

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК 574.64:574.2

О. М. КРАЙНЮКОВ, канд. геогр. наук, доц.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна
alkraynukov@gmail.com

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЧУТЛИВОСТІ ОРГАНІЗМІВ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИК БІОТЕСТУВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ

Представлено результати оцінки набору методик біотестування (біотестів) з метою відбору найбільш ефективних для визначення токсичних і генотоксичних властивостей різних категорій вод. До набору біотестів включено методики з використанням в якості тест-об'єктів представників основних трофічних ланок водної екосистеми – бактерій, інфузорій, ракоподібних, молюсків, риб, вищих рослин, а також комах дрозоділ, які є класичним біотестом для визначення генотоксичних і мутагенних ефектів.

Вперше оцінка здійснювалась за спеціально розробленими критеріями, які дозволили отримати вичерпну характеристику біотестів. За результатами випробування біотестів визначено ефективні методики біотестування для токсикологічної оцінки, нормування і контролю якості стічних, поверхневих і питних вод. Найбільш чутливою до дії широкого спектру хімічних речовин і ефективною для використання у водоохоронній практиці виявився біотест на *Ceriodaphnia affinis*.

Ключові слова: біотест, критерії оцінки, чутливість, ефективність, стічні води, поверхневі води, питна вода, випробування, гостра токсичність, хронічна токсичність, генотоксичні і мутагенні властивості

Krainiukov A. N. EVALUATION CRITERIA OF SENSITIVITY OF ORGANISM AND EFFICIENCY OF BIOTESTING METHODS FOR DETERMINATION OF TOXIC PROPERTIES OF WATER

The article presents the results of a set of biological testing methods (bioassays) in order to select the most effective for determining toxic and genotoxic properties of the various categories of water. The set of bioassays were included techniques using as test objects of representatives of major trophic links of the aquatic ecosystems - bacteria, ciliates, crustaceans, mollusks, fish, plants, and also *Drosophila* flies, which are a classic bioassay for determining of the genotoxic and mutagenic effects.

First assessment is carried out with using a specially developed criteria which allow obtain a comprehensive characteristic of bioassays. The testing results of bioassays were identified effective methods of biotesting for toxicological evaluation, standardization and quality control of waste, surface and drinking water. The most sensitive for the action of a large range of chemical substances and effective for using in water conservation practice was bioassay on *Ceriodaphnia affinis*.

Key words: biotest, evaluation criteria of sensitivity, efficiency, waste water, surface water, drinking water, approbation, acute toxicity, chronic toxicity, genotoxicity and mutagenicity properties

Крайнюков А. Н. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМОВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИК БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ

Представлены результаты оценки набора методик биотестирования (биотестов) с целью отбора наиболее эффективных для определения токсических и генотоксичных свойств различных категорий вод. В набор биотестов включены методики с использованием в качестве тест-объектов представителей основных трофических звеньев водной экосистемы - бактерий, инфузорий, ракообразных, моллюсков, рыб, высших растений, а также мух дрозофил, которые являются классическим биотестом для определения генотоксичных и мутагенных эффектов.

Впервые оценка осуществлялась с использованием специально разработанных критериев, которые позволили получить исчерпывающую характеристику биотестов. По результатам испытания биотестов были определены эффективные методики биотестирования для токсикологической оценки, нормирования и контроля качества сточных, поверхностных и питьевых вод. Наиболее чувствительным к действию большого спектра химических веществ и эффективным для использования в водоохранной практике оказался биотест на *Ceriodaphnia affinis*.

Ключевые слова: биотест, критерии оценки, чувствительность, эффективность, сточные воды, поверхностные воды, питьевая вода, апробация, острая токсичность, хроническая токсичность, генотоксичные и мутагенные свойства.

ВСТУП

Постановка проблеми. Вибір ефективної методики біотестування для визначення рівня токсичності будь-якої категорії води – це важлива методологічна проблема, яка потребує вирішення за допомогою використання спеціальних критеріїв.

Однією із визначальних характеристик методик біотестування є чутливість організмів, які використовуються в якості тест-об'єктів, на присутність у середовищі їх мешкання хімічних речовин токсичної дії. Обговоренню питання щодо чутливості водних організмів до дії токсичних речовин присвячено чисельні роботи [1-4]. Поняття чутливості організмів має два аспекти – якісний і кількісний. В якісному відношенні чутливість означає здатність функцій організму відповідати на вплив хімічних речовин. У кількісному відношенні найчастіше чутливість використовується для зіставлення реактивності різних організмів, функцій і процесів на шкідливі впливи. Один організм вважається більш чутливим, ніж інший, якщо порушення його функцій відбувається раніше, при менших концентраціях або вираженість таких порушень виявляється раніше.

При дослідженні дії токсичної речовини на організм оцінюють його реакцію за одним або декількома показниками. Якщо досліджується сукупність показників, то, зазвичай, загальна чутливість організму встановлюється по найчутливішому з показників.

Спроби обмежити застосування поняття чутливості процесами фізіолого-біохімічного характеру навряд чи виправдано. Дослідження з урахуванням інших функцій життєдіяльності організмів також може бути

використано для оцінки чутливості організму за відповідними показниками.

В якості кількісного показника чутливості використовується, або мінімальна концентрація токсичної речовини, що викликає зміну будь-якої функції організму за конкретний термін, або мінімальний термін прояву зміни при заданому впливі, або, нарешті, величина відповідної реакції при заданому впливі і терміні, визначеному умовами досліду. У зв'язку з цим, одиницями вимірювання чутливості можуть служити одиниці концентрації речовини, часу або одиниці вираження ефекту (відсотки). При вираженні чутливості організму через концентрацію або час заздалегідь встановлюється фіксована величина ефекту, яка повинна бути викликана впливом. Найчастіше приймається величина ефекту, що складає мінімальне статистичне достовірне відхилення відповідного показника від контролю.

Таким чином, поняття чутливості є відносним, а при кількісній оцінці чутливості функції організму існує необхідність введення обмежуючих умов. З урахуванням цих умов поняття чутливості може бути визначене як найменша величина токсичної дії (концентрація або термін експозиції), що викликає відхилення будь-якого біологічного або екологічного показника від контролю не менш, ніж на деяку обумовлену величину за встановлений термін.

Викладені теоретичні положення явилися основою для визначення поняття «критерій токсичності» *, який встановлюється для методик біотестування з метою однозначного тлумачення результатів оцінки токсичних властивостей води.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

З метою випробування різних організмів за критерієм їх чутливості на присутність у воді специфічних хімічних речовин токсичної дії було виконано комплекс еколого-токсикологічних досліджень поверх-

невих вод і джерел їх забруднення на території дніпровського басейну. Проби води для біотестування відбирали на різних ділянках Дніпра та його притоків (Рось, Ольшанка, Сула, Тясмин, Омельник, Ворскла, Орель, Коноплянка, Мокра Сура, Самара). У пробах води визначали хронічну токсичність за допомогою набору методик біотестування (біотестів) з використанням в якос-

* – встановлене значення тест реакції за певних умов експозиції, на підставі якого роблять висновок щодо токсичності води.

Tetrahymena pyriformis, водоростей *Scenedesmus quadricauda*, ракоподібних *Daphnia magna* та *Ceriodaphnia affinis*, моллюсків *Limnea stagnalis*, риб *Poecillia*

reticulata, комах *Drosophila melanogaster*, водних рослин *Lemna minor*.

Оцінку ефективності біотестів за відповідними критеріями наведено у таблиці.

Таблиця

Підсумкова оцінка ефективності біотестів

	Біотести з використанням									
	Vibrio fischeri	Tetrahymena pyriformis	Scenedesmus quadricauda	Daphnia magna	Ceriodaphnia affinis		Limnea stagnalis	Drosophila melanogaster	Poecillia reticulata	Lemna minor
					48 год	7 діб				
Бали	86	79	76	90	93	96	62	69	62	50

Як видно із таблиці, найбільш ефективним виявився біотест з використанням ракоподібних *Ceriodaphnia affinis*, *Daphnia magna* і бактеріях *Vibrio fischeri*. Отримані результати підтверджуються даними, наведеними в публікаціях зарубіжних авторів [9-11].

В умовах України, при впровадженні біотестів в систему оцінки, нормування і контролю поверхневих та стічних вод доці-

льним і достатнім слід вважати використання біотеста на церіодафніях, оскільки його значною перевагою, порівняно з іншими, є можливість визначати рівень гострої і хронічної токсичності в оперативному режимі, що необхідно для контролю відповідності якості стічних вод встановленому нормативу токсичності та оцінки їх впливу на якість води водних об'єктів.

ВИСНОВКИ

На підставі результатів досліджень та розроблених критеріїв порівняльної оцінки біотестів і враховуючи пропозиції фахівців з регіональних лабораторій для використання у водоохоронній практиці рекомендовано такі біотести:

для визначення рівня токсичності і нормування поверхневих і стічних вод - біотести на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* як найбільш чутливому тест-організмі до дії великого спектру хімічних речовин та *Daphnia magna* завдяки високій оперативності та експресності цього біотесту, можливості використання за допомогою спеціальних пристроїв у польових умовах.

Важливою особливістю обох біотестів є те, що вони широко застосовуються для оцінки токсичних властивостей різних категорій вод в інших країнах;

для токсикологічної оцінки і контролю якості питних вод - біотести на ракоподібних церіодафніях *Ceriodaphnia affinis* та інфузоріях *Tetrahymena pyriformis*. Ракоподібні та інфузорії рекомендовані також Державними санітарними правилами і нормами для експрес-оцінки якості питних вод; для визначення генотоксичних і мутагенних властивостей поверхневих і питних вод рекомендовано застосовувати біотест на комах *Drosophila melanogaster*.

ЛІТЕРАТУРА

1. Строганов Н. С. Методика определения токсичности водной среды / Н. С. Строганов // Методики биол. исслед. по водной токсикологии. – М.: Наука, 1971. – С. 14-60.
 2. Лесников Л. А. Основные задачи, возможности и ограничения биотестирования./ Л. А. Лесников // Теоретические вопросы биотестирования. – Волгоград. 1983. – С. 3-12.
 3. Филенко О. Ф. Водная токсикология. / О. Ф. Филенко– М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 154с.

4. Филенко О. Ф. Биотестирование: возможности и перспективы использования в контроле поверхностных вод / О. Ф. Филенко, О. П. Брагинский А. Н. Крайнюкова. // Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – С. 189-215.
 5. UN/ECE Task Force on Monitoring & Watercourses. Volum 3: Biological Assessment Methods for Watercourses, Helsinki. 1992.
 6. Environmental Protection Series. Biological Test Method: Test of Reproduction and Survival Using the Cladoceran *Ceriodaphnia dubia*, Enviro

7. mental Protection Conservation and Protection Environment Canada. Report EPS 1/RM/21 Februari. 1992.

8. Monitoring Water Quality in the Future. Volum 3: Biomonitoring. Part 5: Toxicity Monitoring of Effluents. Bilthoven. The Netherlands. 1995.

9. Біотестування у природоохоронній практиці. Збірник методик/ Під. ред.. Крайнюкової А. Київ, 1997. – 347 с.

10. Mouthly Environment Report of Pine Falls Company Limited, Manitoba. Canada, May 1997.

11. United States Environmental Protection Agency Region IV. Authorization to discharge under the National Pollutant Discharge Elimination System. Part IV: Whole Effluent Toxicity Testing Program. Venice. Florida. 1995.

12. International Standart. Water quality — Determination of acute lethal toxicity to marine copepods (Copepoda. Crustacea). ISO/FDIS 14669: 1998.

Надійшла до редколегії 22.02.2013

УДК 551:504.054:502.7(477)

Г. О. КРАВЧУК, канд. геол. наук

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

aokravchuk@gmail.com

ГЕОТОКСИКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ МОРФОЛОГІЧНИХ ПОРУШЕНЬ БЕНТОСНИХ ФОРАМІНІФЕР

Обґрунтовано застосування бентосних форамініфер для оцінки геоекологічних умов на шельфі Чорного моря. Сучасна нестабільність геохімічної обстановки в прибережній зоні впливає на показники ступеня виживання видів та частоти виродливостей (фенодевіантів) бентосних форамініфер, встановлено 9 різновидів морфологічних дефектів черепашок.

Ключові слова: Чорне море, шельф, геоекологічна обстановка, бентосні форамініфери

Kravchuk A. A. GEOTOXICOLOGICAL RESEARCHES OF THE MARINE ENVIRONMENT ON THE BASIS OF THE ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL VIOLATIONS IN BENTHIC FORAMINIFERA

The work is devoted to application of the benthic foraminifera for an evaluation of an geoeological situation on a northwest shelf of the Black Sea. Modern instability of a geochemical situation in a coastal zone influences exponents of a survival of types and the frequency of teratisms (fenodeviants) benthic a foraminifera, 9 versions of morphological defects shells.

Keywords: the Black Sea, shelf, geoeological situation, benthic foraminifera

Кравчук А. О. ГЕОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР

Обосновано применение бентосных фораминифер для оценки геозкологической обстановки на шельфе Черного моря. Современная нестабильность геохимической обстановки в прибрежной зоне влияет на показатели степени выживания видов и частоты уродств (фенодевиантов) бентосных фораминифер, установлено 9 разновидностей морфологических дефектов раковин.

Ключевые слова: Черное море, шельф, геозкологическая обстановка, бентосные фораминиферы

ВСТУП

У останні десятиріччя активно розвивається науковий напрямок – морська геотоксикологія. Геотоксикологія є підрозділом геоекології та вивчає закономірності дії геологічних процесів на довкілля. Основне завдання геотоксико-логічних досліджень – це аналіз і прогноз стану даних екологічних систем та динаміки геологічних процесів. Методика біотестування – один з

провідних напрямів оперативного геотоксикологічного контролю морського середовища, забезпечує об'єктивне виявлення токсичних ефектів і оцінку інтенсивності їх прояву [6]. При визначенні змін у донних відкладах, які концентрують основну масу привнесеної гетерогенної речовини, універсальним індикатором є бентосні форамініфери. Аномалії розвитку форамініфер відбивають наявність токсичних ефектів, до найбільш помітних ознак