

В результаті проведених експериментальних та виробничих досліджень визначені найбільш придатні види водяних макрофітів та мікроорганізмів-деструкторів, які мали значну адаптаційну потенцію та метаболічну активність, легко культивувались та могли протягом року використовуватись для кондиціонування зворотних вод. Серед вищих водяних рослин необхідно відмітити рогоз вузьколистий (*Typha angustifolia* L.), очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.), айр болотний (*Acorus calamus* L.), серед мікроорганізмів-деструкторів — бактерії родів *Pseudomonas*, *Bacillus*. Ефективне використання вищих водяних рослин в комплексі з іммобілізованими на інертному субстраті мікроорганізмами-деструкторами для біологічного відновлення якості зворотних вод можливе при таких вхідних гідрохімічних показниках: зважені речовини — не більше 40 мг/л, ХСК — 100-150 мг/л, БСК₅ — 25-30 мг/л, амоній сольовий — 25-30 мг/л, нітриди — 1,5-2,0 мг/л, нітрати 44,5 — 43,5 мг/л, СПАР — 1,5-2,0 мг/л, нафтопродукти — 1,5 — 3,0 мг/л, колі-індекс — 90000. Проходження через біоплато дозволило зменшити забруднення зворотних вод в процентному відношенні: по БПК₅ — 16,6 — 39,7, ХПК — 20,7 — 27,8, NH₄⁺ — 70,9 — 76,9, NO₂⁻ — 58,1-78,9, NO₃⁻ — 17,9-29,2, PO₄³⁻ — 36,5-38,1 (в зимовий період ефективність дещо знижується), а також зменшило їх токсичність, яка оцінювалась за результатами біотестування на *Daphnia magna* та *Ceriodaphnia affinis*. Так перед біоплато спостерігалась хронічна токсичність зворотних вод для обох видів тест-організмів, на виході після біоплато хронічна токсичність зворотних вод відсутня.

В цілому, закриті біоплато гідропонного типу може бути самостійною водоочисною спорудою. При виявленні в зворотних водах забруднюючих домішок в концентраціях вище вказаних, перед біоплато слід влаштовувати додаткові водоочисні споруди для попереднього очищення вод. Запровадження у виробництво для кондиціонування зворотних вод закритих біоплато гідропонного типу з використанням штучно створеного біоценозу, основними компонентами якого є вищі водяні рослини та мікроорганізми-деструктори, суттєво підвищить якість зворотних вод і зменшить їх негативний вплив на функціонування водних екосистем.

Література

1. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. — К.: Віпол, 2000. — 376 с.
2. Окслюк О. П., Мережко А. И., Волкова Т. Ф. Использование высших водных растений для улучшения качества воды и укрепления берегов каналов // Водные ресурсы. — 1978. — № 4 — С. 97-103.
3. Сердюк А. М. Навколишнє середовище і здоров'я населення України // Довкілля та здоров'я. — 1998. — № 4 (7). — С. 2-7.

УДК 593. 16:577. 472 (477)

Д.В. Леонтьев

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, г. Харьков

БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ УКРАИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛОТИСТЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Биоиндикация экологического состояния континентальных водоемов — важная проблема современной гидроэкологии. Использование гидробионтов, населяющих природные экосистемы, в качестве тест-объектов экологического мониторинга является перспективным как с точки зрения объективности производимой оценки, так и с экономических позиций. При этом, принципиальное значение имеет выбор таксономической группы, используемых в качестве объектов исследования. Для применения в сфере биоиндикации, эти группы должны соответствовать следующим требованиям: 1) обладать узким диапазоном экологической толерантности, 2) быть широко распространенными в разнотипных водоемах исследуемого региона, 3) подлежать идентификации *in vivo*. Среди всего спектра гидробионтов, населяющих континентальные водоемы Украины, этим требованиям отвечают лишь некоторые группы беспозвоночных и водорослей [6].

Работа по оценке экологического состояния водных объектов с помощью водорослей (альгоиндикация) ведется с середины XXв. [8]. Однако, большинство исследований в этой сфере касается общего изучения всего разнообразия альгофлоры, включающей в континентальных водах Украины около 5000 видов и более 6000 внутривидовых таксонов [5]. Очевидно, что для проведения рутинного мониторинга использование группы такого объема нецелесообразно. Кроме того, многие отделы

водорослей не отвечают приведенным выше требованиям: Phaeophyta, Rhodophyta, Charophyta в континентальных водах Украины представлены незначительным числом редких видов, Cryptophyta в большинстве случаев обладают низкой чувствительностью к загрязнению, наконец Bacillariophyta не подлежат корректной идентификации без использования сканирующего электронного микроскопа, хотя отечественные лаборатории оценки качества вод до сих пор исследуют их методами световой микроскопии [7]. Таким образом, представляется целесообразным использование в биоиндикации не всего спектра альгофлоры, а какого-либо конкретного таксона, в полной мере отвечающего параметрам тест-объекта. Такой группой могут служить Chrysophyta — золотистые водоросли.

Chrysophyta — своеобразная группа организмов, широко распространенных по Земному шару, и встречающихся в континентальных водоемах по всей Украине. При сравнительно небольшом видовом составе (в Украине на данный момент обнаружено около 300 видов *Chrysophyta*), золотистые водоросли отличаются поразительным морфологическим разнообразием, и поэтому легко подлежат идентификации в условиях *in vivo* [9]. Наконец, *Chrysophyta*, весьма чувствительны к загрязнению водоемов бытовыми и промышленными стоками, а также биогенной органикой. Именно золотистые водоросли известны как наиболее чувствительная к антропогенному воздействию группа водорослей [4], сравнимая по этому показателю с лишайниками. На основании этого, мы предлагаем использовать *Chrysophyta* в биоиндикационных исследованиях континентальных водоемов Украины.

В рамках апробации изложенной концепции, в 1998-2000 гг. нами было проведено изучение флоры золотистых водорослей Харьковской области. Пробы отбирались в 46 разнотипных водоемах, в 12 районах области. В ходе исследования были обнаружены представители 11 видов (12 внутривидовых таксонов) *Chrysophyta*, ранее неизвестных для территории Украины [1, 2], а также описан новый для науки вид золотистых водорослей — *Bicosoeca arborescens* Leontjev [3]. Кроме того, изучение флоры *Chrysophyta* Харьковской области позволило получить данные о состоянии гидроэкосистем региона.

В настоящее время в Харьковской области известно 170 видов золотистых водорослей. В течение последних 10 лет на указанной территории отмечались 117 видов, что составляет 69% от их общего числа [2, 5]. Из них 63 вида (69 внутривидовых таксона) были отмечены нами за период исследования. Соответственно, представители 53 видов, т.е. 31% флоры, в течение более чем 10 лет (в некоторых случаях — до 50 лет) на территории области не отмечались. В первую очередь это касается видов из родов *Chromulina* Cienk., *Chrysamoeba* Pesch., *Ochromonas* Wyss., *Mallomonopsis* Matv., *Mallomonas* Conr. — представителей флоры олиготрофных водоемов, таких, как верховые болота и тектонические озера. Сапробиологический анализ флоры *Chrysophyta* Харьковской области показал вытеснение из флористического спектра ксено- и олигосапробных видов, и преобладание α - и β -мезосапробных группировок (эти данные были подтверждены параллельными исследованиями). Большая часть обнаруженных *Chrysophyta* (72%) встречались в предельно низкой численности, соответствующей показателям “очень редко” и “единично” в шкале Стармаха [8]. Массовое развитие золотистых водорослей, отмечавшееся в регионе в прошлые годы [4], нами не регистрировалось.

Объяснение столь существенному обеднению флоры *Chrysophyta* Харьковской области можно найти в конкретных фактах усиления антропогенного давления на гидроэкосистемы региона, таких как преобразование крупнейшего озера области (оз. Лиман) в водоем-охладитель Змиевской ГРЭС и пересыхание реликтовых сфагновых болот (Безлюдовского, Клюквенного, Моховатого), вызванное карьерными разработками и мелиоративными мероприятиями. Эти водоемы (в особенности — болота) были особо богаты золотистыми водорослями, причем многие из отмечавшихся в них видов были описаны именно здесь, и возможно, являются эндемичными [4]. Поэтому, исчезновение этих организмов из флоры Харьковской области ставит их под угрозу полного вымирания. Предотвращение этой катастрофы — первоочередная задача природоохранных организаций региона.

Таким образом, при изучении флоры *Chrysophyta* Харьковской области были получены данные, свидетельствующие о нарастании деструктивного антропогенного влияния на гидроэкосистемы региона и подтверждающие необходимость проведения локальных природоохранных мероприятий. В ходе исследований подтверждена возможность использования золотистых водорослей в качестве тест-объекта биоиндикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьев Д. В. Дополнение к флоре *Chrysophyta* Харьковской обл // Альгология. — 1999. — Т. 9, № 2. — С. 72-73.
2. Леонтьев Д. В. Новые для Украины виды золотистых водорослей // Матер. межд. конф. "Ломоносов-2000". Москва, 2000. - С. 38.
3. Леонтьев Д. В. Про новий вид золотистих водоростей // Матер. конф. "Актуальні проблеми ботаніки та екології". — Київ, 2000. — С. 14-15.
4. Матвієнко О. М. Золотисті водорості (= *Chrysophyta*). — К.: Наук. думка, 1965. — Т. 3: Визначник прісноводних водоростей Української РСР, Ч. 1. — 367 с.

5. Разнообразие водорослей Украины / Под. ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология. — 2000. — Т. 10, № 4. — 309 с.
6. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. - М.:СЭВ, 1977. — Прил. 1. — 85 с.
7. Round F. E., Crawford R. M., Mann D. G. The Diatoms. Biology and morphology of the genera. — NY: Cambridge Univ. Press, 1990. — 747 p.
8. Starmach K. Badanie glonow. Warszawa, 1955. — 155 s.
9. Starmach K. Chrysophyceae = Zlotowiciowce. (oraz zooflagellata wilnozyjace). — Warszawa; Krakow: Panstwowe Wydawnictwo naukowe, 1980. — Т. 5: Flora slodkowodna Polski.— 774 s.

УДК 504.064.36:57(262.5)

Г.В. Лосовская

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины, г. Одесса

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗООБЕНТОСА КАК ИНДИКАТОРЫ КАЧЕСТВА СРЕДЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

Для оценки качества водной среды по гидробиологическим показателям чаще всего используют систему индикаторных организмов планктона и бентоса, также такие характеристики, как видовое разнообразие, соотношение числа видов и численности различных систематических групп, общая численность, общее число видов и др. Все эти способы широко применяются в пресных водоемах. Для определения состояния морской среды делались попытки использования бентосных организмов и сообществ, соотношения числа видов и численности различных систематических и экологических групп донной фауны [2-4]. Так, Н.Ю.Миловидова [4], изучавшая донную фауну бухт побережья Кавказа, разделила массовые виды зообентоса на 4 группы, характерные для прибрежных вод разной степени загрязнения.

Из всех донных беспозвоночных в качестве показателей загрязнения чаще всего используют представителей класса полихет. Их них самым лучшим индикатором общего и органического загрязнения считается космополитический комплексный вид *Capitella capitata*. К числу черноморских полихет «стимулируемых загрязнением», т.е. таких, численность которых увеличивается в загрязненных акваториях или после заморозов донной фауны, относятся: *Nereis diversicolor*, *Staurocephalus rudolphii*, *Polydora limicola*, *Heteromastus filiformis*, *C. capitata*, *Melinna palmata* [1]. К ним следует добавить еще 2 вида — *Nereis succinea* и *Scolelepis fuliginosa*.

В популяции *N. succinea* в конце 70-х годов в Придунайском районе моря впервые появились аномальные особи без V группы парагнат глотки. Наличие этой группы парагнат является одним из важных таксономических признаков *N. succinea*. В начале 80-х годов число таких особей в северо-западной части Черного моря составляло 10-100 %, а в 1998 г. — 28-100 % общего числа нерейсов в пробах. В результате исследования состояния популяции *N. succinea* в Одесском заливе и смежных с ним акваториях была выявлена прямая корреляционная, статистически достоверная, связь между долей (%) аномальных экземпляров червей в пробах и содержанием в грунте тяжелых металлов (меди, цинка, никеля) и нефтепродуктов [7]. По-видимому, *N. succinea*, который, как оказалось, столь же устойчив к загрязнению, как и *N. diversicolor*, в дальнейшем может быть использован и в мониторинге тяжелых металлов и других токсичных веществ.

Показателем ухудшения качества среды на шельфе Черного моря может служить появление сообществ, в которых доминантами становятся самые устойчивые к неблагоприятным условиям виды донной фауны. Такие сообщества можно назвать индикаторными. Примером является биоценоз брюхоногого, наиболее устойчивого к загрязнению моллюска *Tritia reticulata*, который развивается в условиях резкого ухудшения состояния среды как в опресненной северо-западной части Черного моря [3], так и в бухтах Крымского и Кавказского побережий [4, 5]. В центральной части Каркинитского залива в конце 70-х и в 80-е годы был отмечен биоценоз *Nephtys hombergii*, развитие которого А.С.Повчун [6] рассматривал как показатель евтрофирования и загрязнения данной акватории. № *hombergii* является одним из немногих видов полихет, выживающих в условиях гипоксии и заморозов и в загрязненных бухтах. В начале 80-х годов в районах междуречий северо-западной части моря в условиях интенсификации заморозов, вследствие деградации на некоторых участках существовавших донных сообществ, сформировался новый биоценоз *N. succinea*. Его появление также может быть показателем неблагоприятных изменений качества среды.

В северо-западной части моря в районах развития заморных явлений численность и биомасса мидий после заморозов уменьшаются на 1-3 порядка, общая численность и биомасса бентоса — на 1-2 порядка. Отмечается сукцессия биоценоза мидии — его деградация в период гипоксии и замора, а затем