

Біологічні науки

УДК 574.64:504.064

**Крайнюков Олексій Миколайович**

*доктор географічних наук, професор,  
професор кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

**Крайнюков Алексей Николаевич**

*доктор географических наук, профессор,  
професор кафедри екологічної безпеки та екологічного образования  
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

**Krainiukov Oleksii**

*Doctor of Geographical Sciences, Professor  
V.N. Karazin Kharkiv National University*

**Кривицька Іветта Анатоліївна**

*доцент кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

**Кривицкая Иветта Анатольевна**

*доцент кафедры экологической безопасности и экологического образования  
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

**Kryvytska Ivetta**

*Associate Professor*

*V.N. Karazin Kharkiv National University*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСТОТИ СЕРДЕЧНИХ  
СКОРОЧЕНЬ *DAPHNIA MAGNA* ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ  
ТОКСИКАНТА**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ  
СОКРАЩЕНИЙ *DAPHNIA MAGNA* ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ  
ТОКСИКАНТОВ**

## STUDY OF THE DEPENDENCE OF *DAPHNIA MAGNA* HEART RATE ON THE TOXICANT CONCENTRATION

**Анотація.** Представлено експериментальні дослідження щодо використання для виміру реакцій біологічних об'єктів фізіологічних і поведінкових екотоксикологічних біомаркерів. Наведена залежність, що дозволяє розрахунковим способом визначати характер токсичної дії токсикантів на сердечну діяльність *Daphnia magna* Straus, яка може бути використана як функціональний експрес-тест.

**Ключові слова:** біотестування, тест-організм, біомаркери, токсикант, частота сердечних скорочень.

**Аннотация.** Представлены экспериментальные исследования по использованию для измерения реакций биологических объектов физиологических и поведенческих экотоксикологических биомаркеров. Приведена зависимость, позволяющая расчетным способом определять характер токсического действия токсикантов на сердечную деятельность *Daphnia magna* Straus, которая может быть использована как функциональный экспресс-тест.

**Ключевые слова:** биотестирование, тест-организм, биомаркеры, токсикант, частота сердечных сокращений.

**Summary.** Experimental studies on the use of physiological and behavioral ecotoxicological biomarkers for measuring the reactions of biological objects are presented. The dependence is given, which allows to calculate the nature of the toxic effect of toxicants on the cardiac activity of *Daphnia magna* Straus, which can be used as a functional rapid test.

**Key words:** biotesting, test organism, biomarkers, toxicant, heart rate.

**Актуальність проблеми.** Існуючі технічні пристрої і системи на основі датчиків виміру фізико-хімічних характеристик поверхневих вод передбачені тільки для моніторингу конкретних характеристик води, але не дозволяють стежити за іншими шкідливими діями на воду, які можуть несподівано виявитися на критичному рівні. Крім того, вони не дають можливості об'єктивно визначати міру небезпеки цих змін для гідробіонтів. Тому результати вимірів тільки фізико-хімічних характеристик природних вод, як правило, недостатні для оцінки міри впливу цих дій на функціональний стан біоти і оцінки стану водних екосистем.

Істотний інтерес для розвитку біологічних методів контролю стану водних екосистем в реальному часі представляє напрям, заснований на використанні для виміру реакцій біологічних об'єктів фізіологічних і поведінкових екотоксикологічних біомаркерів. Перевагою біотестування якості води такими інструментальними екофізіологічними методами є їх експресність і можливість інтегральної оцінки дії забруднюючих речовин на біоту. В якості фізіологічних біомаркерів частіше за все використовуються характеристики кардіоактивності тест-організмів: частота серцевих скорочень або її зворотна величина - середня величина кардіоінтервалу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В процесі досліджень надзвичайно важливий правильний вибір біоіндикатора. До ідеального біоіндикатора можна віднести організм, що демонструє лінійну кореляцію між рівнем забруднення середовища і вмістом (акумуляцією) у ньому забруднювача і/або його реакцією на це забруднення.

Узагальнено основні критерії вибору тест-організмів для біологічного моніторингу виглядають таким чином: присутність в досліджуваній екосистемі потенційних об'єктів з однорідними властивостями; широке географічне поширення організма-біоіндикатора; легкість ідентифікації біоіндикатора і доступність в отриманні матеріалу; відсутність сезонних

відмінностей в доступності і використанні біоіндикаторів; відносна стійкість біоіндикатора до дії та накопичення токсиканта [1].

Незважаючи на ряд очевидних переваг методів, що поєднують аналітичні і біоаналітичні способи експрес-виявлення аварійного або нелегального забруднення водного середовища, має місце гострий дефіцит відповідних технічних засобів, здатних одночасно забезпечити можливість проведення автоматичного безперервного контролю випадкового або умисного забруднення водного середовища і реалізувати при цьому як аналітичні, так і біоаналітичні форми спостереження кількісних характеристик якості поверхневих вод. Зокрема, більшість відомих методів біомоніторингу не лише не піддаються автоматизації, але і взагалі не можуть використовуватися для вирішення завдань експрес-оцінки стану поверхневих вод, оскільки принципово обмежені необхідністю тривалих процедур аналізу або мають занадто високі рівні погрешностей в областях необхідних порогів чутливості [2; 3].

**Мета роботи** - обґрунтування вибору біопараметру частоти серцевих скорочень як найоптимальнішого і показового для оцінки дії токсиканту на класичний об'єкт водної токсикології - ракоподібних *Daphnia magna* Straus.

**Методи дослідження.** Культивування дафній та експериментальні дослідження здійснювались в лабораторії еколого-токсикологічних досліджень екологічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, яка атестована Державним комітетом України з питань технічного регулювання та споживчої політики на проведення вимірювань токсичності методом біотестування у сфері поширення державного метрологічного нагляду. Дослідження проводилося по модифікованій методиці, що була запропонована у роботі [4]. Ця методика призначена для визначення частоти серцебиття *Daphnia magna* в умовах токсичної дії токсиканту - калію дихромовокислого ( $K_2Cr_2O_7$ ) у концентрації  $4,0 \text{ мг/дм}^3$  і встановлення залежності цього фізіологічного параметру тест-об'єкту від концентрації

токсиканту. Дослідження проводилися на молоді, отриманій від однієї самиці. Особини переносились піпеткою в краплю води в спеціальну камеру, зафіксовану на предметному склі. Оцінка результатів експерименту по впливу розчину  $K_2Cr_2O_7$  на сердечний ритм *Daphnia magna* проводилася на підставі середніх величин з 5 паралельних дослідів і контролів розрахованих на 10 особин. Тривалість підрахунку середніх показників здійснювалася в експозиції 10 хвилин впродовж 3 годин із застосуванням цифрового мікроскопу Sigeta Cam-01 N. Програмна частина системи містила спеціалізовану програму Windows Movie Maker, що дозволяє аналізувати введене в комп'ютер відеозображення серця *Daphnia magna*, що коливається, і що здійснює автоматичний підрахунок частоти серцебиття *Daphnia magna*.

**Виклад основного матеріалу.** Експеримент показав, що при переміщенні особин *Daphnia magna* в розчин  $K_2Cr_2O_7$  частота серцебиття складала в середньому  $169,0 \pm 1,6 - 172,0 \pm 1,8$  ударів в хвилину і таким чином була достовірно нижча за контроль на  $20,0 - 25,0$  ударів на хвилину, що складає приблизно 11%. Виявлена залежність дозволяє розрахунковим способом визначати характер токсичної дії токсикантів на сердечну діяльність *Daphnia magna*, що може бути використано як функціональний експрес-тест. Ця ж залежність може бути використана для створення автоматизованої тест-системи контролю якості води, заснованої на оптичному методі реєстрації частоти біоритмів водних організмів.

**Висновки.** Використання залежності частоти сердечних скорочень від концентрації як найбільш оптимального параметра для оцінки дії токсикантів може стати альтернативним методом встановлення гранично допустимих концентрацій хімічних речовин або сумішей хімічних речовин.

## Література

1. Холодкевич С.В. Биоэлектронный мониторинг уровня токсичности природных и сточных вод в реальном времени // Экологическая химия. 2007. № 16(4). С. 223–232.
2. Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia magna* S. и других ракообразных // Гидробиологический журнал. 2000. Т.36. №5. С. 50-70.
3. Колупаев Б.И., Андреев А.А. Самойленко Ю.А. Оптический метод регистрации сердечного ритма у дафний // Гидробиологический журнал. 1977. 13. №3. С. 93-94.
4. Частота сердечных сокращений у *Daphnia magna* как функциональный тест оценки действия химических соединений / Н.П. Подосиновикова. Н.Ф. Ежов, Н.А. Сайкина, В.А. Беляев. В.Б. Долго-Сабуров // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2008. Т. 73, № 3. С. 54-56.

## References

1. Kholodkevich S.V. Bioelectronic monitoring of the toxicity level of natural and waste waters in real time // Ecological chemistry. 2007. No. 16 (4). S. 223–232.
2. Braginsky L.P. Methodological aspects of toxicological biotesting for *Daphnia magna* S. and other crustaceans // Hydrobiological journal. 2000. T.36. No. 5. S. 50-70.
3. Kolupaev B.I., Andreev A.A. Samoilenko Yu.A. Optical method for recording heart rate in daphnia // Hydrobiological journal. 1977. 13. No. 3. S. 93-94.
4. Heart rate in *Daphnia magna* as a functional test for assessing the effect of chemical compounds / N.P. Podosinovikov. N.F. Ezhov, H.A. Saykin, V.A. Belyaev. V.B. Dolgo-Saburov // Experimental and Clinical Pharmacology. 2008. T. 73, No. 3. S. 54-56.