



# Зберігання та переробка продукції

УДК 577.34:574.64:504.062

© 2017

*Е.О. Аристархова,*  
кандидат  
біологічних наук

Інститут агроекології  
і природокористування  
НААН

## **ВИЗНАЧЕННЯ ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОД ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА *DAPHNIA MAGNA STRAUS* ТА *TRADESCANTIA FLUMINENSIS* VELLOZO**

**Мета.** Підвищити інформативність біотестування вод поверхневих джерел водопостачання завдяки використанню тест-набору з дафнії магна (*Daphnia magna Straus*) і традесканції флуміненсис (*Tradescantia fluminensis Vellozo*). **Методи.** Біотестування якості води за стандартними і власними методиками. **Результати.** У дослідженнях за тест-реакціями іммобілізації дафній та коренеутворення традесканції визначено шкідливу дію вод водосховищ р. Тетерів на живі організми. **Висновки.** Для тестування якості вод поверхневих джерел водопостачання запропоновано використовувати тест-набір з *D. magna* і *T. fluminensis*. На основі реакцій тест-об'єктів розраховано індекси токсичності, за якими виявлено специфічність чутливості традесканції на 8-му добу і дафній на 15-ту добу до токсичного хронічного ефекту дії цих вод.

**Ключові слова:** якість вод, поверхневі джерела водопостачання, біотестування, *D. magna*, *T. fluminensis*, індекс токсичності, хронічний ефект.

У дослідженнях останніх років поряд із застосуванням традиційних методів контролю якості вод велику увагу приділяють біотестуванню — одному з найважливіших методів біомоніторингу [1–5]. Доведено, що ефективність біотестування істотно зростає за використання не поодиноких організмів, зокрема уніфікованих, а так званих наборів тест-об'єктів, до складу яких включено тваринні та рослинні форми [1–4]. Серед тваринних форм

найчастіше використовують дафній (*Daphnia magna Straus*) — стандартизовані тест-організми [4–8], а рослинні форми часто представлені рослинами *Allium cepa* L. та *Lactuca sativa* L., досить чутливими і зручними щодо виявлення негативних впливів води [2–4, 9]. Проте важливим аспектом тестування залишається геноподібність біоматеріалу, який застосовують в експериментах. Тому цікаво визначити токсичність вод на рослинах

(генетичних аналогах), а саме, на живцях, зрізаних з однієї рослини, які були б до того ж достатньо чутливими до змін якості вод поверхневих джерел водопостачання. Серед таких рослин особливе місце займає традесканція (*Tradescantia fluminensis* Vellozo), що знайшла широке застосування у визначенні токсичності, цито- та генотоксичності [5] різних середовищ, а також була запропонована нами для біотестування якості питної води [10].

**Мета досліджень** — підвищення інформативності методу біотестування вод поверхневих джерел водопостачання завдяки використанню тест-набору з *D. magna* і *T. fluminensis*.

**Матеріали і методи досліджень.** Експериментальні дані щодо токсичності вод поверхневих джерел водопостачання на КП «Житомирводоканал» отримували за допомогою методик тестування на дафніях і традесканції, зокрема запропонованих нами [5, 7, 10]. Сформували 3 групи організмів ( $n=20$ ), кожна з яких піддавали дії води. Дафнії були аналогами за віком (24 год), живці традесканції — за висотою стебел (10 см), кількістю та розміром листків (по 6 на кожному, довжиною 6–7 см). Проби води відбирали у вересні 2014 р. у кількості 1  $\text{дм}^3$  на групу один раз на день за загальноприйнятими методиками [7]. Тестування проб води проводили у хімічних ємностях (0,5  $\text{дм}^3$ ) із 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 водозабору Відсічне.

**Біотестування** — за кількістю активних та іммобілізованих (нерухомих) дафній та кількістю живців традесканції з корінцями (утворення першого кореневого пучка довжиною не менше 3 мм): на 1-шу, 8-му та 15-ту добу.

**Тест-об'єкти:** молодь дафній magna (*D. magna*) та живці традесканції флуміненсис (*T. fluminensis*), отримані з однієї рослини.

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

загальноприйнятую формулу [5, 7].

**Результати досліджень.** Токсичність води, тобто її властивості викликати патологічні зміни або/та загибель організмів, що зумовлено наявністю у воді токсичних речовин, визначається за допомогою біотестування і поділяється на гостру та хронічну. Гостра токсичність виявляється у короткий термін часу (до 7 діб), а хронічна — після довготривалого впливу води (понад 7 діб). У проведеному біотестуванні вод водосховищ р. Тетерів визначено такі показники: кількість активних дафній та кількість живців традесканції з розвинутими корінцями (мінімум одним кореневим пучком). За їх використання розраховували індекси токсичності вод у одні й ті самі терміни для тваринної і рослинної форм. Виявлена різниця між дослідними групами у токсичності вод пояснюється тим, що водосховища відрізняються за особливостями схилового стоку. Так, водосховище Денишівське децю більшою мірою, ніж водозабір Відсічне зазнає надходження біогенів, важких металів та органічних речовин. Визначено результати тестування токсичної дії вод поверхневих джерел водопостачання на дафніях (табл. 1).

Гострої дії компонентів вод на дафній у дослідженнях не було. Лише на 8-му добу тестування з'явилися ознаки наближення токсичності вод до 50%-го рівня, що пов'язано з активною іммобілізацією особин. Перевищення 50%-ї межі токсичної дії вод виявлено на 15-ту добу в обох дослідних групах. Найменшу кількість іммобілізованих особин зафіксовано на контролі. Дослідні групи за цією тест-реакцією майже не відрізнялися — різниця між ними становила 5%. Загиблих дафній з числа іммобілізованих виявилось на 5% більше у групі Д1 порівняно з групою Д2. А кількість особин, які дали потомство, навпаки, була більшою на 10% у групі Д2, ніж у групі Д1. Отже, можна вважати, що води водосховищ р. Тетерів мають хронічну токсичність, виявлену на дафніях упродовж 15-ти діб.

Подібна ситуація, однак у більш ранній термін, спостерігалася за тестування токсичності вод, призначених для водопостачання, на традесканції (табл. 2).

На відміну від дафній за використання живців традесканції хронічна токсичність вод

**1. Біотестування токсичності вод поверхневих джерел водопостачання за визначенням іммобілізації *D. magna***

Доба дослід/індекс токсичності вод (Т, %)	Кількість активних дафній (n=20)					
	Контрольна група (К)		Дослідна група			
			Д1		Д2	
	Особин	%	Особин	%	Особин	%
1	20	100	13	65	15	75
T <sub>1</sub>		–		35,00		25,00
8	20	100	11	55	12	60
T <sub>8</sub>		–		45,00		40,00
15	19	95	8	40	9	45
T <sub>15</sub>		–		57,90		52,63
Кількість дафній, що дали нащадків	15	75	5	25	7	35
Іммобілізованих дафній	1	5	12	60	11	55
У т.ч. загинувших дафній	–	–	6	30	5	25

щодо їх коренеутворення виявлено на 8-му добу експерименту. Кількість живців з корінцями у групі Д1 поступалась їх кількості у контрольній групі (на 40%) та у групі Д2 (на 5%). Значення індексу токсичності вод у групі Д1 перевищило 50%, у групі Д2 наблизилось, однак не досягло цього рівня. Проте порушення розвитку корінців (поява поодиноких корінців замість кореневого пучка або відсутність кореневої системи загалом) на 8-му добу досліджень належним

чином визначити не вдалося, чіткіше недоліки формування корінців можна було спостерігати на 15-ту добу. Отже, за біотестування на традесканції також підтверджено хронічну токсичність вод водосховищ р. Тетерів. Причому інгібування росту корінців традесканції у водах гіршої якості виявилось чутливішою тест-реакцією на токсичну дію вод порівняно з іммобілізацією дафній. Так, прийнята за тест-реакцію ознака відносної кількості живців з корінцями є придатнішою

**2. Біотестування токсичності вод поверхневих джерел водопостачання за визначенням коренеутворення у живців *T. fluminensis***

Доба дослід/індекс токсичності вод (Т, %)	Кількість живців з корінцями (n=20)					
	Контрольна група (К)		Дослідна група			
			Д1		Д2	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	6	30	–	–	–	–
T <sub>1</sub>		–		–		–
8	19	95	9	47,37	10	52,63
T <sub>8</sub>		–		52,63		47,37
15	20	100	12	60,00	13	65,00
T <sub>15</sub>		–		40,00		35,00
У т.ч. живців з порушенням розвитку корінців	–	–	5	25	4	20
Живців без корінців	–	–	2	10	1	5

для розрахунку індексу токсичності вод в умовах водоканалів, ніж традиційне вимірювання довжини корінців. До того ж різницю у якості вод за інгібуванням коренеутворення у живців можливо виявити

на тиждень раніше, ніж на дафніях. Крім визначення хронічної токсичності, відрізняються корінці традесканції у подальших дослідженнях доцільно використати також для виявлення генотоксичності вод.

## Висновки

Для біотестування якості вод поверхневих джерел водопостачання запропоновано використовувати тест-набір з *D. magna* і *T. fluminensis*. На основі реакцій тест-об'єктів розраховано індекси токсичності

(найвищі: у групі Д1 — 57,90 і 52,63% та у групі Д2 — 52,63 і 47,37% відповідно), за якими виявлено специфічність чутливості традесканції на 8-му добу і дафній на 15-му добу до хронічного ефекту дії цих вод.

## Бібліографія

1. 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.
2. Arkhipchuk V.V. Mercury, metolachlor and 4-nitroquinoline-N-oxide cytotoxicity for *Allium cepa*, *Lactuca sativa* and *Hydra attenuata* cells/V.V. Arkhipchuk, N.N. Garanko, Yu.A. Stoika//10th International Symposium on Toxicity Assessment Quebec City, Quebec, Canada, 26–31 August, 2001: book of abstracts. — Quebec, Canada, 2001. — P. 24.
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//2<sup>nd</sup> International scientific conference Science progress in European countries new concepts and modern solutions Education. — October 14–15<sup>th</sup>. — Stuttgart (Germany). — 2013. — S. 34–35.
10. Genotoxicity evaluation of water soil leachates by Ames test, comet assay, and preliminary *Tradescantia* micronucleus assay/B. Lah, T. Vidic, E. Glasencnik et al.//Environmental Monitoring and Assessment April. — 2008. — V. 139 (1–3). — P. 107–118.

Надійшла 31.07.2017.