



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 577.34:574.64:504.062

© 2018

ТОКСИКОЛОГІЧНЕ БІОТЕСТУВАННЯ ВОД ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ПИТНОЇ ВОДИ НА ЛИЧИНКАХ *XENOPUS LAEVIS*

Е.О. Аристархова

кандидат біологічних наук

Інститут агроекології і природокористування НААН

вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна

e-mail: ella.aryst@gmail.com

Надійшла 4.01.2018

Мета. Підвищення інформативності методу біотестування вод поверхневих джерел водопостачання та питної води за рахунок використання личинок гладенької шпоркової жаби. **Методи.** Тестування за реакцією іммобілізації 3-тижневих личинок (пуголовків) озерної жаби (*Rana ridibunda Pallas*) і гладенької шпоркової жаби (*Xenopus laevis Daudin*) з 8-добовою експозицією особин. **Результати.** Під час біотестування встановлено низький рівень хронічної токсичності дослідних вод у межах 25–50% на пуголовках *R. ridibunda*, низький рівень гострої летальної токсичності дослідних вод (25–50%) та середній рівень їх хронічної токсичності (50–75%) на пуголовках *X. laevis*. **Висновки.** Дослідженнями підтверджено можливість підвищення інформативності методу біотестування вод джерел водопостачання та питної води за використання личинок гладенької шпоркової жаби, які виявилися в умовах КП «Житомирводоканал» чутливішими до низьких рівнів забруднень (у середньому на 28,60% у гострому досліді тривалістю 4 доби і на 28,86% — у короткотривалому хронічному досліді тривалістю 8 діб) порівняно з личинками озерної жаби.

Ключові слова: води джерел водопостачання, питна вода, біотестування, личинки *R. ridibunda* та *X. laevis*, іммобілізація, рівень токсичності.

Нині у сфері біотестування токсичності вод джерел водопостачання та питної води пріоритетним є створення наборів із високочутливих організмів, що належать до різних рівнів біологічної організації [1–4]. Найпоширенішими біооб'єктами, включеними до більшості тест-наборів, за реакціями яких проводять тестування якості вод, є бактерії, водорості, вищі рослини, найпростіші, ракоподібні, риби тощо [5–10]. Обов'язковими представниками таких

тест-наборів повинні стати також земноводні (жаби, тритони), які завдяки морфологічній будові зовнішніх покривів, що забезпечують тісний контакт із водним середовищем, мають виявляти підвищену чутливість до небезпечних компонентів води. Для запобігання додаткових впливів на ці організми під час біотестування слід використовувати їх як тест-об'єкти в ранні терміни онтогенезу — на стадії личинки (пуголовка).

З урахуванням зазначеного вище в проведених нами експериментах було порівняно на чутливість до загальної токсичності вод пуголовків озерної жаби (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) та гладенької шпоркової жаби (*Xenopus laevis* Daudin, 1802), які є модельними організмами, рекомендованими до застосування у водній токсикології, еволюційній екології, молекулярній біології, генній інженерії, але ще не отримали достатнього поширення в галузі біомоніторингу вод поверхневих джерел водопостачання та питної води. Уперше для оцінки токсичної дії дослідних вод за допомогою личинок жаб застосовано запропоновану нами шкалу рівнів токсичності, яку попередньо було апробовано на безхребетних [8] і рибках [9] відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 [10].

Мета досліджень — підвищення інформативності методу біотестування вод поверхневих джерел водопостачання та питної води за рахунок використання личинок гладенької шпоркової жаби.

Матеріали та методи досліджень. Проведено порівняльний аналіз біотестування токсичності вод, проби яких було відібрано за загальноприйнятими методами з поверхневих джерел водопостачання м. Житомира, резервуарів чистої води (РЧВ) та водопровідної мережі на КП «Житомирводоканал» у квітні 2016 р. [10]. Після відбору проб води їх переливали в акваріуми (10 дм³) і формували контрольну та дослідні групи:

- контрольна група — проби відстояної (24 год) водопровідної води;
- дослідна група Д-1 — проби води з досховища Денишівського;
- дослідна група Д-2 — проби води з дозабору Відсічне;
- дослідна група Д-3 — проби води з РЧВ 5 000 м³;
- дослідна група Д-4 — проби води з РЧВ 20 000 м³.

Тест-об'єкти — личинки озерної (*R. ridibunda*) та гладенької шпоркової жаб (*X. laevis*), n=20.

Утримання в акваріумах на 10 дм³ води, концентрація кисню в якій не менше 6 мг/дм³, температура 20°C±2,5°C, щільність посадки — особина/дм³ в умовах природної освітленості та заміни води відповідної якості кожні 2 доби.

Годівля — живим тваринним кормом (мотиль, трубочник) двічі на тиждень.

Тест-реакція — іммобілізація (I_m), у тому

числі смертність особин.

Експонування — на гостру летальну токсичність (acute lethal toxicity) упродовж 4-х діб і короткотривалу хронічну токсичність (short-term chronic toxicity) упродовж 8-ми діб.

Біотестування — щоденний підрахунок активних та іммобілізованих (у т.ч. загблих) особин з 1- до 8-ї доби.

Досліди проводили в 3-разовій повторності з використанням стандартних методик та власних розробок [3–5, 7–9]. Отримані дані порівнювали з контролем. Для кожної дослідної проби води розраховували індекс токсичності (%) за ДСанПіН 2.2.4-171-10, використовуючи загальноприйнятну формулу, відповідно до якої індекс токсичності вод не має перевищувати 50% незалежно від тест-об'єктів, використовуваних у дослідженнях [10].

Результати досліджень. Для біотестування вод із порівняно невисоким рівнем токсичності особливої уваги заслуговують ті види організмів, що постійно перебувають у водному середовищі і здатні швидше й чіткіше реагувати на дію, навіть незначних концентрацій політантів. Таким вимогам відповідають африканські шпоркові жаби, які на всіх етапах метаморфозу та після його завершення ведуть виключно водний спосіб існування. Вони завжди надають перевагу чистій воді, а в разі її забруднення і неможливості міграції припиняють розмноження. Тому саме шпоркових жаб доцільно порівняти з аборигенними видами щодо інформативності визначення токсичності малазобруднених вод.

Як тест-організми випробовували на чутливість до токсичних компонентів вод пуголовків 2-х видів жаб: типових для Полісся озерних (*R. ridibunda*) та африканських гладеньких шпоркових (*X. laevis*). Для отримання пуголовків озерних жаб відловлювали дорослих особин у чистих водоймах, відбираючи самиць, яких утримували в джерельній воді впродовж 3-х міс. У такій самій воді в підготовчий до тестування період перебували і самиці гладеньких шпоркових жаб, які до цього часу постійно були в акваріумах з комфортними умовами лабораторного утримання (по 7 самиць кожного виду).

Порівняльний аналіз ефективності тестування на личинках жаб токсичності вод, відібраних із поверхневих джерел водопостачання м. Житомира та резервуарів чистої води на КП «Житомирводоканал», наведено в таблиці.

Отримані дані свідчать про те, що пуголовки *X. laevis* за реакцією іммобілізації виявилися

Порівняльний аналіз біотестування вод із водосховищ р. Тетерів та РЧВ на КП «Житомир-водоканал» з використанням пуголовків жаб *R. ridibunda* та *X. laevis* (n=20)

Дослідні групи та показники	Токсичність за іммобілізацією тест-об'єктів (Т, %)			
	<i>R. ridibunda</i>	Рівень токсичності	<i>X. laevis</i>	Рівень токсичності
<i>Гостра токсичність</i>				
Д-1 (водосховище Денишівське)	Немає	ДРТ	32,20	НРТ
Д-2 (водозабір Відсічне)	»	ДРТ	30,10	НРТ
Д-3 (РЧВ 5 000)	»	ДРТ	26,10	НРТ
Д-4 (РЧВ 20 000)	»	ДРТ	25,98	НРТ
Тривалість експозиції, діб	4	–	4	–
<i>Хронічна токсичність</i>				
Д-1 (водосховище Денишівське)	29,92	НРТ	61,20	СРТ
Д-2 (водозабір Відсічне)	28,30	НРТ	59,30	СРТ
Д-3 (РЧВ 5 000)	23,90	НРТ	50,00	НРТ
Д-4 (РЧВ 20 000)	24,11	ДРТ	51,19	СРТ
Тривалість експозиції, діб	8	–	8	–
Примітки. Т — індекс токсичності води (щодо контролю); рівні токсичності води: ДРТ — допустимий, НРТ — низький, СРТ — середній.				

чутливішими до токсичної дії компонентів вод, ніж пуголовки *R. ridibunda*. Для порівняння результатів тестування використано запропоновану нами шкалу рівнів токсичності, яка може бути застосована за визначення гострої і хронічної токсичної дії води [8, 9]: 1–25% — допустимий рівень токсичності; 26–50 — низький; 51–75% — середній; 76–100% — високий рівень токсичності.

Під час біотестування визначено низький рівень хронічної токсичності дослідних вод у межах 25–50% на личинках *R. ridibunda*, низький рівень гострої летальної токсичності дослідних вод (25–50%) та середній рівень їх хронічної токсичності (50–75%) на личинках *X. laevis*.

Найвище значення індексу токсичності встановлено за хронічної дії води у водосховищі Денишівському (група Д1), дещо

нижче — у водозабір Відсічне (група Д2) р. Тетерів. У цих групах виявлено вищі рівні токсичності порівняно з питною водою (групи Д3 і Д4). Загалом біотестування на пуголовках *X. laevis* у середньому було на 28,60% (у гострому досліді) і 28,86% (у короткотривалому хронічному досліді) ефективнішим, ніж тестування на пуголовках *R. ridibunda*.

Отже, за однакових умов біотестування на пуголовках 2-х видів жаб, озерній і гладенькій шпорковій, останні виявили вищу чутливість до порівняно невисоких концентрацій токсичних компонентів вод поверхневих джерел водопостачання та питної води м. Житомира, що свідчить про доцільність їх використання як представників хребетних тварин під час оцінювання токсичності води до та після її підготовки на водоканалах та очисних станціях.

Висновки

Дослідженнями підтверджено можливість підвищення інформативності методу біотестування вод джерел водопостачання та питної води за використання личинок гладенької шпоркової жаби, які виявилися в умовах КП «Житомирводоканал»

чутливішими до низьких рівнів забруднень (у середньому на 28,60% у гострому досліді тривалістю 4 доби і на 28,86% у короткотривалому хронічному досліді тривалістю 8 діб) порівняно з личинками озерної жаби.

Аристархова Э.А.

Институт агроэкологии и природоиспользования НААН, ул. Метрологическая, 12, г. Киев, 03143, Украина; e-mail: ella.aryst@gmail.com

Токсикологическое биотестирование вод поверхностных источников водоснабжения и питьевой воды на личинках *Xenopus laevis*

Цель. Повышение информативности метода биотестирования вод поверхностных источников водоснабжения и питьевой воды за счет использования личинок гладкой шпорцевой лягушки. **Методы.** Тестирование по реакции иммобилизации 3-недельных личинок (головастиков) озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas) і гладкой шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis* Daudin) с 8-суточной экспозицией особей. **Результаты.** Во время биотестирования установлен низкий уровень хронической токсичности опытных вод в границах 25–50% на головастиках *R. ridibunda*, низкий уровень острой летальной токсичности опытных вод (25–50%) и средний уровень их хронической токсичности (50–75%) на головастиках *X. laevis*. **Выводы.** Проведенными исследованиями подтверждена возможность повышения информативности метода биотестирования вод источников водоснабжения и питьевой воды с использованием личинок гладкой шпорцевой лягушки, которые оказались в условиях КП «Житомирводоканал» более чувствительными к относительно низким уровням загрязнений (в среднем на 28,60% в остром опыте продолжительностью 4-х суток и на 28,86% в краткосрочном хроническом опыте продолжительностью 8 суток) по сравнению с личинками озерной лягушки.

Ключевые слова: воды источников водоснабжения, питьевая вода, биотестирование, личинки *R. ridibunda* и *X. laevis*, иммобилизация, уровень токсичности.

Arystarkhova E.

Institute of agroecology and nature management of NAAS, Metrolohichna Str., 12, Kyiv, 03143, Ukraine; e-mail: ella.arsst@gmail.com

Toxicological biotesting of waters of surface sources of water service and drinking water using larvae of *Xenopus laevis*

The purpose. Heightening selfdescriptiveness of the method of biotesting of waters of surface sources of water service and drinking water due to use of larvae of *Xenopus laevis*. **Methods.** Testing on response of fixation of 3-week larvae (tadpoles) of *Rana ridibunda* Pallas and *Xenopus laevis* Daudin with 8-day exposure of larvae. **Results.** During biotesting the low level of chronic toxicity of waters under test was fixed on tadpoles of *R. ridibunda* (25–50%), low level of acute lethal toxicity (25–50%) and average level of chronic toxicity (50–75%) — on tadpoles *X. laevis*. **Conclusions.** The probes confirm an opportunity of heightening self-descriptiveness of the method of biotesting of waters of sources of water service and drinking water with the use of larvae of *Xenopus laevis*, which have appeared in conditions CE «Zhytomyrvodokanal» more sensitive to rather low levels of pollution (on the average for 28,60% in acute experience at duration of 4 day, and for 28,86% in short-term chronic experience at duration of 8 day) in comparison with larvae of *Rana ridibunda*.

Key words: waters of sources of water service, drinking water, biotesting, larvae of *R. ridibunda* and *X. laevis*, fixation, toxicity level.

Бібліографія

1. Комплексна оцінка токсичності водних зразків за допомогою рослинних і тваринних тест-організмів/М.С. Осмалений, А.М. Головков, А.В. Нанієва, М.Р. Верголяс//Фактори експериментальної еволюції організмів. — 2015. — Т. 16. — С. 74–77.
2. Пат. 10804 А Україна, МПК G 01 N 33/18; G 01 N 21/76. Спосіб комплексного визначення генетичної безпечності питної води / В.В. Гончарук; заявл. та патентовласн. В.В. Гончарук; заявл. 5.11.2015, опубл. 11.04.2016. — Бюл. № 7.
3. Szczerbinska N. Biological methods used to assess surface water quality//N. Szczerbinska, M. Galczyńska//Arch. Pol. Fish. — 2015. — № 43. — P. 185–196.
4. Assessment of surface water in the vicinity of fertilizer factory using fish and plants/S. Radic, G. Gregorovic, D. Stipanicev et al.//Ecotoxicology and Environmental Safety. — 2013. — № 96. — P. 32–40.
5. Скок С.В. Оцінювання якості питної води м. Херсона методом біотестування/С.В. Скок//Агроєколог. журн. — 2015. — № 2. — С. 26–30.

6. Стецюк Л.М. Використання методів біоіндикації та біотестування для оцінки стану водних екосистем/Л.М. Стецюк//Вісн. Нац. ун-ту водного господар. та природокор. — Вип. 2 (62). «Сільськогосподарські науки». — 2013. — С. 175–181.
7. ISO 10706: 2000 Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). — 26 p.
8. Аристархова Е.О. Експрес-оцінка потенційної небезпеки води методом біотестування на *Daphnia magna* S.//Вісн. аграр. науки. — 2017. — № 2. — С. 50–54.
9. Аристархова Е.О. Експрес-оцінка токсичності вод поверхневих джерел водопостачання з використанням риб *Danio rerio*//Рибогосподар. наука України. — 2017. — № 3 (41). — С. 17–25.
10. ДСанПіИ 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»/№ 452/17747. — МОЗ України. Державні стандартні норми та правила/[чинний від 1.07.2010 р.]. — 50 с.