corneus* s. l. – широко розповсюджений у гідромережі України черевonoгий молюск. Обсяг надходження і рівень накопичення йонів міді його організмом забезпечують дві визначальні обставини, а саме: по-перше, умови гідрологічного і гідрохімічного режимів місць перебування його особин і, по-друге, фізіологічний і генетичний статус останніх [4, 27]. Про ступінь сприятливості середовища для існування досліджуваних м'якунів судили за рівнем концентрації у ньому Cu (II).

#### Матеріали та методи

Матеріал – 500 екз. одновікових особин *P. corneus* s. l., зібраних уручну: з них 250 екз. аловиду «західного» з гідромережі Правобережної України – р. Боржава (с. Шаланки Закарпатської обл.: 48°13'25.7"N, 22°50'45.1"E). Збір 02.03.2022 і 250 екз. аловиду «східного» з Лівобережної України – р. Псел (с. Токарі Сумської обл.: 50°40'22.35"N, 34°28'14.80"E). Збір 21.07.2021 (рис. 1).

Аловидову належність аловидів м'якунів встановлювали згідно з [7, 8, 14] за конхіологічними ознаками обстежуваних особин.

До лабораторії зібраний матеріал транспортували у пластмасових відерцях (5 л), не у воді, а перекладений шарами інтенсивно зволоженої мішкoвини завтовшки 2,5–4 см. Доставлених у лабораторію тварин негайно піддавали обов'язковій 15-добовій аклімації до умов їхнього лабораторного утримання: ємність акваріумів – 10 л, густина посадки м'якунів – 4 екз./л, температура води – 20–23 °C, рН 7,8–8,6, вміст кисню у воді – 8,2–8,9 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Оновлення середовища – через кожні 2 доби. Годівля м'якунів – сумішшю частухи (*Alisma plantago-aquatica* L.) і водопериці (*Miriophyllum spicatum* L.) – цілодобова й у рівному ваговому співвідношенні обох компонентів корму.

Токсикологічний дослід проведено у повній відповідності до його протоколу, запропонованого В. А. Алексєєвим [1]. Як токсикант використано Cu (II) у складі CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (ч. д. а.) у концентраціях 0,5 ГДК, ГДК, 2 ГДК, 3 ГДК, зазначених в обчисленні на катіон. Експозиція – 48 год. Значення ГДК, прийняте в Україні щодо Cu (II), – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>. Значення показників легеневого дихання обчислювали за добовою кількістю вдихів, тривалістю і об'ємом кожного з них, встановлюваних застосуванням стандартної методики [5]. Інтенсивність поверхневого дифузного дихання оцінювали, скориставшись непрямим

методом – визначенням тривалості часу, протягом якого піддослідні особини зберігали життєздатність за відсутності у них можливості для легеневого дихання. Останнє досягалося утриманням піддослідних тварин на дні акваріумів у невеличких (10×10×10 см) кубічної форми замкнених ємностях, виготовлених із дрібносітчастої капронової делі та з вмонтованим у їхнє дно тягарцем. М'якуни, будучи позбавлені змоги підійматися по під плівку поверхневого натягу води, вимушено користувалися єдиним можливим для них способом дихання – поверхневим дифузним, споживаючи контактним способом розчинений у воді кисень.

Результати експериментів опрацьовано методами базової варіаційної статистики [6].

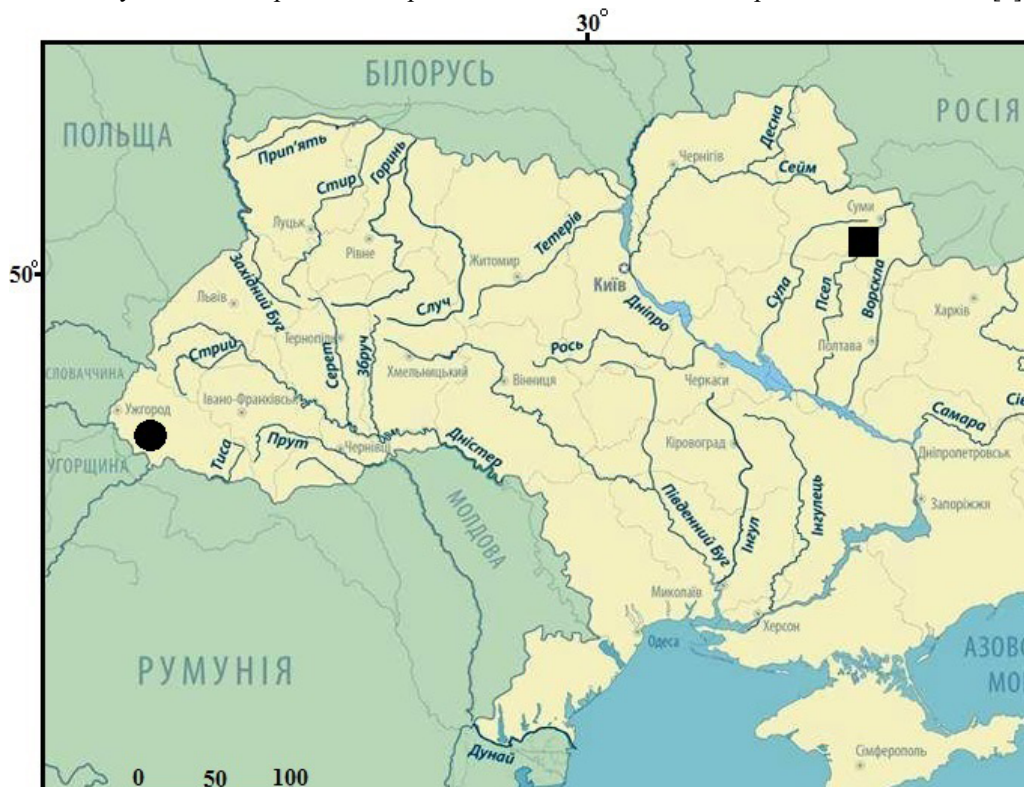


Рис. 1. Місцезнаходження аловидів *P. corneus* s. l.: ■ – «західний» (р. Боржава, с. Шаланки Закарпатської обл.); ● – «східний» (р. Псел, с. Токарі Сумської обл.)

### Результати і їхнє обговорення

На початку другої половини ХХ ст. французький природодослідник І. Регондо [28] у результаті скрупульозного з'ясування комплексу питань, пов'язаних із висвітленням морфологічних і фізіологічних особливостей іннервації органів дихання прісноводних Gastropoda, став першим, хто беззаперечно довів, що для дихання цим прісноводним м'якунам слугують їхні справжні легені, а не мантийна порожнина, як вважалося до того. Доказова база цього твердження І. Регондо була визнана безпомилковою, оскільки він переконливо довів, що у процесі ембріогенезу у Pulmonata зачаток їхніх легень сформувався набагато раніше, ніж їхня мантийна порожнина. До того ж І. Регондо з'ясував, що легені цих м'якунів і їхня мантийна порожнина іннервуються від різних гангліїв центральної нервової системи розкидано-вузлового типу: легені – від парієтальних, а мантийна порожнина – від плевральних.

У прадавні часи ці *Gastropoda*, вимушено опинившись в умовах наземного, хоча й досить вогкого середовища, зазнали катастрофічного вимирання їхніх популяцій. Вжити за цих умов вдалося тільки тим нечисленним особинам і їхнім нащадкам, які у процесі подальшої тривалої еволюції надбали справжні легені, а разом із ними – і здатність до бімодальної респірації [17]. Саме це й посприяло зменшенню залежності м'якунів від рівня оксигенації водного середовища. Легенева респірація забезпечила їхнім особинам можливість активного споживання кисню з атмосферного повітря, тоді як за поверхневого дифузного дихання вони могли використовувати виключно кисень, розчинений у воді. Відзначено при цьому, що ефективність киснезабезпечення сучасних витушок як за легеневого, так і за поверхневого способів дихання є майже однаковою [9, 19–21].

Cu (II) – ендогенний токсикант, що надходить в організм *P. corneus* s. l. із водного середовища осмотичним способом перкутанно й у невеликих кількостях – вкупі з їхнім кормом [11, 12, 30].

Усім водним *Gastropoda* притаманна здатність до кумуляції в їхніх тканинах і органах цих токсикантів. Первинне накопичення токсикантів зазвичай відбувається у гепатопанкреасі м'якунів, а далі здійснюється розподіл їх між різними тканинами й органами, що забезпечується пожиттєвою циркуляцією по судинах, лакунах і синусах їхньої гемолімфи – рідкого внутрішнього середовища цих тварин.

Результати дослідження впливу різних концентрацій Cu (II) на показники легеневого і поверхневого дихання аловидів *P. corneus* s. l., а також на їхні швидкі поведінкові та фізіологічні реакції наведено нижче (табл. 1 і 2).

Таблиця 1

Вплив різних концентрацій Cu (II) на легеневе і поверхневе дифузне дихання аловидів *P. corneus* s. l.

Концентрація Cu (II)	n	Легеневе дихання			Тривалість прямого дифузного дихання, год
		Кількість «вдихів» за добу	Тривалість «вдиху», хв	Об'єм «вдиху», (кількість повітряних пухирців)	
		M±m	M±m	M±m	
Аловид «західний»					
0 ГДК	25	16,91±1,21	21,82±1,16	20,73±1,14	48,51±2,19
0,5 ГДК	25	17,60±1,32	22,91±1,27	21,08±1,27	49,19±2,87
ГДК	25	18,46±1,11*	24,89±1,25*	22,81±1,16*	51,18±3,69*
2 ГДК	25	20,79±1,33**	27,04±1,17**	30,12±1,28**	55,54±3,39**
3 ГДК	25	14,28±1,16*	14,89±1,21**	12,40±1,11**	20,05±2,98**
Аловид «східний»					
0 ГДК	25	15,25±1,07	19,81±1,11	17,69±1,17	39,57±2,72
0,5 ГДК	25	15,69±1,18	20,10±1,15	18,07±1,29	40,32±2,58
ГДК	25	16,64±1,15*	22,26±1,18*	20,56±1,23*	42,32±2,18*
2 ГДК	25	18,46±1,24*	25,44±1,15**	27,39±1,19**	47,09±3,61**
3 ГДК	25	9,21±1,29**	11,19±1,21**	9,51±1,15**	17,68±2,09**

**Примітка:** n – кількість досліджених особин; ГДК – гранично допустима концентрація йонів у воді; M±m – значення індексу і стандартна похибка до нього; \* – статистично значуща різниця ( $p \leq 0,05$ ); \*\* – висока статистично значуща різниця ( $p \leq 0,001$ )

Наслідки токсикологічного експерименту свідчать, що у межах концентрацій токсиканта ГДК–3 ГДК у *P. corneus* s. l. виникає 5-фазний патологічний процес – отруєння. Перша з його фаз – латентна. Вона була безсимптомною і найтривалішою за її перебігом. Найперші симптоми, що засвідчили піднесення рівня стабільності гомеостазу внутрішнього середовища м'якунів – їхньої гемолімфи, з'явилися у них тоді, коли концентрація Cu (II) в

оточуючому середовищі сягала рівня 2 ГДК, а фізіологічний стан їхніх особин відповідав рівню, притаманному фазі стимуляції. Саме на ній відбулося піднесення рівнів дихальної, кормової, рухової активності м'якунів. Наступну фазу процесу отруєння їх – депресивну – виявлено у тварин, що перебували в середовищі, вміст іонів купруму в котрому становив 3 ГДК, а значення показників фізіологічної активності м'якунів різко знизились ( $p \leq 0,001$ ). Найвагомішими такі зрушення були у аловиду «східного»: кількість вдихів, об'єм і тривалість їх зросли у нього в 1,7 разу, тоді як у аловиду «західного» значення цих показників становили відповідно 1,1, 1,4 і 1,6 разу відповідно ( $p \leq 0,05$ ). Завершальними етапами процесу отруєння стали сублетальна і летальна його фази. Протягом першої з них ішло поступально зростаюче послаблення рівня функціонування організму *P. corneus* s. l. Остання ж із фаз отруєння через розвиток у піддослідних м'якунів задухи, зумовленої швидко прогресуючою у них асфіксією, завершилась 100%-ною летальністю особин.

Таблиця 2

Вплив різних концентрацій Cu (II) на швидкі поведінкові та фізіологічні реакції аловидів *P. corneus* s. l.

Концентрація токсиканта Cu (II)	n	Реакція уникнення, %	Муцифікація, %	Смертність протягом 7 діб, %
		M±m	M±m	M±m
Аловид «західний»				
0 ГДК	25	0	0	0
0,5 ГДК	25	4,06±0,08	8,13±1,01	0
ГДК	25	15,35±2,09**	31,15±6,23**	0,67±0,03
2 ГДК	25	27,43±2,81**	76,72±8,39**	3,97±0,19*
3 ГДК	25	0,39±0,05**	100,00**	8,39±0,24*
Аловид «східний»				
0 ГДК	25	0	0	0
0,5 ГДК	25	6,54±1,01	19,91±2,23	0
ГДК	25	17,21±1,62**	42,03±15,04**	1,34±0,13
2 ГДК	25	32,43±4,15**	82,12±12,13**	9,11±0,05**
3 ГДК	25	0,52±0,43**	100,00**	18,44±1,06**

**Примітка:** n – кількість досліджених особин; ГДК – гранично допустима концентрація йонів у воді; M±m – значення індексу і стандартна похибка до нього; \* – статистично значуща різниця ( $p \leq 0,05$ ); \*\* – висока статистично значуща різниця ( $p \leq 0,001$ )

Відзначимо, що з трьох досліджуваних показників легеневого дихання витушок найвідчутніші зміни торкнулися об'єму вдиху, показники якого на момент завершення експозиції їх за ГДК Cu (II) у середовищі зросли у аловидів «західного» і «східного» в 1,1 і 1,2 рази відповідно.

З'ясуванням особливостей дії найвпливовіших щодо дихальної функції витушок чинників, притаманних звичайним для цих м'якунів місцеперебуванням, стверджено, що у обох досліджуваних аловидів *P. corneus* s. l. показники легеневого і поверхневого дифузного дихання, а також пов'язані з ними поведінкові та фізіологічні реакції, що визначають інтенсивність метаболізму особин, отже, і рівень їхньої життєздатності, перебувають у прямій корелятивній залежності.

Порівнянням «західного» і «східного» аловидів з'ясовано, що за усіма даними, отриманими як щодо легеневого, так і щодо поверхневого дифузного дихання, аловид «західний» перевершує аловид «східний», що підтверджується більшою його витривалістю за дії на нього такого високотоксичного чинника як Cu (II). За легеневої респірації у нього статистично вірогідно зростає кількість «вдихів», що здійснюються ним щодобово, а також тривалість і об'єм кожного з них ( $p \leq 0,05$ – $0,001$ ), а за поверхневого дифузного дихання – тривалість життєздатності особин ( $p \leq 0,05$ – $0,001$ ). Дані, представлені у табл. 1 і

2, свідчать про нижчі чутливість і витривалість «східного» аловиду за впливу на нього різними концентраціями йонів купруму в межах діапазону концентрацій Cu (II) у складі 0,5 ГДК–3 ГДК. Це підтверджується вищими значеннями, що оцінюють факти прояву піддослідними особинами їхніх захисних реакцій – поведінкових (уникнення затруєного середовища) ( $p \leq 0,001$ ) і фізіологічних (муцифікація покривного епітелію) ( $p \leq 0,001$ ). Отже, всі отримані цифрові дані щодо аловиду «східного» виявилися нижчими порівняно з такими, встановленими щодо аловиду «західного». Це дає підстави судити про нього як про більш чутливий і менш витривалий об'єкт із двох тих аловидів, яким присвячене це наше дослідження.

Проте і «західний», і «східний» аловиди можуть бути застосовані як індикаторні об'єкти для встановлення як факту, так і попередньої оцінки рівня забруднення водного середовища йонами Cu (II).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента // Гидробиол. журнал. 1981. Т. 17. № 3. С. 92–100.
2. Бабич Ю. В. Вплив  $Zn^{2+}$  водного середовища на добову циклічність дихання аловидів *Planorbarius corneus* s. l. (Mollusca, Gastropoda, Planorbidae) // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. біол. 2022. Т. 82. № 3. С. 28–36.
3. Бабич Ю. В. Екотоксикологічні показники аловидів *Planorbarius corneus* s. lato за дії йонів купруму водного середовища // Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття. Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 8–10.
4. Бабич Ю., Пінкіна Т. Вплив йонів важких металів на екотоксикологічні показники витушки рогової (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulinidae) // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2021. Вип. 81. С. 76–83. <https://doi.org/10.30970/vlubs.2021.84.07>
5. Бабич Ю., Стадниченко А., Уваєва О. Вплив йонів Cr (III) на показники дихання аловидів *Planorbarius corneus* s. l. (Mollusca, Gastropoda, Planorbidae) гідромережі України // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2022. Вип. 86. С. 47–57. <https://doi.org/10.30970/vlubs.2022.86.04>
6. Боровиков В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. М.: Горячая линия – Телеком, 2013. 291 с.
7. Гарбар Д. А. Діагностичне значення конхіологічних ознак молюсків роду *Planorbarius* (Bulinidae, Gastropoda, Pulmonata) // Вісн. ЖДПУ. 2003. № 11. С. 238–240.
8. Гарбар А. В., Гарбар Д. А. Геноеографический подход к систематике моллюсков на примере аллоидового комплекса *Planorbarius corneus* s. l. // Еколого-функціональні та фауністичні дослідження молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2006. С. 57–59.
9. Головка М. П., Головка Т. М., Геліх А. О. Дослідження акумуляції важких металів у м'якому тілі прісноводних молюсків роду *Anodonta* // Наук. праці НУХТ, 2018. Т. 24. № 5. С. 32–37. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2018-24-5-6>.
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. 89–110.
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. Линник П. Н. Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции // Гидробиол. журнал. 1999. Т. 35. № 1. С. 22–42.
14. Межжерин С. В., Гарбар Д. А., Гарбар А. В. Систематическая структура комплекса *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758) s. lato: анализ аллозимных маркеров и морфометрических признаков // Вестн. зоологии. 2005. Т. 39. № 6. С. 11–17.
15. Пінкіна Т. В., Пінкін А. А. Оцінка впливу іонів важких металів на харчову поведінку молюсків (Gastropoda) // Біологія та екологія. 2019. Т. 5. № 2. С. 83–90.
16. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии. К.: Обереги, 2001. 728 с.
17. Стадниченко А. П. Добова циклічність легеневого дихання прісноводних молюсків // Гидробиол. журнал. 2013. Т. 49. № 3. С. 44–50.
18. Стадниченко А. П., Уваєва О. І., Вискушенко А. П. Спряжений вплив цинку і гелмінтної інвазії на трофологічні показники *Lymnaea palustris* (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae) // Природничий альманах. Сер. біол. науки. 2020. № 28. С. 85–94. <https://doi.org/10.32999/ksu2524-0838/2020-28-8>
19. Стадниченко А. П., Сластенко Н. Н., Гузенко О. В. и др. Влияние трематодной инвазии и азотнокислого свинца на легочное и кожное дыхание *Lymnaea stagnalis* (Mollusca, Lymnaeidae) // Паразитология. 1996. Т. 30. № 1. С. 76–80.
20. Babych Y., Romaniuk R., Stadnychenko A., Uvayeva O. Effect of zinc ions on the lung and cutaneous diffusive respiration of the great ramshorn *Planorbarius corneus* allospecies (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata: Planorbidae) of the Ukrainian river network // Folia Malacol. 2022. Vol. 30. № 3. С. 135–142. <https://doi.org/10.12657/folmal.030.020>
21. Conti M., Cecchetti G. A biomonitoring study: trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas // Environmental Research. 2003. Vol. 93. P. 99–112.
22. De Lisi A., Prato E., Biandolino F. et al. Hepatopancreas mitochondria of *Mytilus galloprovincialis*: effect of zinc ions on mitochondrial bioenergetics and metabolism // Turk. J. Biol. 2013. Vol. 37. № 5. P. 565–572. <https://doi.org/10.3906/biy-1301-52>
23. Frias-Espericueta M. G., Voltolina D., Osuna-Lopez, J. I. Acute toxicity of copper, zinc, iron and manganese and of the mixtures copper-zinc and iron-manganese to whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2003. Vol. 71. P. 68–74 <https://doi.org/10.1007/s00128-003-0132-z>
24. Harbar O., Harbar D., Stadnychenko A., Babych Yu. Ecotoxicological responses of two *Planorbarius corneus* s. lato (Mollusca, Gastropoda) allospecies to exposure of heavy metals // Int. J. Aquat. Biol. 2021. Vol. 9. N 6. P. 423–431. <https://doi.org/10.22034/ijab.v9i6.1356>
25. Jorge R., Lemos D., Moreira G. Effect of zinc and benzene on respiration and excretion of mussel larvae (*Perna perna*) (Linnaeus, 1758) (Mollusca; Bivalvia) // Braz. J. Biol. 2007. Vol. 67. № 1. P. 111–115. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000100015>
26. Khayatzadeh J., Abbasi E. 2010. The effects of heavy metals on aquatic animals // Proceeding of 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University. Applied Informatics. Mashad Branch (Iran). P. 688–694.
27. Oros A., Gomoiu M.-T. Comparative data on the accumulation of five heavy metals (cadmium, chromium, copper, nickel, lead) in some marine species (mollusks, fish) from the Romanian sector of the Black Sea // Cercetari Marine. 2010. Vol. 39. P. 89–108.
28. Régondaud I. Development de la covité pulmonaire et de la covité palleale chez *Lymnaea stagnalis* // C. r. Acad. Scé. 1961. Vol. 252. P. 173–181.
29. Rostern N. T. The Effects of Some Metals in Acidified Waters on Aquatic Organisms. Oceanogr. Fish. Open Access J. 2017. Vol. 4. N 4. P. 1–7. <https://doi.org/10.19080/OFOAJ.2017.04.555645>
30. Uvayeva O. I., Stadnychenko A. P., Babych Yu. V. et al. Influence of some heavy metals to the pulmonary and direct diffusive respiration of the great ramshorn *Planorbarius corneus*

- allospecies (Mollusca: Gastropoda: Planorbidae) from the Ukrainian river system // *Ecologica Montenegrina*. 2022. N 52. P. 57–67. <https://doi.org/10.37828/em.2022.52.9>
31. Wong C. K, Pak A. P. Acute and subchronic toxicity of the heavy metals copper, chromium, nickel and zinc, individually and in mixture, to the freshwater copepod *Mesocyclops pehpeiensis* // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2004. Vol. 73. P. 190–196. <https://doi.org/10.1007/s00128-004-0412-2>

Стаття надійшла до редакції 05.10.22

доопрацьована 08.12.22

прийнята до друку 22.12.22

**EFFECT OF CU (II) IONS ON LUNG AND DIRECT DIFFUSE RESPIRATION OF THE ALLOSPECIES OF *PLANORBARIUS CORNEUS* S. L. (MOLLUSCA, GASTROPODA, PULMONATA) OF THE HYDROLOGICAL NETWORK OF UKRAINE**

**Yu. Babych<sup>1</sup>, G. Kyrychuk<sup>1</sup>, R. Romaniuk<sup>1</sup>, A. Stadnychenko<sup>1</sup>, O. Uvayeva<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>*Zhytomyr Ivan Franko State University  
40, Velyka Berdychivska St., Zhytomyr 10008, Ukraine*

<sup>2</sup>*Zhytomyr Polytechnic State University  
103, Chudnovska St., Zhytomyr 10005, Ukraine*

\*e-mail: bio-2016@ukr.net

One of the urgent problems of modern hydroecology is an increasing pollution of Earth hydrosphere by heavy metal ions. The necessity of this problem's solution within Ukrainian river network is caused by the recent intensification of polluting of its surface waters by these pollutants. That is why the identification the species-indicators for level of pollution by Cu (II) ions in nature water bodies among the most widespread and numerous Ukrainian mollusks is an expedient task. We aimed at question: whether or not the great ramshorn, the only representative of genus *Planorbarius* Dumeril, 1806 in Northern hemisphere, can be assigned to such a category?

For this purpose, we established of the influence of Cu (II) ions within the concentrations of 0.5 MPC to 3 MPC were studied on the indicators of lung and direct surface diffusive respirations of the “western” and “eastern” genetic vicaristic allospecies of great ramshorn *Planorbarius corneus* s. l. in the hydrological river network of Ukraine. These molluscs, like all Pulmonata, have a bimodal respiration pattern. They use their true lungs for atmospheric oxygen breathing and the diffusive (surface) respiration is used for soluble in the water oxygen consumption. The aim of present study was to clarify the features and difference levels of lung and surface diffusive respiration of “western” and “eastern” allospecies under the impact of Cu (II) ions in water environment (MPC: 0,5, 1, 2, 3). It was established that the endurance coefficient for concentrations Cu (II) in water environment appeared lower in “eastern” allospecies to those in “western” allospecies. Under the same concentrations of toxicants used the lethality of “eastern” allospecies was higher than that of “western” allospecies in all cases. The index of lung and direct diffusive respiration in the allospecies of great ramshorn *P. corneus* s. l. under the impact of the Cu (II) ions concentration in water environment demonstrated that “eastern” allospecies tends to regress under the increased environmental pollution more comparing to “western” allospecies ( $p \leq 0,05-0,001$ ).

**Keywords:** allospecies of *P. corneus* s. l., Cu (II) ions, lung and surface diffusive respiration