

УДК 574.64+597.551.2

Жиденко А.А.

Научному руководителю  
Александру Федотовичу Явоненко  
Посвящается

### ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ РЫБ

*Представлен обзор литературы по методам определения токсичности воды с помощью качественных и количественных показателей обмена веществ и энергии гидробионтов, а также соотношения изменений абсолютных величин этих процессов.*

**Ключевые слова:** биотестирование, беспозвоночные, рыбы, биоиндикация, коэффициент ассимиляции, биохимические показатели, мониторинг состояния водной среды.

Поступление биогенных элементов в речные, прудовые и озерные бассейны оказывает значительное влияние на жизнедеятельность водных организмов из-за меняющихся физико-химических свойств среды обитания. Для оценки токсичности загрязняющих веществ в водоеме, помимо данных гидрохимического анализа, необходимы интегральные, биологические показатели. К общепринятым методам оценки и контроля токсичности водной среды для гидробионтов относится биотестирование, в котором задействовано около 1,5 тысячи видов пресноводных и морских гидробионтов, среди которых есть водоросли, бактерии, беспозвоночные и рыбы. Основным тест-объектом являются ветвистоусые рачки, главным образом дафнии [1]. Целесообразно использовать в качестве тест-объектов также и рыб, являющихся конечным пищевым звеном большинства водных экосистем, так как они интегрируют в себе особенности экологической системы и характеризуются достаточно высокой степенью чувствительности к изменениям условий среды. В качестве оценочных показателей, характеризующих возможные изменения состояния природных вод, в данном случае могут быть использованы количественные показатели различных процессов обмена веществ у рыб, а также соотношения их абсолютных величин. Один из таких показателей – коэффициент ассимиляции ( $A/C$ , где  $A$  – ассимилированная часть энергии (вещества) потребленной пищи,  $C$  – энергия (вещество) потребленной пищи), показывающий, какая часть вещества (энергии) пищи усваивается организмом для осуществления метаболической деятельности. Также можно использовать для количественной характеристики различных процессов трансформации потребленной пищи и ее использование на пластический обмен коэффициенты  $P/C$  и  $P/A$ , где  $P$  – общая энергия (вещество) пластического обмена, на функциональный обмен –  $R/C$  и  $R/A$ , где  $R$  – общая энергия функционального обмена и другие коэффициенты [2].

Общепринятым является также использование в качестве «базовых» биологических систем: а) клетки или как её элемента, участка нуклеиновой кислоты; б) многоклеточного организма или его одну клетку; в) экосистемы или отдельного организма [3].

В руководстве [4], выпущенном под редакцией В.М. Захарова и Д.М. Кларка рекомендуется определять около 12 биохимических показателей: активность супероксиддисмутазы, монооксигеназы, содержание продуктов деградации нуклеиновых кислот, цитохрома P-450, свободного и связанного оксипролина, металлопротеинов, желчных кислот и холестерина в желчи рыб, отдельных изопреноидов и хлорофилла в растениях. Эти показатели наряду с

морфологическими и гистологическими (более 10), генетическими (5 тестов), физиологическими (5 тестов), иммунологическими (7 тестов) позволят оценить активность окислительного стресса, повреждения ДНК, детоксикационную активность печени [4].

Б.И. Колупаев предлагает использовать для оценки состояния гидробионтов при воздействии на них различных экстремальных экологических факторов и химических загрязнителей систему тестов, связанных одной функцией – обеспечения кислородного режима организма (СОКРО). Предлагаемая система состоит из трёх частей: звена доставки кислорода к поверхности газообмена (частота дыхания), звена транспорта газов кровью и звена поглощения кислорода клетками потребителями [5]. Недостатком предлагаемой системы тестов является то, что большинство из них выполняется на живом материале в условиях стационарного аквариумного эксперимента и оценивается лишь одна функция организма – дыхательная, что не всегда позволяет понять механизм действия токсиканта.

Г.В. Кудрявцева рекомендует для оценки физиологического состояния рыб и других гидробионтов использовать «пентозный коэффициент» – отношение активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы к общей пентозо-фосфатметаболизирующей активности, или отношение двух ключевых ферментов окислительной и неокислительной ветви пентозофосфатного пути деградации глюкозы (Г-6-ФДГ / транскетолазы) [6].

И.В. Головина и О.Ю. Бочко предлагают использовать отношение активности МДГ/ЛДГ (малатдегидрогеназы/лактатдегидрогеназы) в качестве показателя перестройки обменных процессов для повышения устойчивости организма в неблагоприятных условиях обитания. Изменение величины этого отношения (МДГ/ЛДГ) является индикатором гипоксических условий в тканях мидии под влиянием токсиканта [7].

И.И. Руднева-Титова с сотрудниками при изучении действия некоторых токсикантов использует широкий комплекс показателей окислительного стресса: продукты окисления липидов, антиоксидантные ферменты (каталаза, супероксиддисмутаза, пероксидаза), сульфгидрильные группы, глутатионредуктаза, глутатион [8].

Основные принципы эколого-биохимического мониторинга были разработаны в лаборатории Н.Н. Немовой. К ним относятся: принцип учёта экологического и таксономического разнообразия объектов (водных организмов); принцип исследования органов рыб и других гидробионтов; онтогенетический принцип; принцип комплексности тестов; принцип биохимической диагностики; принцип адекватности методов задачам эколого-биохимического мониторинга [9]. При изучении влияния некоторых токсических веществ (ртути и других тяжелых металлов, нитратов, нитритов, солей калия) на разные стороны метаболизма рыб эта система была успешно апробирована сотрудниками Института биологии КарНЦ РАН [9,10,11]. Они предложили биохимический интегральный индекс – БИИ, который представляет собой отношение числа резко отклоняющихся от нормы биохимических показателей к общему числу изученных показателей, выраженное в процентах.

**Выводы:** К настоящему времени в мировой литературе накоплен достаточный материал по таксономической, экологической и токсикогенной вариабельности различных веществ, входящих в состав живых организмов, из них уже апробированы – чувствительные и специфические эколого-биохимические тесты, применение которых зависит от вида рыб, ее возраста, от химического состава и концентрации токсиканта.

#### Література

1. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии / В.Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.
2. Котова Л.И. Биологический контроль качества вод / Л.И. Котова, Л.П. Рыжкова, А.В. Полина. – М.: Наука, 1989. – 144 с.
3. Багоцкий С.В. Пестициды и их воздействие на водные экосистемы / С.В. Багоцкий, М.В. Санин, Л.О. Эйлер. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1992. – 48 с.
4. Биотест Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / Ред. В.М. Захаров, Д.М.Кларк. – М.:, 1993. – 68 с.

5. Колупаев Б.И. Дыхание гидробионтов в токсической среде / Б.И. Колупаев. – Казань: Издательство Казанского университета, 1992. – 128 с.
6. Кудрявцева Г.В. Надёжность и качество ферментативных функциональных систем. Г.В. Кудрявцева, В.И. Шишкин – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 1996. – 68 с.
7. Головина И.В. Влияние полихлорбифенилов на активность ферментов в тканях мидии *Mytilus galloprovincialis* / И.В. Головина, О.Ю. Бочко // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Материалы Международн. конф. (6-9 сентября 2004 г. г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия). – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. – С. 45-48.
8. Комплексная оценка качества водной среды с помощью биомаркеров разного уровня Руднева И.И., Шевченко Н.Ф., Овен Л.С. и др. // Актуальные проблемы водной токсикологии. – Борок: Ин-т биологии внутр. вод РАН, 2004. – С. 124-149.
9. Немова Н.Н. Биохимическая индикация состояния рыб / Н.Н. Немова, Р.У. Высоцкая. – М.:Наука, 2004. – 215 с.
10. Богдан В.В. Влияние ртути на состав липидов печени и мышц / В.В. Богдан, Н.Н. Немова, Т.Р. Руоколайнен // Вопр. ихтиологии. – 2002. – Т.42, № 2. – С. 259-263.
11. Влияние компонентов буровых растворов на активность лизосомальных и антиоксидантных ферментов камбалы / Высоцкая Р.У., Крупнова М.Ю., Ломаева Т.А., Такшиев С.А. // Современные проблемы водной токсикологии: Тез. докл. Всеросс. конф., 19-21 ноября 2002 г. Борок: Ин-т биологии внутр. вод. РАН, 2002. – С. 30-31.

Zhidenko A

### EVALUATION OF WATER TOXITY FOR FISH

*Literature review on water toxicity testing methods by the way of quality and quantity indexes of hydrobionts substances and energetic exchanges and correlations of variation absolute values of this processes is performed.*

**Key words:** *biotesting, non-back-bones, fish, bioindication, assimilation index, biochemical indexes, water state testing.*

*Стаття надійшла до редакції 13.11.2009*