

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ МОСКВЫ ПО СООБЩЕСТВУ БЕНТОСНЫХ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

© 2014 К.П. Хазанова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию 29.05.2014

Проведена оценка качества вод реки Москвы по сообществу бентосных диатомовых водорослей. Показана неприменимость для данного сообщества индекса Пантле-Букка в модификации Сладечека и перспективность использования индекса DAIPo в оценке качества вод р. Москвы.

Ключевые слова: мониторинг, окружающая среда, качество воды, мегаполис, водоросли, DAIPo

Полноценная оценка состояния водных экосистем и качества воды невозможна без изучения биотической компоненты – сообществ водных организмов. Одной из перспективных биоиндикационных групп организмов являются диатомовые водоросли, которые широко используются в мониторинге состояния водных систем стран Евросоюза [1], но в России, к сожалению, широкого прикладного применения еще не нашли.

Нами было проведено изучение сообщества бентосных диатомовых р. Москвы и последующая оценка качества воды в вегетационные сезоны 2010-2012 гг. на 10 станциях (рис. 1). На каждой станции по общепринятым методикам отбирали пробы диатомовых, а также пробы воды для гидрохимического анализа (содержание органических и неорганических форм азота и фосфора). Для оценки качества воды рассчитывали индекс Пантле-Букка в модификации Сладечека S (1) и специализированный диатомовый индекс DAIPo (Diatom Assemblage Index to organic water pollution) (2), видовые характеристики водорослей-индикаторов были взяты из литературных источников [2].

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (s_i \times h_i)}{\sum_{i=1}^N h_i}, \quad (1)$$

где s_i – сапробная валентность организма, h_i – частота встречаемости вида в пробе.

$$DAIPo = 100 - \sum_{i=1}^m S_i - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n E_j, \quad (2)$$

где S_i – относительная встречаемость сапрофилов, E_j – относительная встречаемость эврисапробов на станции.

Всего в пробах было идентифицировано 154 вида и вариетета диатомовых водорослей, из них показательными для расчета индекса S были 111 таксонов (72%), индекса DAIPo – 123 таксона (80%). Индекс S является самым широко применяемым в России биологическим индексом

оценки качества вод и используется с разными группами организмов. Значения индекса S для р. Москвы, рассчитанные по сообществу диатомового микрофитобентоса изменялись в диапазоне 1,34–1,58, что соответствует условно-чистым водам (I класс качества согласно РД 52.24.309-2011). На графике изменения значений индекса по тракту реки (рис. 2) видно, что он не позволяет выявить различий в загрязненности участков реки выше и ниже г. Москвы – средние значения S для каждого участка одинаковы и составляют 1,5.

В то же время концентрации основных биогенных элементов – азота и фосфора, для участков реки до и после мегаполиса существенно отличаются. Так, согласно полученным нами гидрохимическим данным, в нижнем течении р. Москвы существенно возрастает концентрация фосфора, особенно его органических форм, практически отсутствующих в верховьях реки, а также неорганических форм азота, прежде всего нитратов и нитритов, а концентрация органических форм азота, напротив, снижается (рис. 2). Проведенная нами ранее оценка качества воды р. Москвы индексом S по сообществу фитопланктона [3, 4] показала, что значения S изменяются в диапазоне от 1,65 до 2,90, что соответствует слабо-загрязненным и загрязненным водам (II и III классы качества вод по РД 52.24.309-2011), при этом среднее значение S для верховьев реки по фитопланктону составляло 1,97, для нижнего течения – 2,15. Таким образом, оценка качества воды индексом Пантле-Букка в модификации Сладечека по сообществу диатомового микрофитобентоса завышает качество воды, что накладывает существенные ограничения на использование индекса для S применительно к бентосной диатомовой альгофлоре.

Рассчитанные нами значения индекса DAIPo лучше согласуются с результатами гидрохимического анализа. Индекс DAIPo изменяется от 0 до 100, большим значениям соответствует лучшее качество воды. Для р. Москвы полученные значения индекса составляли от 48 до 61, что, из-за отсутствия интеркалибровки, сложно сопоставить с классификацией качества вод, применяемой в системе Росгидромета. График изменения значений DAIPo приведен на рис. 3.

Хазанова Ксения Петровна, старший научный сотрудник кафедры гидробиологии. E-mail: avilon.9@yandex.ru

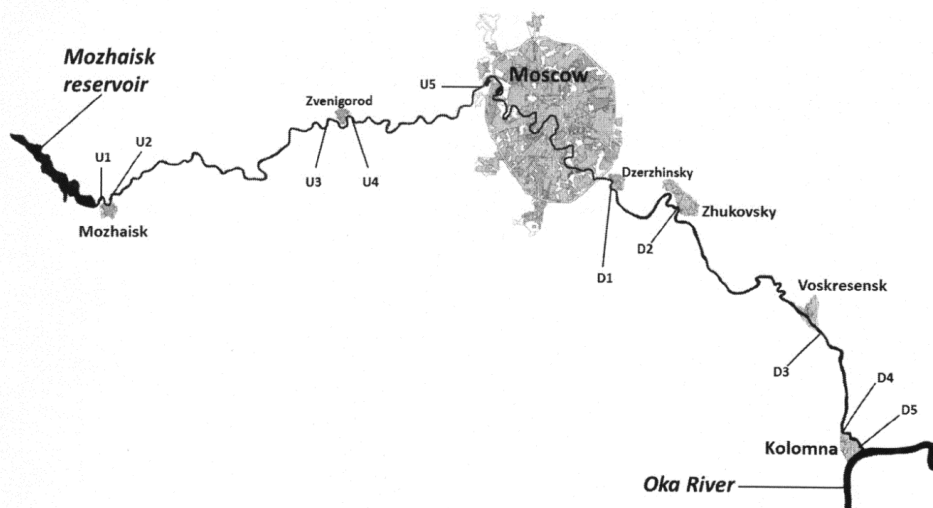


Рис. 1. Станции отбора проб на р. Москве

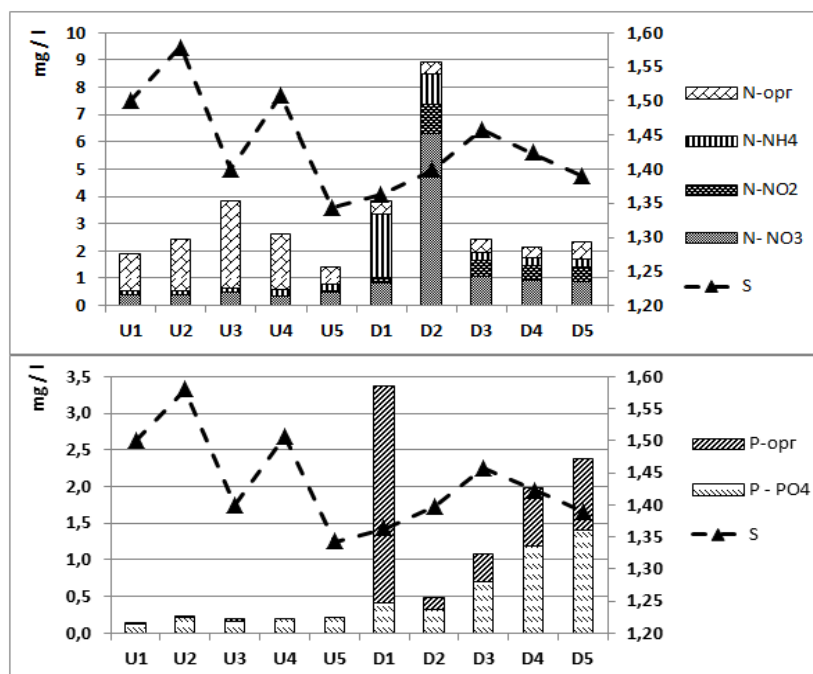


Рис. 2. Соотношение между значениями S и концентрацией различных форм азота и фосфора

Для верхнего течения реки среднее значение индекса составляло 60,2, для нижнего – 46,1, что характеризует его как более чувствительный по сравнению с индексом S. Согласно литературным данным, для естественных условий характерно отношение содержания фосфора к азоту в диапазоне 1:15-1:30, на распаханых территориях – 1:8-1:4 [5]. Для верхнего участка р. Москвы это отношение составляло 1:13 и соответствует тому, что водосборная площадь в верховьях реки используется в аграрных целях, для участка реки ниже г. Москва – 1:2, что отражает антропогенное воздействие, в частности поступление в реку огромных объемов бытовых и промышленных стоков, и согласуется с динамикой изменения значений индекса DA_{Ир}. Изменение значений индекса DA_{Ир} согласуется и

с перестройкой в видовой структуре сообщества бентосных диатомовых водорослей по тракту реки (рис.4).

Так для диатомового микрофитобентоса нижнего участка р. Москвы было характерно увеличение процентной доли видов рода *Nitzschia*, характерных для вод, загрязненных органическим веществом, возрастание вклада в общую численность диатомеи *Planothidium lanceolatum* (Bréb.) Round, характерной для вод, богатых биогенными элементами [8], и резкое снижение численности водоросли *Navicula tripunctata* (Müll.) Bory, толерантной к повышенному содержанию в воде биогенных элементов, но слабо устойчивой к органическому загрязнению [8].

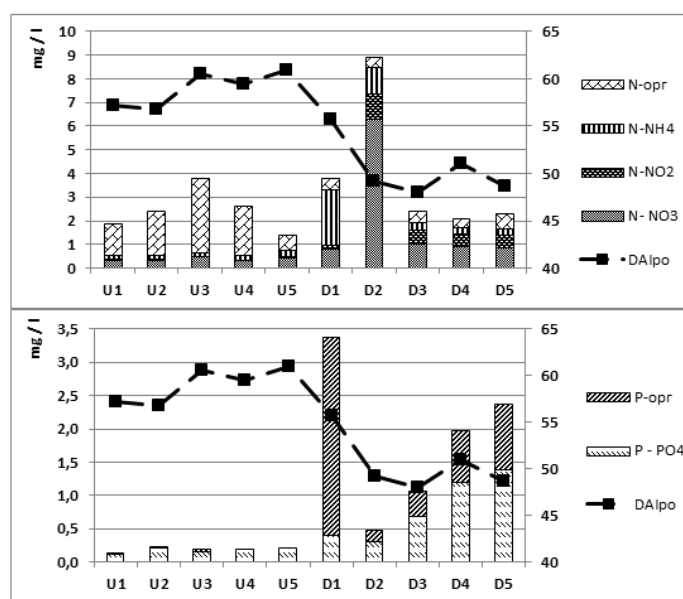


Рис. 3. Соотношение между значениями DAIPo и концентрацией различных форм азота и фосфора

В целом, оценка качества воды р. Москвы по индексу DAIPo позволила выявить ухудшение качества воды в реке после городов (Можайск, Звенигород, Коломна) и различия в степени загрязнения участков реки выше и ниже г. Москвы, что согласуется с данными гидрохимического анализа воды и перестройками в видовой структуре сообщества. Сообщество бентосных диатомовых водорослей целесообразно использовать в биомониторинге качества вод р. Москвы только при условии расчета специализированных диатомовых индексов, индекс Пантле-Букка в модификации Слад-

чека для данного сообщества неприменим, поскольку сильно завышает качество воды. Поскольку индекс DAIPo разработан в Японии и успешнее всего может быть применен на водных объектах Дальнего Востока, в дальнейшем, для его внедрения в прикладную деятельность, целесообразно модифицировать его для водных объектов средней полосы России, прежде всего за счет корректировки списка индикаторных таксонов и индивидуальных индексов толерантности в соответствии с особенностями видового состава альгофлоры водных объектов средней полосы России.

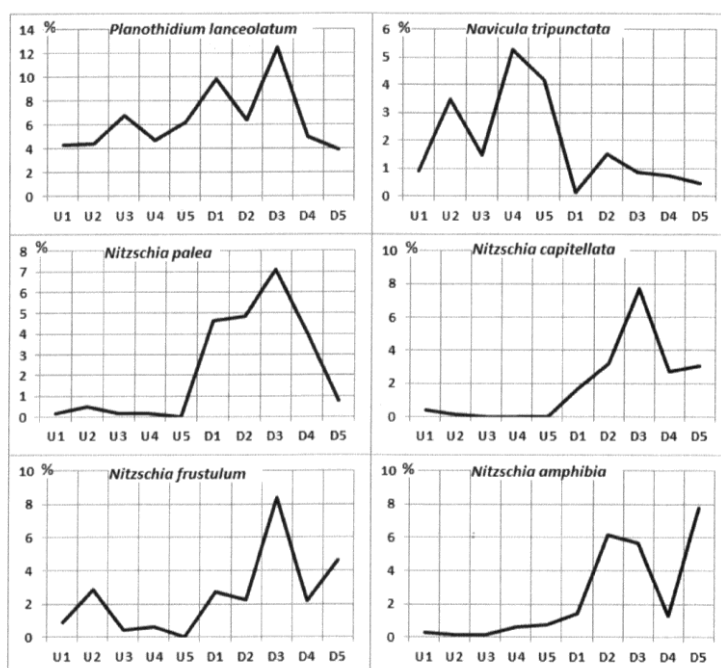


Рис. 4. Относительное обилие некоторых индикаторных видов диатомовых водорослей по тракту р. Москвы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ector, L. Using bioindicators to assess rivers in Europe: An overview / L. Ector, F. Rimet // *Modelling community structure in aquatic ecosystems*. Ed. S. Lek, M. Scardi et al. – Springer Verlag, 2005. С. 7-19.
2. Баринаева, С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринаева, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель-Авив, Инст. Эволюции Университета Хайфы. – Pilies Studio, 2006. 498 с.
3. Ростанец, Д.В. Пространственное распределение фитопланктона в реке Москве ниже города Москвы / Д.В. Ростанец, В.М. Хромов, А.Г. Недосекин, К.П. Хазанова // *Вестник РАН*. 2011. Т. 11, № 4. С. 81-84.
4. Ростанец, Д.В. Проблемы использования фитопланктона в гидробиологическом мониторинге рек высокоурбанизированных территорий (на примере реки Москвы) / Д.В. Ростанец, К.П. Хазанова, В.М. Хромов // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2013. Т. 15, № 3 (2). С. 677-684.
5. Коваленко, М.С. Оценка влияния агротехнических и агрохимических мероприятий на качество речной воды (на примере бассейна р. Сула) / М.С. Коваленко, В.В. Педан // *Водные ресурсы*. 1991. №1. С. 141-151.
6. Wan Maznah, W.O. Periphytic algal composition in Pinang River Basin, a case study on one of the most polluted rivers in Malaysia / W.O. Wan Maznah, M. Mansor // *Journal of Bioscience*. 2000. № 11. P. 53-67.
7. Kwadrans, J. Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland / J. Kwadrans, P. Eloranta, B. Kawecka, K. Wojtan // *Journal of Applied Phycology*. 1998. №10. P. 193-201.
8. Kelly, M.G. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers / M.G. Kelly, B.A. Whitton // *Journal of Applied Phycology*. 1995. 7. P. 433-444.

BIOLOGICAL MONITORING AND WATERS QUALITY ASSESSMENT OF MOSCOW RIVER ON COMMUNITY OF BENTHIC DIATOMIC SEAWEED

© 2014 K.P. Khazanova

Moscow State University named after M.V. Lomonosov

The assessment of Moscow river water quality on community of benthic diatomic seaweed is carried out. Inapplicability for this community the index of Pantle-Bucc in Sladечek's modifications and prospects of using the DAІpo index in an assessment of Moscow river waters quality is shown.

Key words: *monitoring, environment, water quality, megalopolis, seaweed, DAІpo*