# ГЕОГРАФІЧНІ НАУКИ

УДК 504.064.3:477.54

## ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ МІСТА ХАРКОВА

**Крайнюков О.М., Кривицька М.І.**
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Показана можливість використання розробленого методу біотестування з метою оперативного моніторингу поверхневих вод для визначення гострої летальної токсичності води, наявність якої у пробах поверхневих вод буде свідчити про загрозу виникнення у водному об'єкті надзвичайної екологічної ситуації. У запропонованому методі біотестування в якості тест-об'єктів використовуються представники ракоподібних – церіодафнії. Критерієм гострої летальної токсичності води є загибель 50% і більше церіодафній у дослідній воді порівняно з контролем за 48 год. експонування. Узагальнюючи результати можна зробити висновок, що у двох з п'яти досліджуваних створів вода була слабко токсичною і не відповідала нормативним вимогам до якості поверхневих вод, що насамперед обумовлюється антропогенним навантаженням на вищеозначені водні об'єкти.

**Ключові слова:** токсичні властивості, метод біотестування, гостра летальна токсичність, тест-об'єкт, експрес-індикатор токсичності.

**Постановка проблеми.** Відповідно до вимог, встановлених керівним нормативним документом, який регламентує порядок здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод [1], до переліку показників, що характеризують склад та властивості води водних об'єктів, включено показник загальної токсичності води, який визначається методом біотестування. З метою виявлення найбільш екологічно небезпечних джерел забруднення водних об'єктів токсичними речовинами, надзвичайних ситуацій на водних об'єктах, обумовлених залповими або аварійними скидами зворотних вод, розроблено спосіб [2], в основу якого покладено модифікацію методики біотестування з використанням в якості тест-організмів представників ракоподібних (*Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg), чутливих до дії широкого спектру хімічних речовин. Спосіб реалізується за допомогою портативного пристрою [3] – експрес-індикатора токсичності (EIT), в якому розміщено два штативи, що містять по 12 індикаційних посудин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз результатів впровадження еколого-токсикологічних методів в систему оцінки і контролю якості природних і стічних вод в різних зарубіжних країнах показав, що в США досить ефективно було вирішено проблему охорони вод від токсичного забруднення [4]. Про це свідчить підготовлений Агенством з охорони навколишнього середовища (EPA) документ «Стратегія в галузі дослідження вод», в якому наголошується необхідність застосування біотестів для оцінки токсичності води [5].

В останні роки набір методик біотестування, який застосовується підрозділами EPA в США, включає біотести з використанням показників виживаності риб на ранніх стадіях розвитку, наприклад *Pimephales promelas*, виживаності та плодючості церіодафній *Ceriodaphnia dubia*, приросту чисельності клітин водоростей *Selenastrum capricornutum* [6].

У ряді інших зарубіжних країн метод біотестування також впроваджується у водоохоронну практику. Оцінка токсичних властивостей ґрунту і донних відкладів здійснюється Федеральним агентством з охорони навколишнього середовища Німеччини [7] за допомогою різних тест-об'єктів: риб, дафній, водоростей, бактерій. Найчастіше використовується біотест, заснований на реєстрації рівня біолюмінесценції бактерій, що світяться. Визначається концентрація стічної води, в якій активність світіння бактерій послаблюється на 20% у порівнянні з контролем. Ця величина приймається як критерій токсичності. Використовуються також методики визначення гострої і хронічної токсичності ґрунту і донних відкладів. Розроблено пристрої, засновані на реєстрації зміни активності золотого язя, які включено до складу автоматизованої станції контролю якості води річки Ельба [8].

За даними, наведеними у роботі [9] показано, що у Франції функціонує система контролю якості води, заснована на використанні значного набору показників, у тому числі і токсикологічних, за допомогою яких здійснюється комплексна оцінка якості природних вод і контроль джерел забруднення водних об'єктів. Організовано виробничий контроль токсичності стічних вод практично на всіх промислових об'єктах. Біотестування проводиться за допомогою набору стандартних методик. В якості тест-об'єктів використовуються представники основних трофічних ланок водної екосистеми: риби, безхребетні, водорості і бактерії.

У Швеції застосовують методику визначення токсичності стічних вод, що утворюються на різних стадіях виробничого процесу. Для біотестування використовуються різні реакції водних організмів: репродуктивна здатність, ряд фізіолого-біохімічних показників, вивчаються також канцерогенні та мутагенні властивості токсикантів, які входять до складу стічних вод [10].

Ряд стандартних біотестів для визначення гострої токсичності води і хімічних речовин засто-



© Крайнюков О.М., Кривицька М.І., 2016

совуються у водоохоронній практиці в Фінляндії [11]. В якості тест-організмів використовуються райдужна форель, риба-зебра, дафнії, водорості і бактерії. Проводяться також хронічні експерименти з використанням ікри риб і молоді дафній для одержання даних щодо залежності між дією стічних вод на стан риб в лабораторних і природних умовах. Такі дослідження проведені в місцях скидання стічних вод целюлозно-паперової, металургійної, хімічної та нафтохімічної промисловостей.

У роботі [12] відзначається, що на основі результатів токсикологічних досліджень Національне управління по воді підготувало директивний документ, який передбачає використання тестів на токсичність в контролі джерел забруднення Балтійського моря. Оцінку рівня токсичності морських вод запропоновано проводити за допомогою біотеста з використанням морських організмів – мідій.

Значну кількість публікацій присвячено проблемі розробки та впровадження біотестів у практику водоохоронної діяльності в Чехії, Угорщині, Польщі та інших країнах. В якості тест-об'єктів в методиках біотестування використовується різноманітний набір організмів: найпростіші *Paramecium caudatum* і *Tetrahymena pyriformis*, ракоподібні *Daphnia magna*, водорості *Ankistrodesmus falcatus* і *Scenedesmus quadricauda*, риби *Lebistes reticulata* та інші. Галузь застосування біотестів в цих країнах поширюється на контроль стічних вод, окремих хімічних речовин, в деяких випадках проводиться оцінка токсичності природної води. У роботі [13] позитивно характеризується дафнієвий тест, застосований для оцінки якості води річки Дунай.

Представники ракоподібних *Daphnia magna* і *Ceriodaphnia affinis* відносяться до тест-об'єктів, що використовуються практично в усіх країнах, в яких методи біотестування застосовуються у будь-якій природоохоронній галузі. У роботі [14] наведено результати впровадження методик з використанням ракоподібних *Daphnia magna* і личинок безхребетних *Haliotis midae* для визначення потенційної екологічної небезпеки промислових та господарсько-побутових стічних вод. За результатами досліджень зроблено висновок про економічність та ефективність запропонованих методик, які показали високу чутливість при визначенні токсичних властивостей стічних вод, що містять незначні концентрації цинку.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до призначення державний моніторинг вод поділяється на фоновий (науковий), загальний (стандартний) і кризовий (оперативний) [15].

З метою виявлення найбільш екологічно небезпечних джерел забруднення водних об'єктів токсичними речовинами, надзвичайних ситуацій на водних об'єктах, обумовлених залповими або аварійними скидами зворотних вод та задля проведення оперативного моніторингу, розроблено спосіб [2], в основу якого покладено модифікацію методики біотестування з використанням в якості тест-організмів представників ракоподібних (*Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg), чутливих до дії широкого спектру хімічних речовин. Спосіб реалізується за допомогою портативного пристрою [3] – експрес-індикатора токсичності (EIT), в якому розміщено два штативи, що містять по 12 індикаційних посудин.

Для проведення еколого-токсикологічної оцінки стану водних об'єктів м. Харкова було обрано 3 річки – Лопань, Харків та Уди з прив'язкою до існуючих у межах досліджуваних ділянок річок різних джерел забруднення. Усього було відібрано 5 проб води з контрольних створів:

– Створ № 1 – р. Лопань, 300 метрів нижче скиду стічних вод заводу ім. Т. Г. Шевченка;

– Створ № 2 – р. Лопань, 300 метрів вище скиду стічних вод заводу ім. Т. Г. Шевченка;

– Створ № 3 – р. Харків, район старого цирку;

– Створ № 4 – р. Лопань, район центрального ринку;

– Створ № 5 – р. Уди, Сімферопольське шосе, район смт. Жихар.

Для експрес-оцінки токсичності води використовували пристрій – експрес індикатор токсичності (EIT), в якому розміщено два штативи, що містили по 5 індикаційних посудин, шток та лупу.

Облік живих дафній проводили через 3, 6, 12, 24 і 48 години від початку експонування. Наявність або відсутність токсичності води визначали за показником виживаності дафній. Критерієм токсичності є загибель 50% і більше дафній у дослідній воді в порівнянні з контролем при тривалості біотестування до 48 год.

За результатами біотестування визначили відсутність або наявність токсичності води та отримали наступні результати (табл.):

Таблиця

**Результати еколого-токсикологічної оцінки стану водних об'єктів м. Харкова**

| № проби | Створ | Кількість загиблих дафній, % | Ступінь токсичності |
|---|---|---|---|
| **1** | **р. Лопань, 300 м нижче скиду стічних вод заводу ім. Т.Г. Шевченка** | **≥50** | **вода слабко токсична** |
| 2 | р. Лопань, 300 м вище скиду стічних вод заводу ім. Т.Г. Шевченка | <50 | вода нетоксична |
| **3** | **р. Харків, район старого Цирку** | **≥50** | **вода слабко токсична** |
| 4 | р. Лопань, район Центрального ринку | <50 | вода нетоксична |
| 5 | р. Уди, Сімферопольське шосе, район сел. Жихар | <50 | вода нетоксична |

*Джерело: розроблено автором*

1 створ – р. Лопань, 300 м нижче скиду стічних вод заводу ім. Шевченка. Кількість загиблих дафній відносно контролю, через 48 годин – 54%, тобто більше 50%, можна зробити висновок, що проба з цього створу слабко токсична;

2 створ – р. Лопань, 300 м вище скиду стічних вод заводу. Кількість загиблих дафній відносно контролю, через 48 годин – 18%, тобто менше 50%, можна зробити висновок, що проба з цього створу не виявляє токсичності;

3 створ – р. Харків, район старого Цирку. Кількість загиблих дафній відносно контролю,

через 48 годин – 66%, тобто більше 50%, можна зробити висновок, що проба з цього створу слабко токсична;

4 створ – р. Лопань, район Центрального ринку. Кількість загиблих дафній відносно контролю, через 48 годин – 4%, тобто менше 50%, можна зробити висновок, що проба з цього створу не виявляє токсичності;

5 створ – р. Уди, Сімферопольське шосе, район сел. Жихар. Кількість загиблих дафній відносно контролю, через 48 годин – 6%, тобто менше 50%, можна зробити висновок, що проба з цього створу не виявляє токсичності.

Таким чином, можна зробити висновок, що у двох з п'яти створів (р. Лопань, 300 м нижче скиду стічних вод заводу ім. Т.Г. Шевченка; р. Харків, район старого Цирку) вода була слабко токсичною і не відповідала нормативним вимогам до якості поверхневих вод, що насамперед обумовлюється антропогенним навантаженням на вищеозначені водні об'єкти.

Підсумовуючи результати дослідження, можна зробити висновок щодо наявності токсичних властивостей води в річках м. Харкова за показником загальної токсичності, а також доцільності використання запропонованих методу біотестування і засобу для його здійснення з метою оперативного виявлення осередків надзвичайно високого рівня забруднення поверхневих вод екологічно небезпечними токсичними речовинами.

**Висновки.** Для проведення еколого-токсикологічної оцінки стану водних об'єктів м. Харкова було обрано 3 річки – Лопань, Харків та Уди. Проби води було відібрано із 5 контрольних створів.

Отримані результати свідчать про те, що у двох з п'яти створів (р. Лопань, 300 м нижче скиду стічних вод заводу ім. Т.Г. Шевченка; р. Харків, район старого Цирку) вода була слабко токсичною і не відповідала нормативним вимогам до якості поверхневих вод, що обумовлює доцільність використання запропонованих методу біотестування і засобу для оперативного виявлення осередків надзвичайно високого рівня забруднення поверхневих вод екологічно небезпечними токсичними речовинами.

## Список літератури:


1. КНД 211.1.1.106-203. Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів). – Київ: Мінекоресурсів України, 2003. – 64 с.
2. Патент на корисну модель № 45053 «Спосіб біологічного тестування». Зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 26.10.2009. Автори Крайнюков О.М., Крайнюкова А.М. (11) 45053 (13) U (51) МПК (2009) GO1N 33/18.
3. Патент на корисну модель № 45811 «Пристрій для біологічного тестування води». Зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.11.2009. Автори Крайнюков О.М., Крайнюкова А.М., Некос А.Н. (11) 45811 (13)U (51) МПК (2009) GO1N 33/18.
4. Peltier W. H. Impact of an industrial effluent on aquatic organisms: EPA region IV case history/ W. H. Peltier // Proc. Pellston Environ. Workshop, Cody, Wyo., 22 – 27 Aug., 1982. – New York, 1986. – P. 216 – 227.
5. Стратегия в области исследования вод. Агенство по охране окружающей среды: ДК – 10460. – Вашингтон, 1982. – 33 с.
6. Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms / [Ed. P.A. Lewis, D.J. Klemm, J.M. Lazorchak et al.]. – USEPA/600/4-91/002. – 3rd Ed. – 1994.
7. Nendza M. Inventory of marine biotest methods for the evaluation of dredged material and sediments/ M. Nendza // Chemosphere. – 2002. –Vol. 48. – Issue 8. – P.865–883.
8. Toxicity Assessment of Water Samples from Rivers in Central Poland Using a Battery of Microbiotests – a Pilot Study/ [Kaza M., Mankiewicz-Boczek J., Izydorczyk K., Sawicki J.] // Polish J. of Environ. Stud. – Vol. 16. – № 1. – 2007. – P. – 81-89.
9. Vullierment B. Improvement of the mass end energy balances in the tanning industry/ B. Vullierment // Ala. Acad. Sci. – 1980. – P. 233 – 275.
10. Колупаев Б. И. Исследования по водной токсикологии в Швеции/ Б. И. Колупаев// Гидробиол. журнал. – 1984. – Т. 20. – № 1. – С. 97-107.
11. Nikunen E. Daphnia magna as indicator of the acute toxicity of waste waters/ E.Nikunen, V. Miettinen// Bull. Environ. Contam. and Toxicol. – 1985. -№ 3. – P. 368 – 374.
12. Lappakoski E. Ecological relevance of toxicity tests – the Baltic Sea/ E. Lappakoski // Raporttisar Joensuun yliopisto Mat.- luonnoutieteellis tiedekunnan. – 1986. -№ 8. – P. 34-36.
13. Hegedus O. Analysis of the Danube water quality by acute and chronic toxicological tests/ O. Hegedus // Egesszsigtodomony. – 1986. -№ 2. – P. 198-203.
14. Shackleton A. L. Bioassays for coastal water quality: An assessment using the larval development of Haliotis midae/ A. L. Shackleton, D. S. Schoeman, B. K. Newman// L. WATER SA. – 2002. – Vol. 28. – Issue 4. – P. 457-461.
15. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» № 815 від 20 липня 1996 року.

**Крайнюков А.Н., Кривицкая М.И.**
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

## ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА ХАРЬКОВА

**Аннотация**
Показана возможность использования разработанного метода биотестирования с целью оперативного мониторинга поверхностных вод для определения острой летальной токсичности воды, наличие которой в пробах поверхностных вод будет свидетельствовать об угрозе возникновения в водном объекте чрезвычайной экологической ситуации. В предложенном методе биотестирования в качестве тест-объектов используются представители ракообразных – цериодафнии. Критерием острой летальной токсичности воды является гибель 50% и более цериодафний в исследуемой воде по сравнению с контролем за 48 ч. экспонирования. Обобщая результаты можно сделать вывод, что в двух из пяти исследуемых створах вода была слаботоксичной и не отвечала нормативным требованиям к качеству поверхностных вод, что, прежде всего, обуславливается антропогенной нагрузкой на вышеуказанные водные объекты.
**Ключевые слова:** токсические свойства, метод биотестирования, острая летальная токсичность, тест-объект, экспресс-индикатор токсичности.

**Krainiukov A.N., Kryvytska M.I.**
V.N. Karazin Kharkiv National University

## ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF WATER BODIES KHARKIV

**Summary**
The possibility of using the developed method biotesting with the view of operational monitoring of surface water to determine the acute lethal toxicity of water, the presence of which in samples of surface water would indicate about the threat of a water body environmental emergency. In the proposed method of biotesting as test objects used representatives of crustaceans – Ceriodaphnia. The criterion of acute lethal toxicity of the water is the death of 50% or more in the test Ceriodaphnia water compared with the control for 48 hr. exposing. Summarizing the results it may be concluded that in two of five control points the water was slightly toxic and did not reply normative requirements to the quality of surface water, which is primarily caused by the anthropogenic load on the above bodies of water.
**Keywords:** toxic properties, method of biotesting, the acute lethal toxicity, test object, express indicator of toxicity.