

ФИТОПЛАНКТОН В ВОДОЕМЕ ОХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ЗАМКА ШИВА, ЗАПАДНАЯ БЕНГАЛИЯ, ИНДИЯ

*PHYTOPLANKTON OF THE SHIBPUKUR POOL IN THE SHIVA TEMPLE RESERVE,
WEST BENGAL, INDIA*

Barinova S.S.,¹ Ghosh S.²

¹*Institute of Evolution, University of Haifa, Haifa, Israel, e-mail: barinova@research.haifa.ac.il*

²*Phycology Laboratory Centre for Advanced Studies in Botany, The University of Burdwan,
Burdwan, West Bengal, India, e-mail: subhabrata_07@rediffmail.com*

На территории Западной Бенгалии расположена дельта реки Ганг, главной водной артерии полуострова Индостан. Высота над уровнем моря колеблется от 0 до 40 метров, создавая благоприятные гидрологические условия для возникновения массы небольших по размеру водоемов в понижениях рельефа. Они питаются как подземными водами, так и за счет осадков в периоды муссона. Климат выровненный, мягкий, однако, несмотря на малую амплитуду температурных колебаний, осадки связаны с сезонностью и оказывают сильное воздействие на флору малых водоемов озерного типа.

Целью настоящих исследований была оценка изменения сообществ фитопланктона водоема на охраняемой территории замка Шива в Западной Бенгалии как ответа на естественные климатические флюктуации.

Водоем «Shibpukur» замка Шива имеет культовую принадлежность, расположен в дельте реки Ганг (23°15'14.5''N, 87°51'10.5''E) на высоте около 20 м над ур. м. Глубина его не превышает 2 м. Он имеет прямоугольную форму с размерами зеркала 20x10 м, окружен лесным массивом в пределах огороженной охраняемой территории и отличается крайне малой площадью водосбора, в радиусе не превышающей 100 м. Климат – выраженный муссонный, с периодами: июнь, июль, август – премуссонный; сентябрь, октябрь, ноябрь – муссонный; декабрь, январь, февраль – постмуссонный.

Материалом послужили количественные пробы фитопланктона, собранные на референтной станции ежемесячно в течение 2010–2011 гг. Обработка проб и определение численности и видового состава проводились по общепринятым методикам с использованием международных определителей. Всего было отобрано 12 проб водорослей и 12 проб на химические анализы. Подсчеты и определения проводились в трех повторностях и обрабатывались статистически. В анализе использовались методы биоиндикации и статистические программы CANOCO, GRAPHS, Statistica 7.1 и BioDiversity Pro, Ver. 2.

Всего было выявлено 44 вида и разновидностей водорослей, относящихся к пяти таксономическим отделам. Преобладали харофитовые водоросли Charophyta (13), затем Cyanobacteria (12), Bacillariophyta (8), Chlorophyta (7) и Euglenophyta (4). В период муссона видовое богатство было максимальным (42), а в премуссонный период минимальным (34). На фигуре 1 показана связь числа видов в сообществе фитопланктона с минерализацией воды по климатическим сезонам. Видно, что наиболее минерализована вода в период муссона. Однако анализ распределения хлоридов в то же время показывает, что соленость воды в муссонный период минимальная. При том, что основной приток воды в пруд во время муссонных ливней идет с площади водосбора, такая зависимость заставляет предполагать, что, несмотря на малую водосборную площадь, стекающие воды несут достаточно растворенных веществ, чтобы повлиять на фитопланктонное сообщество. На графиках видно, что высокое видовое богатство и численность водорослей премуссонного периода резко падают с началом муссонных дождей. Однако сообщество восстанавливает свои видовые и численные показатели в постмуссонный период практически до исходных показателей. Таким образом, из пониженного содержания хлоридов, но повышенной электропроводности можно заключить, что сток с бассейна водосбора в период муссонных ливней оказывает подавляющее влияние на фито-

планктонное сообщество, что заставляет предположить наличие в стоке токсических веществ.

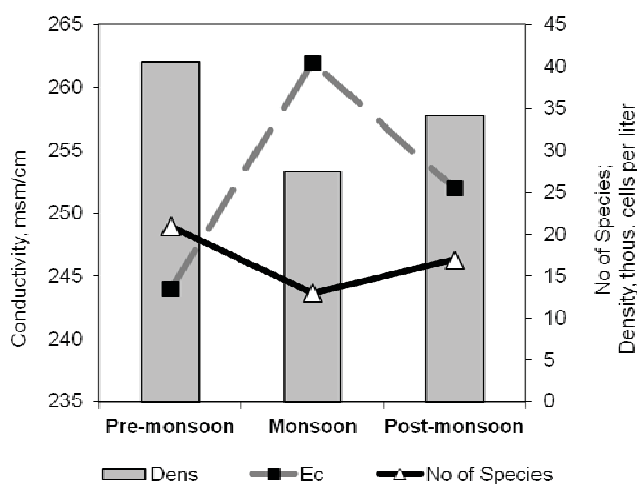


Рис. 1. Изменения видового богатства и численности фитопланктона в связи с изменениями электропроводности воды в течение климатических сезонов в водоеме Shibpukur

Исследование ежемесячных показателей разнообразия фитопланктона в водоеме показывает, что, несмотря на относительную выровненность видового состава, в сообществе планктона происходят изменения, которые можно связать с влиянием климатических флуктуаций. На Рис. 2 видно, что число видов цианобактерий заметно снижено в пре-муссонный период. В это благоприятное время планктон обогащен диатомовыми и зелеными водорослями, что свидетельствует о здоровье экосистемы и ее высоком разнообразии. В период муссонных дождей число цианобактерий растет, а зеленые водоросли из планктона вытесняются. Ситуация восстанавливается постепенно, после муссонного периода, когда снова снижается число видов цианобактерий и сообщество обогащается видами зеленых и диатомовых водорослей. Интересно отметить, что в сезонной динамике мало участвуют виды харофитовых водорослей, поскольку это, в основном, бентосные обитатели родов *Closterium* и *Cosmarium*, не так подверженные влиянию стока, как планктонные виды. Динамика числа эвгленовых, индикаторов органического и токсического загрязнения, также выражена слабо, однако можно видеть, что число видов этого отдела в сообществе минимальное в конце постмуссонного периода, когда температура воды несколько повышена и солнечная инсоляция максимальна. Такая динамика позволяет предположить, что эвгленовые водоросли, известные как любители повышенной температуры и инсоляции, вытесняются из сообщества планктона, что может говорить о здоровье водной экосистемы, ее устойчивости и высокой самоочищательной способности в период, предшествующий муссонным ливням.

Применение методов сравнительного анализа в различных статистических программах позволяет говорить о динамике устойчивости экосистемы, о сложности и сходстве ее сообществ. Так, анализ сходства сообществ, выявленного помесечно, позволил нам объединить выявленный видовой состав в два отчетливых кластера премуссонного периода и муссонного-постмуссонного периодов. Это позволяет предположить, что влияние, оказываемое муссонными ливнями на экосистему водоема, проявляется не только в период собственно дождей, но отражается на составе планктонных сообществ в течение последующего сухого сезона. Индексы видового разнообразия Шеннона, рассчитанные для сообществ водорослей планктона помесечно, показали неравномерность структуры сообществ. Минимальным индекс был в период до начала муссона, а во время ливней возрастал и показывал свои максимальные значения в постмуссонный период. Динамика числа видов в планктонном сообществе оказалась сходной с динамикой индекса Шеннона (коэффициент корреляции 0,78), что может свидетельствовать о природном состоянии экосистемы и устойчивости водорослевого сообщества в водоеме.

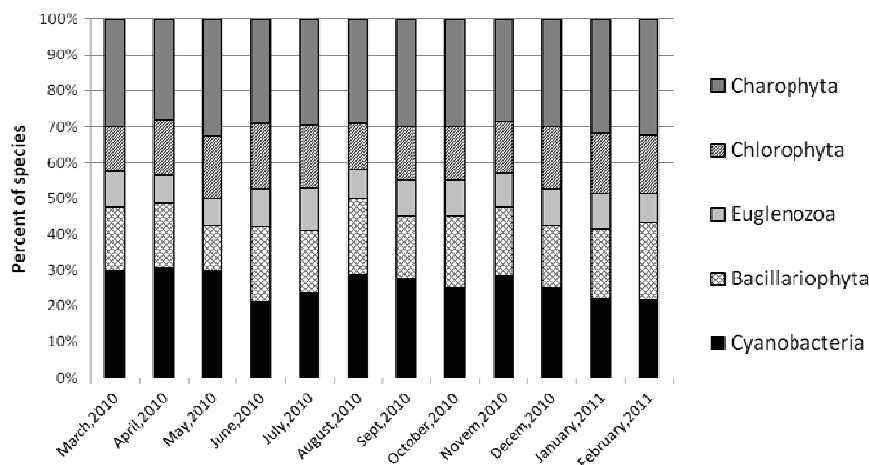


Рис. 2. Изменения таксономического состава фитопланктона в водоеме Shibpukur в течение периода наблюдений с марта 2010 г. по февраль 2011 г.

Для того чтобы выявить главные воздействующие на фитопланктонное сообщество показатели, был проведен расчет Canonical Correspondence Analysis (CCA). Оказалось, что анализируемые параметры по степени воздействия на сообщество планктона объединяются в три группы. Численность клеток водорослей связана с притоком хлоридов прямой зависимостью, тогда как с общим количеством растворенных веществ – обратной. Число видов в сообществе увеличивается пропорционально количеству растворенного кислорода в воде, чему противодействуют общая электропроводность и повышение температуры воды. Повышение pH слабо коррелирует с возрастанием электропроводности и температуры вода и в то же время имеет обратную зависимость от количества растворенного кислорода.

В результате анализа удалось выявить виды-индикаторы на кислородный режим (*Merismopediaglauca*, *M. punctata*) на повышенный pH воды (*Coelastrum sphaericum*, *Merismopedia elegans*) и виды, предпочитающие обитание в сложных, многовидовых сообществах (*Desmidiium baileyi*, *Cosmarium quasillus*, *Phormidium formosum*). Эти виды могут быть использованы в долговременном мониторинге экосистемы водоема Shibpukur на охраняемой территории замка Шива.

Таким образом, наше исследование выявило сезонность в развитии фитопланктонного сообщества, связанную с изменениями параметров среды и климата под влиянием муссонных дождей в дельте реки Ганг. Анализ показал, что водоем имеет характерные для природного охраняемого участка параметры, меняющиеся незначительно под воздействием дождевого стока. Наилучшие показатели разнообразия планктонных водорослей и состояния экосистемы наблюдаются в период, предшествующий муссонным ливням, однако структура сообщества становится более сложной и богатой в период восстановления после прохождения муссона.