



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 577.34:574.64:504.062

© 2018

БІОТЕСТУВАННЯ ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОД ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА *CERIODAPHNIA AFFINIS* *LILLJEBORG* ТА *ALLIUM SERA* L.

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 31.07.2017

Мета. Підвищити інформативність біотестування вод поверхневих джерел водопостачання завдяки використанню тест-набору з церіодафнії афінис (*Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg) і цибулі звичайної (*Allium sera* L.). **Методи.** Біотестування якості вод за стандартними і власними методами. **Результати.** У дослідженнях за тест-реакціями іммобілізації церіодафній та листоутворення цибулі визначено шкідливу дію вод водосховищ р. Тетерів на живі організми. **Висновки.** Для тестування якості вод поверхневих джерел водопостачання запропоновано використовувати тест-набір з *C. affinis* і *A. sera*. На основі реакцій тест-об'єктів розраховано індекси токсичності, за якими виявлено специфічність чутливості церіодафній і цибулі на 8-му та 15-ту доби до токсичного хронічного ефекту дії цих вод.

Ключові слова: *якість вод, поверхневі джерела водопостачання, біотестування, C. affinis, A. sera, індекс токсичності, хронічний ефект.*

У вод поверхневих джерел водопостачання, що мають бути значно чистішими за інші, у багатьох країнах світу помірні та високі рівні забруднення. Традиційну технологію водопідготовки, яку застосовують в Україні, розраховано на доведення поверхневих вод до вимог ДСанПіНу лише за умов їх відносно невисокої забрудненості. Тому важливо, щоб за якістю цих вод здійснювався постійний контроль [1]. Доведено, що поряд з загальноприйнятими

методами контролю досить ефективним для визначення загальної токсичності води є біотестування із застосуванням тест-наборів за участю тваринної і рослинної форм [2–5]. Проблемою залишається підбір уніфікованих тест-об'єктів у набори, оскільки вони можуть відрізнятися за термінами використання, мати різну чутливість до одних і тих самих речовин та ін. Так, за тестування на дафніях і церіодафніях за виживанням або іммобілізацією (станом

нерухомоті) особин упродовж 1-ї доби (за потреби — 1- та 2-ї) визначається гостра токсичність, а з 7-ї доби (± 1 доба) — короткотривала хронічна [6–8]. Для рослинних організмів за тест-реакцією інгібування росту їх кореневої системи терміни тестування (для цибулин *A. cepa* — 3 доби, насіння *L. sativa* — 5 діб) вкладаються у визначення гострої токсичності води (до 6 діб), а виявлення токсичних хронічних ефектів взагалі не передбачено [2–4, 9, 10]. Отже, біотести на певних уніфікованих рослинах і тваринах потрібно адаптувати до створення тест-наборів, застосування яких забезпечить ефективніше порівняно із загальноприйнятим визначенням якості вод.

Мета досліджень — підвищення інформативності методу біотестування вод поверхневих джерел водопостачання завдяки використанню тест-набору з *C. affinis* і *A. cepa*.

Матеріали і методи досліджень. Експериментальні дані відносно токсичності вод поверхневих джерел водопостачання м. Житомир отримано за методиками біотестування на церіодафніях та цибулі, зокрема запропонованих нами [5, 7, 9, 10]. Церіодафнії були аналогами за віком (24 год), цибуля — за розміром цибулин.

Для визначення якості вод сформували 3 групи — контрольну (К) та 2 дослідні (Д1 і Д2), кожна з яких включала по 20 тест-організмів. Проби води відбирали у вересні 2014 р. у кількості 1 дм³ на групу один раз на день за загальноприйнятими методиками [7, 10]. Тестування проб води у 3-разовій повторності проводили у хімічних ємностях (0,5 дм³) зі щоденною заміною використаної води на воду відповідної якості.

Дослідження проводили за такою схемою:

- *контрольна група* — проби дехлорованої (24 год) питної води;
- *дослідна група Д1*: проби води — з водосховища Денишівське;
- *дослідна група Д2*: проби води — з водозбору Відсічне.

Біотестування — за кількістю активних та іммобілізованих (нерухомих, у т.ч. загиблих) церіодафній на першу, 8-му та 15-ту доби, а також за кількістю цибулин з відрослими (не менше 5 мм) листками на 8-му та 15-ту доби.

Тест-об'єкти: молодь церіодафній афінис (*Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg) та цибулини цибулі звичайної (*Allium cepa* L.).

Індекс токсичності вод, що не має перевищувати 50%, розраховували за

1. Біотестування токсичності вод поверхневих джерел водопостачання за визначенням іммобілізації *C. affinis*

Доба дослід/індекс токсичності води (Т, %)	Кількість активних церіодафній (n=20)					
	Контрольна група (К)		Дослідна група			
			Д1		Д2	
	особин	%	особин	%	особин	%
1	20	100	12	60	13	60
T ₁	—	—	40,00		35,00	
8	20	100	9	40	10	50
T ₈	—	—	55,00		50,00	
15	19	95	7	35	9	40
T ₁₅	—	—	63,15		55,00	
У тому числі церіодафній:						
які дали нащадків	16	80	5	25	6	30
іммобілізованих	1	5	13	65	11	55
загиблих	—	—	6	30	5	25

результатами тестування, використовуючи загальноприйнятту формулу [5, 7].

Результати досліджень. Токсичність води, зумовлена небезпечністю її компонентів для організмів, найчастіше визначається за використання методів біотестування у термін до 7-ми діб (гостра токсичність) і понад 7 діб (хронічна токсичність). У дослідженнях за тест-реакціями організмів розраховували індекси токсичності вод в однакові терміни для тваринної і рослинної форм. Різниця у токсичності вод, виявлена між дослідними групами, пояснюється тим, що водосховища відрізняються за особливостями схилового стоку і зазнають дещо різних впливів. Вважається, що водосховище Денишівське більшою мірою, ніж водозабір Відсічне зазнає впливу біогенів, важких металів та органічних речовин.

Визначено результати біотестування токсичності вод поверхневих джерел водопостачання на церіодафніях (табл. 1).

Незважаючи на те, що гострої токсичної дії компонентів вод на церіодафній у дослідженнях не виявлено, значення індексів токсичності, що наближались до 50%, свідчили про можливість існування хронічного токсичного впливу дослідних вод. Дійсно, на 8-му добу тестування рівень

токсичності вод водосховищ р. Тетерів у групі Д2 досяг 50%, у Д1 — перетнув небезпечну межу. На 15-ту добу значення індексів токсичності засвідчили чітко виражену хронічну токсичну дію дослідних вод на дафній. Найменшу кількість іммобілізованих особин було зафіксовано на контролі, найбільшу — у групі Д1. Різниця між дослідними групами за цією тест-реакцією становила 10%, проте загиблих дафній із числа іммобілізованих виявилось у групі Д1 лише на 5% більше, ніж у Д2. Кількість особин, які дали потомство, навпаки, була більшою на 10% у групі Д2, ніж у групі Д1. Наведені дані свідчать про дещо кращу якість вод водозабору Відсічне порівняно з Денишівським водосховищем, однак не щодо контролю. Тому можна вважати, що води водосховищ р. Тетерів мають хронічну токсичність, виявлену на дафніях упродовж 15-ти діб. Подібна ситуація спостерігалася за тестування токсичності вод на цибулі (табл. 2).

Під час біотестування на цибулі за листоутворенням, як і на церіодафніях, токсичну дію вод виявлено на 8-му добу експерименту. Кількість цибулин з утвореними листками у групі Д1 поступалась їх кількості у контрольній групі (на 60%) та у групі Д2 (на 5%). Значення індексу

2. Біотестування токсичності вод поверхневих джерел водопостачання за визначенням листоутворення у *A. сера*

Доба досліді/ індекс токсичності води (Т, %)	Кількість цибулин з корінцями (n=20)					
	Контрольна група (К)		Дослідна група			
			Д1		Д2	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	6	30	—	—	—	—
T ₁	—	—	—	—	—	—
8	16	95	7	35,00	8	40,00
T ₈	—	—	56,25	—	50,00	—
15	20	100	8	40,00	9	45,00
T ₁₅	—	—	60,00	—	55,00	—
У тому числі цибулин:						
з порушенням розвитку листків	—	—	7	35	7	35
без листків	—	—	5	25	4	20

токсичності вод у групі Д1 на 6,25% перевищило, у групі Д2 досягло 50%. На 15-ту добу досліджень токсичність вод продовжувала впливати на листоутворення цибулі, яке у дослідних групах порівняно з контролем інгібувалося ще більшою мірою, ніж на 8-му добу. Кількість цибулин з порушенням розвитку листків, зокрема й недостатньо відрослих (менше 5 мм), була однаковою в обох дослідних групах (35%), а за кількістю цибулин без листків група Д2 на 5% поступалася групі Д1. Отже, за біотестування на цибулі також була підтверджена хронічна токсичність

вод водосховищ р. Тетерів. Тому реакція листоутворення цибулі як доповнення до іммобілізації дафній цілком може бути застосована у біотестуванні якості вод як альтернатива до загальноприйнятого вимірювання довжини корінців. У подальших дослідженнях кореневу систему та листки цибулі доцільно використати для виявлення цито- та генотоксичності вод.

Отже, тест-набір з цибулі і дафній за вказаними тест-реакціями не тільки дасть можливість підвищити інформативність біотестування хронічної токсичності вод, а й зробить його зручнішим для виконання.

Висновки

Для підвищення інформативності біотестування якості вод поверхневих джерел водопостачання доцільно використовувати тест-набір з *C. affinis* і *A. cepa*. На основі реакцій тест-об'єктів розраховано індекси токсичності (найвищі у групі

Д1 — 63,15 і 60% відповідно для церіодафній і цибулі та у групі Д2 — 55% для обох організмів), за якими виявлено специфічність чутливості *C. affinis* і *A. cepa* на 8-му та 15-му доби до хронічного ефекту дії цих вод.

Аристархова Э.А.

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

Биотестирование хронической токсичности вод поверхностных источников водоснабжения на *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg и *Allium cepa* L.

Цель. Повысить информативность биотестирования вод поверхностных источников водоснабжения за счет использования тест-набора из цериодафнии аффинис (*Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg) и лука обыкновенного (*Allium cepa* L.). **Методы.** Биотестирование качества вод по стандартным и собственным методикам. **Результаты.** В исследованиях по тест-реакциям иммобилизации цериодафний и листообразования лука определено вредное воздействие вод водохранилищ р. Тетерев на живые организмы. **Выводы.** Для тестирования качества вод поверхностных источников водоснабжения предложено использовать тест-набор из *C. affinis* и *A. cepa*. На основе реакций тест-объектов рассчитаны индексы токсичности, по которым выявлена специфичность чувствительности цериодафний и лука на 8- и 15-е сутки к токсическому хроническому эффекту действия этих вод.

Ключевые слова: качество вод, поверхностные источники водоснабжения, биотестирование,

C. affinis, *A. cepa*, индекс токсичности, хронический эффект.

Arystarkhova E.

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

Biотesting chronic toxicity of waters of surface sources of water service as to presence of *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg and *Allium cepa* L.

The purpose. To raise selfdescriptiveness of biotesting waters of surface sources of water service due to use of test-kit made of *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg and *Allium cepa* L. **Methods.** Biotesting the quality of waters using standard and own procedures. **Results.** Test-reactions on fixation of *Ceriodaphnia affinis* and leaf-creation of *Allium cepa* proved damage effect of waters of water reservoirs of river Teteriv on living organisms. **Conclusions.** For testing quality of waters of surface sources of water service it is offered to use test-kit made of *C. affinis* and *A. Sulfur*. On the basis of responses of test-objects indexes of toxicity are calculated which reveal specificity of responsivity of *Ceriodaphnia affinis* and *Allium cepa* on 8th and 15th day to toxic chronic effect of these waters.

Key words: quality of waters, surface sources of water service, biotesting, *C. affinis*, *A. cepa*, index of toxicity, chronic effect.

Бібліографія

1. Запольський А.К. Охорона питних вод від виснаження і забруднення/А.К. Запольський, І.В. Шумигай//Агроеколог. журн. — 2015. — № 3. — С. 6–15.
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; заявник та патентовласник В.В. Гончарук; заявл. 5.11.2015, опубл. 11.04.2016, Бюл. № 7.
3. 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.
4. Скок С.В. Оцінювання якості питної води м. Херсона методом біотестування/С.В. Скок//Агроеколог. журн. — 2015. — № 2. — С. 26–30.
5. Аристархова Е.О. Особливості визначення токсичності питної води/Е.О. Аристархова//Там само. — 2016. — № 3. — С. 50–55.
6. Differing *Daphnia magna* assimilation efficiencies for terrestrial, bacterial and algal carbon and fatty acids/S.J. Taipale, M.T. Brett, M.W. Hahn et al.//Ecology. — 2014. — V. 95. — P. 563–576.
7. ISO 10706: Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). — 2000. — 26 p.
8. Zooplankton (*Cladocera*) species turnover and long-term decline of *Daphnia* in two high mountain lakes in the Austrian Alps/L. Nevalainen, M. Ketola, J.B. Korosi et al.//Hydrobiologia. — 2014. — V. 722 (1). — P. 75–91.
9. Die Bestimmung des oekotoxikologischen Wasserpotentials mit *Allium cepa* L./E.O. Aristarchowa, A.S. Kozuba, I.W. Danilova, T.P. Kolodjuk/2nd International scientific conference Science progress in European countries new concepts and modern solutions Education. — October 14–15th. — Stuttgart (Germany). — 2013. — S. 34–35.
10. Fiskesjo G. The *Allium* test — an alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions//Mutation Res. — 1988. — V. 197. — P. 243–260.

ВИПРАВЛЕННЯ

З технічних причин у статті **Я.М. Гадзало, Ю.Я. Лузана «Сучасні виклики модернізації аграрної політики України»**, що вийшла друком у журналі «Вісник аграрної науки» №11 за 2017 р., на сторінці 16 у назві таблиці «Наявність поголів'я худоби в Україні, млн гол.» було допущено помилку у зазначенні одиниці виміру.

Правильно – «Наявність поголів'я худоби в Україні, тис. гол.».