

Вниз по течению реки от г. Рени до г. Килии уровень токсичности значительно менялся. Пробы воды, отобранные в поверхностном слое у г. Измаила вызвали 100 %-ную гибель тест-объектов в течение 48 ч, что позволило отнести указанные пробы к классу остротоксичных и предположить наличие локального и достаточно сильного источника загрязнения в районе г. Измаила. Остротоксичными свойствами обладали 40 % отобранных пробы воды из Старостамбульского гирла, 16,7 % проб из Очаковского гирла (район Прорвы и Судоходного канала). Снижение плодовитости самок в большей или меньшей степени наблюдали на всех станциях отбора проб воды. Отфильтрованная от взвеси вода имела в 66,7 % случаев более высокие показатели выживаемости и в 61,9 % случаев более высокие показатели плодовитости ракообразных, чем нативная вода.

Длительность репродуктивного цикла самок в пробах воды из различных районов дельты заметно различалась по продолжительности. Для группы станций из русловой части реки с минимальным содержанием взвешенного вещества появление партеногенетических яиц отмечено через 120-144 ч, а появление молоди в  $F_1$  — через 168 ч. В группе станций из Старостамбульского гирла с максимальным содержанием взвешенного вещества период созревания самок оказался наиболее продолжительным — 172,8 ч, а молодь появилась через 192,8 ч. Угнетающее действие водных экстрактов донных отложений р. Дунай было отмечено на большинстве станций полигона. Выживаемость *C. affinis* в водных экстрактах донных осадков составляла 66,7-88,9 %, а плодовитость 65,9-75,7 %.

Полученные материалы продемонстрировали наличие токсикологических эффектов загрязнения вод и донных отложений на некоторых станциях в русловой части и дельтовых районах р. Дунай через 1-2 месяца после прохождения двух пятен загрязнения. При наличии множества факторов риска (цианиды, тяжелые металлы, нефтепродукты и др.), предполагающих токсификацию всей реки, представляло интерес выявить основные, вызывающие выраженные биологические эффекты. Биометрический подход был основан на создании регрессионной модели с использованием программного пакета “Статистика’99”, что позволило оценить характер и силу воздействия содержащихся в пробах загрязняющих веществ на изучаемые биологические показатели. Расчеты показали, что ни один из используемых в анализе отдельных факторов не оказывал на отклик тест-объектов преимущественного воздействия. При этом полученные в эксперименте реакции тест-объектов на пробы воды и донных отложений можно объяснить многокомпонентным синергическим воздействием всей совокупности присутствующих в реке загрязняющих веществ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia magna* Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн. — 2000. — Т. 36, № 5. — С. 50-70.
2. Брагинский Л.П., Щербань Э.П. Биологическое тестирование токсичности воды Килийского рукава // Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья. — К.: Наук. думка, 1986. — С. 119-133.
3. Методика визначення грої токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg // КНД 211.1.4.055-97. — К.: Видання офіційне, 1997. — 13 с.
4. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg // КНД 211.1.4.056-97. — К.: Видання офіційне, 1997. — 15 с.
5. Щербань Э.П. Экспериментальная оценка токсичности дунайской воды для *Daphnia magna* Straus // Гидробиол. журн. — 1982. — Т. 18, № 2. — С. 82-88.
6. Щербань Э.П., Арсан О.М., Шаповал Т.Н., Цветкова А.М., Пищолка Ю.К., Кукля И.Г. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для их биотестирования // Гидробиол. журн. — 1994. — Т. 30, № 4. — С. 100-111.

УДК 574.64

**С.Е. Дятлов**

Одесский филиал Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, г. Одесса

## МИКРОБИОТЕСТЫ: НОВЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

В настоящее время методы биотестирования во многих странах мира рассматриваются как равноправный инструмент для оценки качества водной среды. Многие тысячи тест-организмов и тест-реакций используются с целью определения последствий антропогенного загрязнения гидросферы. Без биотестирования нельзя представить современный мониторинг, который наряду с биоиндикацией и химическим анализом включает и методы оценки токсичности воды и донных отложений.

Методология создания микробиотестов была разработана под руководством профессора университета г. Гент (Бельгия) G. Persoone [5]. Им и его коллегами была проделана огромная работа по подбору тест-объектов, изучению их чувствительности к отдельным веществам. В результате были созданы стандартные методы, пригодные для скрининга химических соединений и мониторинга загрязнения водной среды.

Главным отличием микробиотестов от традиционных методов биотестирования является отказ от длительного культивирования тест-объектов в лабораторных условиях. Необходимое для опытов количество особей получают из покоящихся стадий гидробионтов (эффибий, цист, яиц и т.п.) непосредственно перед постановкой эксперимента. В этом же ключе решается и важнейшая проблема водной токсикологии, связанная с качеством воды в контроле. На всех этапах работы с микробиотестами используется искусственная среда, приготовленная на деионизированной или дистиллированной воде. При работе с водорослями, кроме минеральных солей, в среду добавляют биогенные элементы.

При создании микробиотестов были отобраны виды, относящиеся к различным трофическим и систематическим группам живых организмов: зеленая водоросль *Selenastrum capricornutum* (время экспозиции — 72 ч), реснитчатая инфузория *Tetrahymena pyriformis* (время экспозиции — 24 ч), коловратки *Brachionus calyciflorus* (время экспозиции 24 ч в остром эксперименте и 48 ч — в хроническом), жаброногие ракообразные *Thamnocephalus platyurus* (24 ч экспозиции), ветвистоусые ракообразные *Daphnia magna* и *D. pulex* (время экспозиции в остром опыте — 48 ч). В хроническом тесте с ветвистоусыми ракообразными используется *Ceriodaphnia dubia*. Этого набора тест-объектов достаточно для оценки токсичности пресных вод любого происхождения. В ближайшее время к ним прибавятся морские организмы: ракообразные *Acartia tonza* и *Artemia salina*, коловратка *Brachionus plicatilis*.

Стандартизация проведения микробиотестов обеспечивается при помощи специальных пластмассовых инкубаторов, в которых поддерживается необходимая для любого из биотестов температура и освещенность. Перед проведением экспериментов проводится калибровка тест-объектов по стандартному токсиканту, в качестве которого используется бихромат калия. Для обработки результатов экспериментов с использованием микробиотестов создана статистическая компьютерная программа. В Бельгии началось производство промышленного оборудования и расходных материалов для проведения биотестов, которые экспортируются в 40 стран мира. В наборе, упакованном в компактную картонную коробку, содержатся пластмассовые планшеты, растворы солей, покоящиеся стадии тест-объектов, инструкция к проведению исследований. Содержимое каждой коробки рассчитано на проведение 6 опытов. Для распространения микробиотестов в страны Восточной Европы была создана программа ФИТА, финансируемая Фламандской общиной Бельгии. Представители 11 европейских стран прошли стажировку по работе с микробиотестами и безвозмездно были обеспечены необходимым оборудованием и расходными материалами. Результаты проведенных в этих странах исследований стали предметом обсуждения на Международном симпозиуме по микробиотестам, который проходил в 1998 г. в г. Брно (Чехия) [4].

Проведенные нами исследования показали возможность использования микробиотестов в условиях Украины [1, 4]. В рамках программы ФИТА-3 нами было проведено биотестирование речных вод Дуная и Днестра, сточных вод станций биологической очистки гг. Одессы, Ильичевска, Измаила и Килии. Исследование качества водопроводной воды г. Одессы с использованием новых микробиотестов, показало высокую их чувствительность, удовлетворительную воспроизводимость и сходимость результатов экспериментов [4].

В соответствии с программой ФИТА-4 с помощью микробиотестов была оценена токсичность колодезной воды в ряде районов Одесской области. Самыми чувствительными тест-объектами к загрязнению питьевых вод оказалась науплиусы жаброногие ракообразные *Thamnocephalus platyurus* и реснитчатые инфузории *Tetrahymena pyriformis*. Для оценки токсичности воды рек и пресноводных водоемов удобно использовать острый и хронический тесты с *Ceriodaphnia dubia*, который близок к украинским стандартным методам биотестирования с использованием *C. affinis* [2, 3].

Апробация новых методов биотестирования в Украине показала их чувствительность к загрязняющим веществам, содержащимся в сточных, природных и питьевых вод. Высокая стоимость микробиотестов не позволяет надеяться, что они в ближайшее время найдут широкое применение в странах Восточной Европы. Однако, накопленный в период работы с микробиотестами опыт, будет полезен в нашей стране при разработке и стандартизации новых экспрессных и чувствительных объектов и методов биотестирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дятлов С.Е., Петросян А.Г. Современные методы биотестирования сточных, природных и питьевых вод // Материалы международной научно-практической конференции "Вода и здоровье-98". — Одесса: Астропринт, 1998. — С. 324-328.
2. КНД 211.1.4.055-97. Методика визначення гострої летальної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. — К.: 1997. — 13 с.
3. КНД 211.1.4.056-97. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. — К.: 1997. — 15 с.
4. Dyatlov S. Comparison of Ukrainian standard methods and new microbiotests for water toxicity assessment // New microbiotests for routine toxicity screening and Biomonitoring /Edited by G. Persoone, C. Janssen and W. De Coen. — Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1999. — P. 229 — 232.
5. Persoone G. Ecotoxicology and water quality standards // River Water Quality — Ecological Assessment and Control. — Commission of the European Community, 1993. — P. 461– 482.

УДК 594. 124. /591. 134. 2

**А.П. Золотницкий**

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО), г. Керчь

## О СООТНОШЕНИИ ГЕНЕРАТИВНОЙ ПРОДУКЦИИ И РЕПРОДУКТИВНОГО УСИЛИЯ У МОРСКИХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Изучение механизмов, определяющих траты вещества и энергии на размножение в зависимости от экологических факторов среды и систематического положения животных, считается одним из важных теоретических вопросов физиологической экологии и продукционной гидробиологии. Интерес к нему обусловлен тем, что величина энергетических трат на воспроизводство является одним из основных параметров репродуктивной стратегии гидробионтов [5, 9]. Кроме того, синтезируемые в теле и выметываемые в процессе нереста половые продукты представляют собой важный компонент энергетического бюджета особей и видовых популяций гидробионтов, играющий большую роль в трофодинамике того или иного водоема [1, 7].

Для характеристики энергетических трат на репродукцию в отечественной литературе обычно используется величина абсолютной ( $P_g$ ) или относительной (удельной) генеративной ( $P_G$ ) продукции [7, 8]. В зарубежной литературе для этой цели применяют термин — репродуктивное усилие (reproduction effort —  $RE$ ) [9, 10]. Оба показателя некоторые авторы считают взаимозаменяемыми [6, 11].

Вместе с тем, исходя из самого определения репродуктивного усилия, введенного в 1930 году Р. Фишером [цит. по 6], данные показатели не равнозначны, поскольку  $P_G = P_g/W$ , тогда как  $RE = P_g/A$ , где  $A$  — энергия ассимилированной пищи [8, 10]. Поэтому представляло интерес количественно оценить указанные параметры и охарактеризовать их соответствие между собой.

Работа была выполнена на двустворчатом моллюске — черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck), который является ценным промысловым видом и перспективным объектом марикультуры Черного моря.

Энергию ассимилированной пищи ( $A$ ) разновозрастных моллюсков определяли на основе балансового равенства:

$$A = P + Q,$$

где  $P$  — энергия прироста (индивидуальной продукции), включая соматическую ( $P_s$ ) и генеративную ( $P_g$ ),  $Q$  — траты на энергетический обмен. При расчетах прироста использовали полученные нами ранее материалы по росту, индивидуальной плодовитости и интенсивности дыхания мидий [2, 3, 4].

Анализ имеющихся материалов показал, что связь генеративной продукции ( $P_g$ , кал) с массой тела мидии ( $W$ , кал) выражается уравнением, имеющим вид:

$$P_g = 0,124 \cdot W^{0,99 \pm 0,037} \quad r = 0,94. \quad (1)$$

Полученные данные находятся в хорошем соответствии с материалами других авторов, полученными на двустворчатых моллюсках и других систематических группах животных [8]. Поскольку коэффициент регрессии в уравнении [5] достоверно не отличается от единицы, то величину удельной генеративной продукции можно записать в виде: