

УДК 594.38:591.5

А.П. СТАДНИЧЕНКО, Д.А. ВІСКУШЕНКО, В.К. ГИРИН, Я.Р. ГРИНЕВИЧ,
О.В. ЛАВРЕНЮКЖитомирський державний університет ім. Івана Франка
вул. В. Бердичівська, 40, Житомир 10008, Україна

ТОКСИКОТОЛЕРАНТНІСТЬ КАЛЮЖНИЦІ РІЧКОВОЇ (MOLLUSCA, GASTROPODA, PESTINIBRANCHIA) ДО ІОНІВ ЦИНКУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Досліджували вплив іонів цинку ($0,001 \text{ мг/дм}^3$, $0,01$, $0,1,1,10,100$, 1000 , 10000 мг/дм^3) на поведінкові і фізіологічні реакції живородки річкової. Встановлено, що цей молюск може бути використаний як вид-індикатор в системі екологічного моніторингу.

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

Зростаюча трансформація 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 з найнебезпечніших чинників для гідробіонтів є забруднення природних вод різними за природою поллютантами. З останніх для мешканців водного середовища чималу небезпеку становлять іони важких металів. Надходячи різними шляхами (через шкіру або з їжею) в організм молюсків і накопичуючись у ньому у неоднаковій мірі в різних органах і тканинах, іони важких металів здійснюють на нього в одних випадках регуляторно-стимулюючу, а в інших – пошкоджуючу, токсичну дію.

Цинк – біогенний елемент щодо молюсків, який у мікродозах необхідний для їх життєдіяльності, бо він є складовою понад 200 металоферментів, регулюючих у них обмін білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот [5]. Перевищення норми цинку для молюсків є життєвонебезпечним. Порогові концентрації іонів цинку водного середовища щодо прісноводних молюсків дуже невисокі: для калюжниці річкової *Viviparus viviparus* (Linné, 1758) вона становить $0,001 \text{ мг/дм}^3$ [6]. Це дозволяє використовувати даний вид як індикаторний у здійсненні моніторингу. На можливість використання калюжниці річкової як виду-індикатора наголошує і Г. С. Киричук [3], в дослідженні якої показано, що про рівень забруднення водного середовища іонами цинка можна судити за ступенем накопичення його організмом цих тварин.

Метою дослідження було з'ясування можливості використання як тест-показника забруднення водного середовища іонами цинку швидких поведінкових і фізіологічних реакцій калюжниці річкової.

Матеріал і методи досліджень

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 досліди (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 становив $8,5\text{--}8,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, температура води була $18\text{--}22^\circ\text{C}$), використовуючи при цьому ZnCl_2 (ч.д.а.). Усі концентрації розчинів представлені у перерахунку на іон.

Використано 1–3-річних тварин (висота черепашки – $18\text{--}27 \text{ мм}$, загальна (вкупі з черепашкою) сира маса тіла – $106\text{--}437 \text{ мг}$). Висоту черепашки (штангенциркулем) і масу тіла (вагами марки WPS/1200 C) встановлювали до початку токсикологічного експерименту. Після його завершення тварин розтинали аби з'ясувати їх стать, а у самок – наявність зябрової „вагітності” і для підрахунку кількості 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 досліди здійснено у триразовій повторності.

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

Результати дослідження та їх обговорення

Встановлено, що щодо іонів цинку водного середовища: LK_0 (LC_0)=1 мг/дм³; LK_{50} (LC_{50})=9; LK_{100} (LC_{100})=10 мг/дм³. Як бачимо, зона токсичної активності іонів цинка для *V. viviparus* представлена досить вузьким діапазоном концентрацій – 1–10 мг/дм³. За ступенем токсичності (смертність особин становить 50%), оцінюваної згідно шкали токсичності отруйних речовин [6], іони цинку водного середовища є для калюжниць помірно токсичними. Пороговою концентрацією є 0,001 мг/дм³. 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 прядок нижча від ГДК (лімітуючий показник шкочодочинності рибогосподарсько-токсикологічного призначення), яка дорівнює 0,01 мг/дм³.

Найпершою відповіддю калюжниць на дію стрес-чинника є реакція уникнення. 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 цинку через їх шкірні покриви, оскільки 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 помпи [7], які забезпечують нагнітання іонів важких металів, у тому числі і іонів цинку, у цитоплазму епітеліальних клітин мантиї і ктенидіїв. 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 їх настання залежить від концентрації іонів цинку у середовищі (оберненопропорційна залежність). Наприклад, активне переміщення калюжниць у напрямку уріза води відбувається за 0,001 мг/дм³ іонів цинка від початку досліду 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 певною мірою (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, – 0,001 мг/дм³, а найвища – 100 мг/дм³. За різних концентрацій тривалість експозиції від початку досліду і до прояву цієї реакції поступово скорочується. Якщо за 0,001 мг/дм³ іонів цинку 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. Вищі концентрації іонів цинку, використані у наших дослідах, гальмують слизовиділення. Слід відзначити, що обволікання тіла моллюсків слизом, досягнувши певного рівня, з реакції захисно-приспосувальної перетворюється на реакцію шкочодочинну, 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 цинку 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 вмещаючись у черепашку. Через це у особин з явними ознаками гіпергідратації набрякають голова і нога, котрі при цьому зазвичай вивисають назовні через устя черепашки – реакція випадіння. Вона спостерігається за 1–10 мг/дм³ іонів цинку 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 перітрофічних мембран), за 0,001–0,1 мг/дм³ іонів цинку у середовищі відбувається через 2,5–3,5 год від моменту затруєння води, за 1–10 мг/дм³ – через 4–5 год.

Абортуння зародків „вагітними” самками має місце у діапазоні концентрацій токсиканта 0,01–1,0 мг/дм³. Відбувається воно за 0,01–1,0 мг/дм³ іонів цинку через 3–10 год від початку експерименту, а за 1 мг/дм³ – дещо швидше. Одночасно помірне накопичення води в організмі молюсків у забрудненому середовищі розцінюється деякими дослідниками [2] як захисна реакція цих тварин. Дійсно, ця „зайва” вода певною мірою розбавляє гемолімфу молюсків, яка є одним із найголовніших компонентів їх внутрішнього середовища, здійснюючи тим самим її часткову детоксикацію.

Висновки

Отже, у калюжниць, що перебувають у розчинах іонів цинку у перебігу патологічного процесу (отруєння) здійснюються почергово захисно-приспосувальні реакції, скеровані на підтримання молюсками гомеостазу. Це є можливим за тривалої дії на них невисоких концентрацій іонів цинку. У протилежному випадку ці реакції або не „спрацьовують” взагалі, або ж виявляються недостатніми для виживання тих особин, в організмі яких розвинувся викликаний отруєнням 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 цинку водного середовища. З них найбільш показовими є реакції уникнення (рухова), ослизнення і обводнення тіла.

На користь визнання калюжниць річкової як індикаторного виду свідчить і той факт, що вона відповідає переважній більшості вимог, які ставляться до цієї групи живих об'єктів, а саме: 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. Калюжниць – молюски крупні, селяться на невеликих глибинах, є малорухомими, через що їх легко відшукувати і неважко збирати. І, що дуже є важливим, калюжниць порівняно з крупними легеневидами черевоногими молюсками нашої фауни (Pulmonata) характеризуються значно меншою толерантністю щодо дії на них іонів металів водного середовища.

1. *Алексеев В. А.* Основные принципы сравнительно токсикологического эксперимента / В. А. Алексеев // Гидробиологический журнал. – 1981. – Т. 17, № 3. – С. 92–100.
2. *Биргер Т. И.* Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде / Т. И. Биргер. – Киев : Наукова думка, 1979. – 190 с.
3. *Киричук Г. Є.* Накопичення іонів важких металів прісноводним молюском *Viviparus viviparus* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia) / Г. Є. Киричук // Екол.-функціон. та фауніст. аспекти дослідж. молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколиш. середовища. – Житомир : Волинь, 2004. – С. 72–75.
4. *Метелев В. В.* Водная токсикология / В. В. Метелев, А. И. Канаев, Н. Г. Дзасохова. – М. : Колос, 1971. – 247 с.
5. *Никаноров А. М.* Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов, А. Д. Покаржевский. – Л. : Гидрометеоздат, 1995. – 144 с.
6. *Стадниченко А. П.* Пресноводная малакофауна Украины в условиях глобального потепления климата Земли / А. П. Стадниченко, В. К. Гирин, А. М. Лейченко [и др.] // Междунар. наук. конф. «Проблемы экологии». 20–25 сентября 2010. Иркутский гос. Университет. НИИ биологии. – Иркутск, 2010. – С. 107.

7. Hollis L. 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. – Vol. 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. – Vol. 7, № 1. – P. 1–29.

А. П. Стадниченко, Д. А. Вискушенко, В. К. Гурин, Я. Р. Гриневич, О. В. Лавренюк
Житомирський державний університет ім. Івана Франка, Україна

УСТОЙЧИВОСТЬ *VIVIPARUS VIVIPARUS* (MOLLUSCA, GASTROPODA,
PECTINIBRANCHIA) К ИОНАМ ЦИНКА ВОДНОЙ СРЕДЫ

Исследовали влияние ионов цинка (0,001 мг/дм³, 0,01, 0,1, 1, 10, 100, 1000, 10000 мг/дм³) на 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, быстрые реакции

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

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 mg/dm³, 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).

Keywords: *Viviparus viviparus*, zinc-ion, rapid reactions

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 18.02.2011