

УДК 502.51 (285)

К.И. ШИРОКУН

**АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ**

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина
k.shyrokun@gmail.com

В данной статье рассмотрены вопросы применения биотестирования для исследования природных водоемов. Проанализированы основные преимущества и недостатки данного метода; закономерности, которые легко прослеживаются с использованием популярных тест-систем. Также предложен оптимальный вид для анализа природных водоемов как в полевых, так и в лабораторных условиях.

В современной науке существует большое количество методов оценки качества водной среды с использованием различных приборов и инструментов. Использование сложных тест-систем и автоматизированных экспресс-тестов позволяют быстро получить конкретные данные, но не дают представления о том, как те, или иные вещества влияют на живых существ в условиях конкретного водного объекта.

Биологические методы основаны на использовании биологических объектов и на фиксации реакции живых организмов. К этим методам относится биоиндикация (способ оценки качества среды по реакции на него живых организмов и их сообществ) и биотестирование (использование в контролируемых условиях биологических объектов (тест-объектов) для выявления и оценки интегрального действия факторов среды на систему организмов, отдельный организм в целом, его отдельную функцию). В основе этих методов лежит сравнение поведения тест-объектов в изучаемой, а также идеализированной среде [7].

В ученом мире ранее звучали споры о том, может ли биотестирование заменить детальный химический анализ. Сегодня все сошлись на том, что биотический метод используют до химической аналитики, потому что он позволяет оперативно (при высокой токсичности за считанные минуты и часы) определить наиболее загрязненные участки акватории, или полигона исследования. И уже после определения самых «грязных» мест необходимо приступать к заборам проб для детального лабораторного анализа на определение вредных химических соединений.

К недостаткам биологических методов относятся невозможность определения количественных характеристик свойств и состава воды, а также дифференциации степени влияния по определенным загрязнителям. Существенным преимуществом метода является оценка влияния среды на живой организм в момент исследования и последствий этого воздействия в перспективе [4].

Методы биотестирования, основанные на обратной реакции живых организмов на негативное влияние загрязняющих веществ, способны обеспечить достоверной информацией о качестве компонентов окружающей среды, в том числе и водоемов. Биотестирование является методом установления токсичности среды на основе изучения особенностей реакции тест-организмов, сигнализирующий об уровне экологической безопасности или опасности вне зависимости от того, какие именно токсиканты и в каком соотношении приводят к изменениям жизненно важных функций в тест-организмах.

Для оценки загрязнения среды используются стандартизированные реакции живых организмов (растений, животных, грибов, микроорганизмов). С этой целью проводят фиксацию отклонения от нормы параметров анатомо-морфологических, физиологических, биохимических, генетических, иммунных и других систем тест-организмов, контрольное время находились в условиях загрязнения [1].

Фиксация тест-реакции при биотестировании осуществляется с помощью визуальных наблюдений или с помощью приборов. Так, визуальные наблюдения проводятся при определении выживаемости, плодовитости, поведенческой реакции и реакции роста, а приборы применяют при определении иммобилизации клеток, биолюминесценции, флуоресценции, активности окислительных ферментов, изменении физиолого-биологических показателей микроскопических организмов и физиологических показателей рыб.

В качестве тест-организмов используют представителей наземных и водных биоценозов различных таксономических групп: микроорганизмы (бактерии, одноклеточные грибы и водоросли, простейшие животные), растения (многоклеточные водоросли, мхи, высшие споровые и цветочные растения), животные (ракообразные, насекомые, рыбы, птицы, млекопитающие), симбиотические организмы (лишайники).

Сравнение различных животных (ракообразных – *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia*, моллюска *Limnea stagnalis* и рыбы *Poecillia reticulata*), как оптимальных тест-систем

для определения степени токсичности воды из природных пресных водоемов по критериям экспрессности, трудоемкости, возможности использования в полевых и лабораторных условиях, наличия нормативно-правовой базы показали, что ракообразные *Daphnia magna* являются наиболее подходящим видом. Дафнии – это род небольших планктонных ракообразных размерами от 0,2 до 5 мм. Члены рода являются одними из самых водных ракообразных, и входят в группу морских блох за присущий им характер движения. Они живут в различных средах от кислых болот до пресноводных озер, прудов и рек. Дафния, как тест-объект, предложенная еще в 1933 году ученым Э. Науманом [2].

Методика биотестирования с использованием дафний основана на определении изменений выживаемости и плодовитости дафний при воздействии токсичных веществ, содержащихся в тестируемых субстратах по сравнению с контролем. Кратковременное биотестирования (24 часа) позволяет определить острое токсическое действие анализируемого раствора, в данном случае воды, на дафний (*Daphnia magna Straus*) [3].

Показателем выживаемости является среднее количество тест-объектов, выживших в субстрате тестируемого. Критерием токсичности является гибель 50 и более процентов дафний в сутки в разведениях по сравнению с контролем. Долговременное биотестирование длится около 100 часов, во время которого также определяется уровень выживаемости и способность к размножению в определенном водной среде.

Кроме живучести особей, при анализе проб воды из природных водных объектов важно учитывать изменения их поведенческих реакций при действии сублетальных доз токсиканта. [5].

Изменения поведения рачков (вращение через голову, хаотическое плавание преимущественно в придонном слое воды) часто регистрируется как первичное проявление действия многих токсикантов, особенно органического происхождения (пестициды, детергенты).

Мы не можем определить значимость этих поведенческих актов для выживания популяции в целом, но они имеют важное значение в природных условиях обитания вида. Так, вращение через голову в придонном слое воды почти точно приведет к засорению дыхательного и опорно-двигательного аппаратов.

Надо иметь в виду, что к действию отдельных токсикантов дафнии адаптируются так, что при воздействии сверхлетальных доз они жили вдвое дольше, чем неадаптированные особи. Такую способность ученые называют токсобностью. Ракообразные могут не только пропускать через себя, но и сорбировать, а также использовать определенное количество токсического состава для своей жизнедеятельности.

Но далеко не все эффекты, получаемые в лабораторных условиях, можно экстраполировать на природные, так как любая модельная популяция сильно отличается по своей структуре и нормам реакции от естественной, что и дает иногда неадекватность ответы на токсическое воздействие. Только быстрорастворимые органические вещества в природных условиях могут утилизироваться сапрофитами (бактерии, рыбы, простейшие) до того, как разовьется специфическое токсическое действие [6].

Собственные исследования и наработки европейских ученых показывают, что совершенствование метода биотестирования открывает новые возможности для использования данного метода. И его виток второй популярности в географической науке – дело ближайшего будущего.

Список литературы

1 Биотестирование природных и сточных вод: сб. науч. тр. / ред. кол.: С.А. Патин и др. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 109 с.

2 Биохимические методы в экологических и токсикологических исследованиях / В.С. Сидоров, Р.У. Высоцкая; РАН. Карельский науч. центр, Ин-т биологии. – Петрозаводск, 1993. – 234 с.

3 Гудков, И.М. Радиоэкология: науч. пособие / И.М. Гудков, В.А. Гайченко, В.О. Кашпаров, Ю.О. Кутлахмедов, Д.И. Гудков, М.М. Лазарев. – Киев : 2010. – 417 с.

4 Крайнюков, А.Н. Геоэкологический основы нормирования антропогенного загрязнения поверхностных вод: автореф. дис. ...доктор геогр. наук: 11.00.11 / А.Н. Крайнюков; ХНУ им. В. Н. Каразина. – Харьков, 2014. – 46 с.

5 Методика определения острой летальной (КНД 211.1.4.055-97) і хронической (КНД 311.1.4.056-97) токсичной воды на ракообразных *Ceriodaphnia affinis* Lilljebord. – Киев, 1997. – 17 с.

6 Методическое руководство по биотестированию воды РД-118-02-90 (под ред. Крайнюковой А.Н.) – М. : Госкомприрода СССР, 1991. – 48 с.

7 Никифоров, В.В. Биотестирование в системе гидроэкологического мониторинга / В.В. Никифоров // Экологическая безопасность. – 2011. – №1. – С. 31–35.

K. I. SHYROKUN

ASPECTS OF BIOTESTING TO STUDY THE STATE OF NATURAL RESERVOIRS

This article examines the issues of application of biotesting as method for investigation of natural waterbodies. Analyzed the advantages and disadvantages of this method; patterns that are easily traced using popular test systems. Also provided optimal form for the analysis of natural water bodies in the field and in the laboratory.