

УДК 594.38:591.5

А.П. СТАДНИЧЕНКО, Д.А. ВИСКУШЕНКО, В.К. ГИРИН,
Я.Р. ГРИНЕВИЧ, О.В. ЛАВРЕНЮК

Житомирський державний університет імені Івана Франка

вул. В. Бердичівська, 40, Житомир 10008, Україна

ТОКСИКОТОЛЕРАНТНІСТЬ КАЛЮЖНИЦІ РІЧКОВОЇ (MOLLUSCA,
GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA) ЩОДО ІОНІВ ЦИНКА ВОДНОГО
СЕРЕДОВИЩА

Ключові слова: Viviparus viviparus, цинк-іон, швидкі реакції.

Одним з найважливіших міжнародних документів природоохоронного значення сьогодення є прийнята у 1992 р. і ратифікована понад 200-ми країнами світу, включно Україною, Конвенція по збереженню біологічного різноманіття. Адже зростаюча рік від року трансформація умов навколишнього середовища, зумовлена сукупною дією як природних чинників, так і чинників антропогенного походження, згубно впливає як на тваринний світ загалом, так і на прісноводну малакофауну України зокрема [6]. Одним із найнебезпечніших чинників для гідробіонтів є забруднення природних вод різними за їх природою і концентраціями поллютантами. З останніх для мешканців водного середовища чималу небезпеку собою становлять іони важких металів. Джерелами забруднення ними водойм і водотоків є різні промислові підприємства (гірничо-рудничні, металургійні, хімічні та ін.). У разі скидання ними у водні об'єкти недостатньо очищених (а то і взагалі неочищених) відходів виробництва, хоча вони і розбавляються у подальшому водою, вміст у ній іонів важких металів нерідко може перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК) у багато раз. Надходячи різними шляхами (через шкіру або з їжею) в організм моллюсків і накопичуючись у ньому у неоднаковій мірі в різних органах і тканинах цих тварин, іони важких металів здійснюють на нього в одних випадках регуляторно-стимулюючу, в інших же – ушкоджуючу, токсичну дію. До елементів першої групи належить цинк – біогенний елемент щодо моллюсків, який у мікродозах абсолютно необхідний для їх життєдіяльності: він є неодмінною складовою понад 200 металоферментів,

регулюючих у них обмін білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот [5]. Перевищення ж цієї норми є для них життєвонебезпечним. Порогові концентрації іонів цинка водного середовища щодо прісноводних молюсків дуже невисокі: для калюжниці річкової *Viviparus viviparus* (Linné, 1758) вона становить [6] усього лише 0,001 мг/дм³, що дозволяє використовувати його як індикаторний вид у здійсненні моніторингу для оцінювання стану забруднення цим елементом водного середовища. На можливість використання калюжниці річкової як виду-індикатора наголошує і Г. Є. Киричук [3], дослідження якої показали, що про рівень забруднення водного середовища іонами цинка можна судити за ступенем накопичення його організмом цих тварин.

Метою нашого дослідження було з'ясувати чи можуть слугувати тест-показниками рівня забруднення водного середовища іонами цинка швидкі поведінкові і фізіологічні реакції калюжниці річкової.

Матеріал і методи дослідження

Матеріалом слугували 867 екз. калюжниць, здобутих у річках Лісостепової природно-географічної зони України (р. Тетерів, Житомир і р. Гуйва, Пряжево Житомирської обл.) протягом 2008–2010 рр.. Токсикологічні дослідження (орієнтаційний і основний) поставлено за методикою В. А. Алексєєва [1]. Токсичні розчини готували на дехлорованій відстоюванням (доба) воді з водогінної мережі Житомира (рН 7,2–7,6, вміст кисню 8,5–8,8 мгО₂/л, температура 18–22 °С), використовуючи при цьому ZnCl₂ (марка „ч.д.а.”). Усі концентрації розчинів представлені у перерахунку на цинк-іон. Використано 1–3-річних тварин (висота черепашки – 18–27 мм, загальна (вкупі з черепашкою) сира маса тіла – 106–437 мг). Висоту черепашки (штангенциркулем) і масу тіла (вагами марки WPS/1200 С) встановлювали до початку токсикологічного експеримента. По завершенні його тварин розтинали аби з'ясувати їх стать, а у самок – наявність зябрової „вагітності” і підрахувати кількість зародків. Одночасно з тканин гепатопанкреаса і еякуляторної сумки виготовляли тимчасові гістологічні препарати і шляхом мікроскопування (МБР зб. 7×8) досліджували їх на предмет наявності трематодної інвазії. Усі токсикологічні дослідження здійснено у триразовій повторності.

Як тест-функції оцінювали швидкі реакції калюжниць на дію токсиканта: поведінкові (реакція уникнення) і фізіологічні (ослизнення тіла, поява набряків, абортів ембріонів, стрімка (одноразова) дефекація).

Результати дослідження та їх обговорення

Орієнтаційним дослідом з'ясовано значення **основних токсикологічних показників**, які свідчать про рівень токсикотолерантності калюжниць річкової щодо іонів цинку водного середовища. Значення цих показників такі: $LK_0 (LC_0) = 1 \text{ мг/дм}^3$; $LK_{50} (LC_{50}) = 9$; $LK_{100} (LC_{100}) = 10 \text{ мг/дм}^3$. Як бачимо, **зона токсичної активності** іонів цинка для *V. viviparus* представлена досить вузьким діапазоном концентрацій цього токсиканта – $1\text{--}10 \text{ мг/дм}^3$. За **ступенем токсичності** (смертність особин дорівнює 50%), оцінюваної згідно шкали токсичності отруйних речовин [6], іони цинка водного середовища є для калюжниць помірно токсичними агентами. **Пороговою концентрацією** є $0,001 \text{ мг/дм}^3$. Отже, перші ознаки, котрі свідчать про наявність зрушень у цих моллюсків, викликаних дією на них означеного вище токсиканта, з'являються за концентрації, яка на три порядки нижча, ніж LK_0 , і на порядок нижча за ГДК (лімітуючий показник шкочинності рибогосподарсько-токсикологічного призначення), яка дорівнює $0,01 \text{ мг/дм}^3$.

Найпершою відповіддю калюжниць на дію стрес-чинника є захисно-приспосувальна **реакція уникнення**, скерована на обмеження контакта моллюсків із затруєним середовищем. Вона проявляється у цих тварин у двох формах. По-перше, це підвищення рухової активності моллюсків, які в ємностях, де їх утримують, по затруєнні середовища розміщуються на їх стінках одразу над урізом води. По-друге, частина калюжниць залягає на їх дні, щільно затуливши устя черепашки кришечкою, обмежуючи тим самим можливість проникнення іонів цинка через їх шкірні покриви. Адже надходження іонів металів в організм моллюсків здійснюється в основному через зябри і мантию – ті частини їх тіла, які безпосередньо обмиваються водою. Епітеліальні клітини, утворюючи їх поверхню, посідають численні іонні канали і насоси [7], які забезпечують нагнітання іонів важких металів, у тому числі і іонів цинка, у цитоплазму епітеліальних клітин мантиї і ктенидів. Саме у цих органах і відбувається

найінтенсивніше накопичення іонів важких металів. Відзначимо, що перша із вищезгаданих захисно-приспосувальних реакцій трапляється значно частіше, ніж друга (83,3 проти 16,7%). Час настання їх обох залежить від концентрації іонів цинка у середовищі (зворотно пропорційна залежність). Наприклад, активне переміщення калюжниць у напрямку уріза води відбувається за 0,001 мг/дм³ іонів цинка від початку досліда через 4 год, за 0,1 – через 2 год 10 хв, за 10 мг/дм³ – через 1 год 12 хв.

Захисною фізіологічною реакцією калюжниць на вплив на них іонів цинка водного середовища є **обволікання їх тіла слизом**, який секретується залозистими клітинами, котрі входять до складу їх шкірного покрива. Шар слизу у тій чи іншій мірі (у залежності від його товщини) обмежує як швидкість, так і обсяг проникнення цього елемента у внутрішнє середовище калюжниць. Найнижча концентрація токсичного розчину, за якою спостерігається ослизнення її тіла, – це 0,001, а найвища – 100 мг/дм³. За різних концентрацій тривалість експозиції від початку досліда і до прояву цієї реакції поступово скорочується. Якщо за 0,001 мг/дм³ іонів цинка у середовищі перші ознаки ослизнення тіла спостерігаються через 5 год, за 0,01 – через 4, то за 10 – 100 мг/дм³ токсиканта усього лише за 1 год 6 хв – 1 год 42 хв. Як бачимо, вищі концентрації іонів цинка, використані у наших дослідах, гальмують процес слизовиділення. Слід відзначити, однак, що обволікання тіла моллюсків слизом, досягнувши певного рівня, з реакції захисно-приспосувальної перетворюється на реакцію шкодочинну, патологічну. Це зумовлене тим, що секреція слизу високого рівня інтенсивності неодмінно супроводжується пригнобленням у калюжниць шкірного дихання. А, як відомо [8], у червононогих моллюсків 50–70% кисню надходить в їх організм саме через шкірні покриви.

За 1–100 мг/дм³ іонів цинка у воді у калюжниць спостерігаються ознаки позитивного водного балансу. На голові і дорсальній поверхні ноги з'являється більш-менш чітко виражена мозаїчна пастозність (у 15–23% випадків), а об'єм цих частин тіла зростає у середньому в 1,5 рази, не вміщаючись у черепашку. Через це у особин з явними ознаками гіпергідратації набрякають голова і нога, котрі при цьому зазвичай вивисають назовні через устя черепашки. Це – **реакція випадіння**. Вона

спостерігається за 1–10 мг/дм³ іонів цинка після півторагодинної експозиції, а за 100 мг/дм³ – вже через 1 год. Обширні набряки, загальновідомо, супроводжуються зрушеннями діяльності різних іннерваційних механізмів. Це, у свою чергу, веде до розладнань у функціонуванні різних тканин і органів. Збільшення кількості рідини у тканинній міжклітинній речовині зменшує еластичність тканин, а відтак відбувається стискання лакун і синусів, що не може не впливати на роботу кровоносної, видільної, дихальної, репродуктивної систем молюсків. Так, зрушення у роботі кишківника, котре виражається **одномоментним виділенням надзвичайно великої кількості екскрементів** (аж до появи порожніх перитрофічних мембран), за 0,001–0,1 мг/дм³ іонів цинка у середовищі відбувається через 2,5–3,5 год від моменту затруєння води, за 1–10 мг/дм³ – через 4–5 год. **Абортування зародків** „вагітними” самками має місце у діапазоні концентрацій токсиканта 0,01–1 мг/дм³. Відбувається воно за 0,01–1 мг/дм³ іонів цинка через 3–10 год від початку експеримента, а за 1 мг/дм³ – дещо швидше. У той же час помірне накопичення води в організмі молюсків, перебуваючих у забрудненому поллютантами середовищі, наразі розцінюється деякими дослідниками [2] як захисна реакція цих тварин. Дійсно, ця „зайва” вода у якійсь мірі розбавляє гемолімфу молюсків, яка є одним із найголовніших компонентів їх внутрішнього середовища, здійснюючи тим самим її часткову детоксикацію.

Отже, у калюжниць, що перебувають у розчинах іонів цинка (0,001, 0,01, 0,1, 1, 10 мг/дм³) у перебігу патологічного процесу (отруєння) здійснюються почергово захисно-приспосувальні реакції, скеровані на підтримання молюсками відносної сталості гомеостаза. Це є можливим за тривалої дії на них невисоких концентрацій іонів цинка. У протилежному ж випадку ці реакції або не „спрацьовують” взагалі, або ж виявляються недостатніми для виживання тих особин, в організмі яких розвинувся викликаний отруєнням їх тяжкий патологічний процес.

Аналіз результатів токсикологічних експериментів засвідчує можливість використання калюжниць річкової як індикаторного виду при здійсненні екологічного моніторингу стану водного середовища. Тест-функціями при цьому можуть слугувати

швидкі поведінкові і фізіологічні реакції їх на дію іонів цинка водного середовища. З них найбільш показовими є реакції уникнення (рухова), ослизнення і обводнення тіла.

На користь визнання калюжниці річкової як індикаторного вида свідчить і той факт, що вона відповідає переважній більшості вимог, які ставляться до цієї групи живих об'єктів. А саме: це масовий, поширений по усій Україні вид (окрім високогір'я Карпат і Кримських гір); його популяції відзначаються чимало абсолютною чисельністю населення і значною, здебільшого, щільністю населення, зумовленою високою плодючістю цих тварин. Калюжниці – молоски крупні, селяться на невеликих глибинах, є малорухомими, через що їх легко відшукувати і неважко збирати. І, що дуже є важливим, калюжниці порівняно з крупними легеневиими червоногими молосками нашої фауни (Pulmonata) характеризуються значно меншою толерантністю щодо дії на них іонів металів водного середовища. Тому-то обговорені вище тест-функції вважаємо за доцільне брати до уваги (хоча б як допоміжні, другорядні показники) у системі екологічного моніторингу.

Література

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно токсикологического эксперимента / В. А. Алексеев // Гидробиол. журн. – 1981. – Т. 17, № 3. – С. 92 – 100.
2. Биргер Т. И. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде / Т. И. Биргер. – Киев: Наук. думка, 1979. – 190 с.
3. Киричук Г. Є. Накопичення іонів важких металів прісноводним молоском *Viviparus viviparus* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia) / Г. Є. Киричук // Екол.-функціон. та фауніст. аспекти дослідж. молосків, їх роль у біоіндикації стану навколишн. середовища // Житомир: Волинь, 2004. С. 72 – 75.
4. Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. Водная токсикология / В. В. Метелев, А. И. Канаев, Н. Г. Дзасохова. М.: Колос, 1971. – 247 с.
5. Никаноров А. М., Жулидов А. В., Покаржевский А. Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов, А. Д. Покаржевский // Л.: Гидрометеиздат, 195. – 144 с.

6. Стадниченко А.П., Гирин В.К., Лейченко А.М. и др. Пресноводная малакофауна Украины в условиях глобального потепления климата Земли // Междунар. науч. конф. «Проблемы экологии» (20–25 сентября 2010). – Иркутский гос. н. и. и-т биологии. – Иркутск, 2010. – С. 107.
7. Hollis L., J. Mc Geer, D. G. Mc. Donald., C.M. Wood. Cadmium accumulation, gill Cd binding, acclimation and physiological effects during long term sublethal Cd exposure in rainbow-trout / Hollis L., J. Mc Geer, D. G. Mc. Donald., C. M. Wood // *Aquatic Toxicol.*, 1999. V. 10, № 2. P. 101–110.
8. Jones I. D. Aspects of respiration of *Planorbis corneus* L. and *Lymnaea stagnalis* L. (Gastropoda, Pulmonata) / I. D. Jones // *Cong. Biochem. Physiol.*, 1961. V. 7, № 1. P. 1–29.

А.П. Стадниченко, Д.А. Вискушенко, В.К. Гирин,
Я.Р. Гриневич, О.В. Лавренюк
Житомирский государственный университет имени Ивана Франко

Устойчивость *Viviparus viviparus* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia) к ионам цинка
водной среды

Исследовано влияние ионов цинка (0,001, 0,01, 0,1,1,10,100, 1000, 10000 мг/дм³) на быстрые поведенческие и физиологические реакции живородки речной. Установлено, что этот моллюск может быть использован в качестве вида-индикатора в системе экологического мониторинга.

Ключевые слова: *Viviparus viviparus*, цинк-ион, быстрые реакции.

A.P. Stadnychenko, D.A. Vyskushenko, V.K. Gyrin, Ya.R. Grynevich,
O.V. Lavrenjuk
I. Franko Zhytomir State University

The stability of *Viviparus viviparus* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia) relatively the zinc-
ion of the water environment

The paper consider the influence of the water environment zinc-ion (0,001, 0,01, 0,1, 1, 10, 100, 1000, 10000 mg/dm³) on the rapid conductal and physiological reactions of *Viviprus viviparus*. It has been proved that this mollusk may be use in the ecological monitoring system (as species-indicator).

Key words: *Viviparus viviparus*, zinc-ion, rapid reactions.