

УДК 502.7:631.6

## **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СТРУКТУРУ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА**

**С.Н.Базар**, биолог

РУП «Институт мелиорации»

**Ключевые слова:** зоопланктон, эвтрофирование, биомониторинг, антропогенная нагрузка, макрофиты, коэффициент видового разнообразия

### **Введение**

Использование человеком воды в хозяйственной деятельности в XX столетии увеличилось в 12 раз и достигло 5 тыс. км<sup>3</sup> в год, что составляет более 10% годового стока всех рек мира. Возросшее водопотребление нуждается в емких резервуарах воды, мало зависящих от сезонных перепадов стока. Поэтому многие тысячи рек зарегулированы. Более 30 тыс. водохранилищ с общей площадью зеркала около 500 тыс. км<sup>2</sup> (больше площади Черного и Азовского морей) увеличили мгновенный объем воды в речных системах с 1,2 до 7,3 тыс. км<sup>3</sup>, а средний период обращения воды в них – с 11 до 72 суток. Около 70% мирового водопотребления приходится на сельское хозяйство, 13 – на промышленность, 10 – на коммунально-бытовые нужды, 7% – на собственные нужды водного хозяйства [1].

Интенсивно нарастают темпы эвтрофирования и загрязнения водных объектов, нарушается их стабильность, ухудшаются гидрохимический и гидробиологический режимы, изменяется направленность и интенсивность внутриводоемных процессов. Все это обуславливает проблему использования вод для различных категорий водопользователей. В связи с этим водоохранные экологические аспекты приобрели в настоящее время актуальный характер.

Прямое воздействие на водные объекты выражается в непосредственном поступлении биогенных элементов (особенно азота и фосфора) за счет поверхностного стока с территории водосбора, сточных вод, близко расположенных сельскохозяйственных и промышленных предприятий, а также воды мелиоративных систем, что влияет на состояние природных вод и изменяет их трофический статус. Одним из индикаторов изменения качественного состава природных вод является зоопланктонное сообщество, что позволяет использовать его характеристики при биомониторинге водных объектов.

Таким образом, цель исследований – оценка гидробиологического режима озера Свитязь за вегетационный период на основании динамики зоопланктонного сообщества.

### **Методика исследования**

Основной массив данных по динамике зоопланктонного сообщества получен на

озере Свитязь, которое расположено в Новогрудском районе Гродненской области. Общая площадь озера составляет 2,24 км<sup>2</sup>, длина – 1,65 км, ширина – 1,48 км, протяженность береговой линии 5,15 км, площадь водосбора – 9,04 км<sup>2</sup>. Котловину озера окружают низкие, пологие склоны, высота которых на северо-западе, севере, юге и юго-востоке составляет 4-5 м, на западе достигает 10. Повсеместно склоны сложены песчаными и супесчаными отложениями, а в прибрежной части склонов прослеживается хорошо развитый береговой вал, сложенный песчано-каменистыми отложениями [2].

Биомониторинг водных объектов использует данные динамики зоопланктонного сообщества в целях диагностики трофического типа озер.

Пробы отобраны в период с 28 мая по 03 сентября 2008 г. Отбор осуществлялся в трех зонах: контроля, повышенной антропогенной нагрузки (пляж) и макрофитов литоральной части озера глубиной до 1 м.

Для зоны контроля характерно отсутствие хорошо развитой полосы надводной (полупогруженной) растительности. Доминируют в этой полосе низкорослые придонные погруженные растения (прибрежница одноцветковая и лобелия Дортмана). Зона антропогенной нагрузки, по отношению к контролю, имеет дополнительный источник воздействия за счет рекреационной деятельности. Зона макрофитов представлена тремя видами гидрофитов (тростник обыкновенный, ситняг болотный и камыш озерный) и одним видом гигрофитов (камыш лесной). Основным ценозообразователем полосы надводных или полупогруженных растений в озере является тростник обыкновенный: заросли негустые от 25 до 70 экземпляров на квадратный метр, средняя высота 1,7 м [3].

Периодичность отбора проб – две недели. Каждая качественная проба отбиралась в трех повторностях. Сбор проводили с помощью планктонной сетки Апштейна (шелковое сито №70), через которую отфильтровывали 50 л воды. Пробу фиксировали 4%-ным раствором формалина.

Подсчет числа особей каждого вида вели на счетной пластинке под микроскопом. Биомассу рассчитывали по индивидуальным массам зоопланктонных организмов. Видовую принадлежность определяли с помощью определителей [4–6].

Динамику численности проводили по видам, относящимся к трем таксонам:

подотряд Cladocera (ветвистоусые ракообразные) – 16 видов (*Diaphanosoma brachyurum*, *Sida crystalline*, *Daphnia longispina*, *Daphnia cristata*, *Daphnia cucullata*, *Sca-pholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia quadrangular*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Bosmina coregoni coregoni*, *Bosmina longirostris*, *Holopedium gibberum*, *Chydorus sphaericus*, *Alonella nana*, *Alona guttata guttata*, *Disparalona falcate*, *Polyphemus pediculus*);

подкласс Соперода (веслоногие ракообразные) – 3 вида (*Eudiaptomus graciloides*, *Mesacyclops leuckarti*, *Eucyclops serrulatus*);

Тип Rotifera (коловратки) – 13 видов (*Asplanchna priodonta*, *Asplanchna herricki*, *Brahionus angularis angularis*, *Brahionus diversicornis*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quad-*

*rata, Lecane luna, Polyarthra vulgaris, Polyarthra major, Filinia longiseta, Trichocerca pussilla, Conochilus hippocrepis, Conochilus unicornis*).

Выполнена статистическая обработка результатов с помощью стандартных программ для персонального компьютера.

### **Результаты и обсуждение**

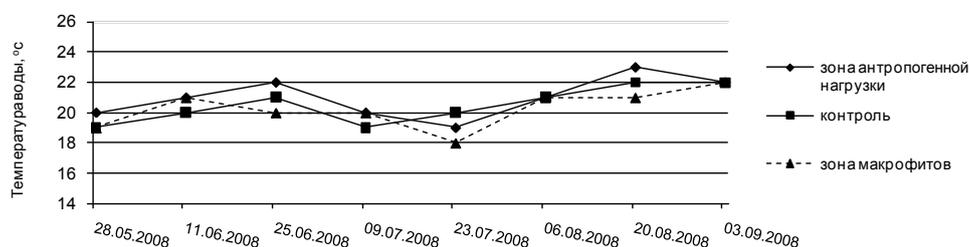
Склоны, окружающие котловину озера, способствуют выщелачиванию поверхностными водами из лесной подстилки и верхнего горизонта почвы продуктов разложения растительных и животных остатков. Тем самым они обогащаются взвешенным и растворенным органическим веществом, которое служит дополнительным источником растворенного фосфора в воде. Это проявляется в увеличении первичной продукции, цветности воды, снижении величины рН, ослаблении степени выраженности гидрокарбонатного характера за счет массового развития фитопланктона и, как следствие, увеличение трофности водоема [7].

Проведен анализ таксономической структуры, видового состава, динамики численности основных групп зоопланктона, а также некоторых индикационных показателей (средние индивидуальные веса, коэффициент видового разнообразия), характеризующих структуру зоопланктонного сообщества.

Зоопланктон – это организованная биологическая система с определенной взаимосвязью и упорядоченностью ее структурных и функциональных показателей, которая отражает изменение условий существования организмов на видовом составе, количественных показателей, соотношении отдельных таксономических групп, структуру популяции [8].

Чаще всего численность зоопланктона растет вместе с повышением температуры, и достигает максимума в июле, затем температура продолжает расти, а количественные показатели начинают падать. Но в силу того, что на структуру зоопланктона оказывает влияние целый ряд других факторов (пресс рыб и беспозвоночных хищников, степень минерализации, трофическая структура, освещенность, наличие макрофитов), то возможны некоторые отклонения (рис. 1 и 2).

Наблюдения позволили установить двувершинный максимум количественных показателей, и они совпадают в сравниваемых зонах (рис. 2). Первый пик приходится на



**Рис. 1. Ход температурной кривой воды**

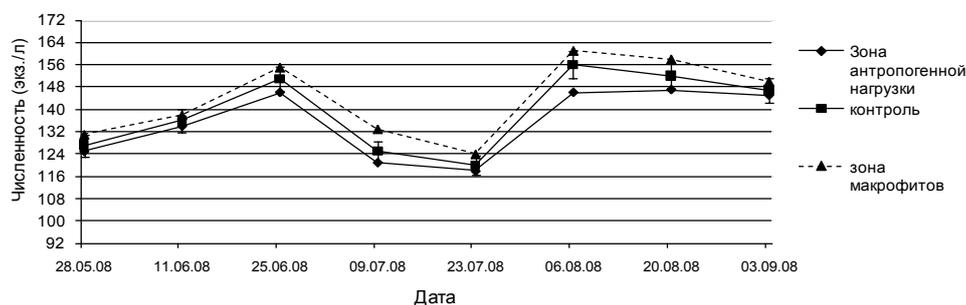
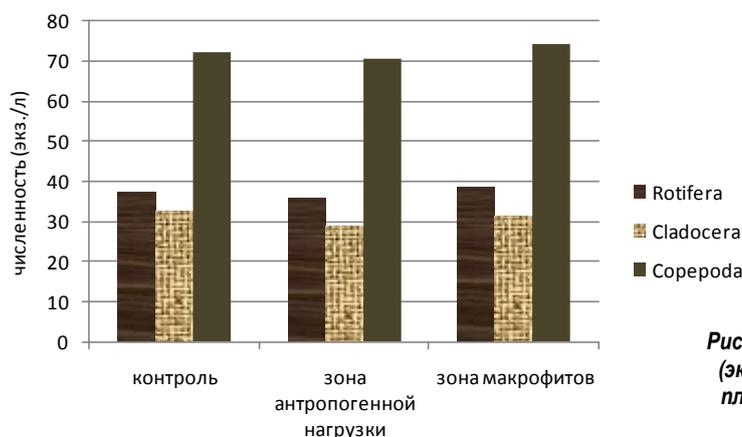


Рис. 2. Динамика общей численности зоопланктона (экз./л)

25.06., температура в данный период превышает 20°C, при дальнейшем понижении температуры численность зоопланктона идет на спад. Второй пик отмечен в начале августа (06.08), хотя и не совпадает с максимумом температуры, который приходится на 20.08.

При общих тенденциях численности, качественный состав зоопланктона имеет некоторые отличия в зависимости от исследуемой зоны. В зоне контроля выявлено 8 представителей подотряда *Cladocera*, 2 подкласса *Copepoda* и 6 видов коловраток. В зоне антропогенной нагрузки видовое разнообразие веслоногих ракообразных аналогично зоне контроля, а число видов ветвистоусых изменяется не значительно. Наибольшие отличия между сравниваемыми зонами характерны для коловраток: в зоне антропогенной нагрузки их почти в два раза больше. Появление таких видов как, *Brahionus angularis angularis*, *Brahionus diversicornis*, *Trichocerca pussilla*, *Keratella cochlearis*, *Asplanchna herricki*, свидетельствует о достаточном уровне самоочищения водоема в данной зоне. Наибольшим видовым разнообразием в отношении всех таксонов характеризуется зона макрофитов. Здесь отмечены такие виды, как *Daphnia cristata*, *Scapholeberis mucronata*, *Alonella nana*, *Disparalona falcata*, *Polyarthra major*, *Conochilus unicornis*, не встречавшиеся в двух других зонах, что видимо, обусловлено лучшими условиями существования в данном биотопе.

Средняя численность представителей подотряда *Cladocera* в зоне контроля,



антропогенной нагрузки и в зоне макрофитов составила: 32,6 экз./л, 28,87 и 31,25 экз./л соответственно.

Рис. 3. Средняя численность (экз./л) основных групп зоопланктона в сравниваемых зонах

**Таблица 1. Среднесезонные величины биомасс (В, мг/л) и численностей (N экз./л) зоопланктона и средней индивидуальной массы (W, мг/л)**

Зона	B / N	W
Контроль	1,29±1,2/139,2±4,6	0,0093
Антропогенной нагрузки	1,24±1,8/135,2±1,5	0,0092
Макрофитов	1,34±0,1/143,25±1,97	0,0094

**Таблица 2. Индексы видового разнообразия озера Свистязь**

Дата	Зона контроля	Зона антропогенной нагрузки	Зона макрофитов
28.05.	1,59	1,6	2,18
11.06.	1,2	1,73	2,04
25.06	1,3	1,74	2,17
09.07.	1,34	1,45	1,99
23.07.	1,19	1,56	1,97
06.08.	1,12	1,66	1,89
20.08.	0,97	1,57	1,59
03.09.	0,99	1,4	1,67

Некоторое увеличение численности веслоногих ракообразных по отношению к контролю (72,25 экз./л) характерно для зоны макрофитов (74,13 экз./л). В зоне антропогенной нагрузки этот же показатель находится на уровне 70,6 экз./л. Средняя численность коловраточного планктона в зоне контроля составила 37,4, в зоне антропогенной нагрузки 35,7 и в зоне макро-

фитов 38,4 экз./л (рис.3). Таким образом, в численности основных групп зоопланктона по всем исследуемым зонам наблюдаются лишь незначительные колебания.

Средние индивидуальные веса зоопланктона, рассчитанные по методу Н.М. Крючковой [9], являются одним из наиболее информативных структурных показателей сообществ зоопланктона. Низкие значения весов говорят о преобладании в зоопланктоне мелкоразмерной фракции, что служит показателем высокой скорости оборота биомассы и активного участия зоопланктона в процессах самоочищения. Незначительное повышение индивидуального веса наблюдается в зоне макрофитов (табл.1).

Особенности строения и функционирования любого сообщества в значительной мере определяются качеством среды, соответственно по состоянию сообщества решается и обратная задача. Одним из важнейших свойств сообществ, отражающих их сложность и структурированность, является видовое разнообразие, для расчета которого применяют данные как по числу видов, так и по их относительному обилию. Индекс принимает максимальное значение, если все особи принадлежат к разным видам и равен нулю, когда все особи принадлежат к одному.

Зона антропогенной нагрузки имеет большее значение индекса по сравнению с контролем, вероятнее всего произошло увеличение роли второстепенных видов и снижение доминантных. Индекс принимает наибольшее значение в зоне макрофитов, это обусловлено появлением видов, характерных для зарастающей литорали (табл.2).

### **Выводы**

1. За период исследования численность зоопланктона в среднем составила: зона антропогенной нагрузки – 135,25 экз./л, контроль – 139,25, зона макрофитов – 143,25

экз./л. Биомасса: 1,24 мг/л – зона антропогенной нагрузки, 1,29 мг/л – контроль, 1,34 мг/л – зона макрофитов. Полученные данные позволяют констатировать, что в исследуемых зонах не происходит существенного изменения количественных показателей зоопланктона. Величины численности и биомассы по общепринятой классификации позволяют отнести озеро Свитязь к мезотрофному типу.

2. Наибольшим видовым разнообразием характеризуется зона макрофитов. Погруженная и полупогруженная растительность участвует в самоочищении водоема и создает более благоприятные условия существования, чем и обусловлено появление видов, не встречавшиеся в двух других исследуемых зонах.

3. Наличие высшей водной растительности в местах впадения каналов мелиоративных систем и возвратных вод с полей орошения способствует поглощению биогенных элементов и стимулирует развитие зоопланктона, дополнительно участвующего в самоочищении.

#### **Литература**

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 455 с.
2. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы/Маст.:Ю.А. Тарэеў, У. І. Цярэнцьеў. – Мн.: Бел.Эн, 2007. – 480 с.
3. Дать оценку состояния природного комплекса заказника «Свитязьзянский»: Отчёт о НИР /БГУ. НИЛ озераведения/ Руководитель Б.П. Власов. – 2001г. – 54с.
4. Вежновец В.В. Ракообразные (Cladocera, Sorepoda) в водных экосистемах Беларуси: Каталог. Определительные таблицы – Мн.: Бел. Наука, 2005. – 150 с.
5. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. – 755 с.
6. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. – Л.: Наука, 1964. – 327с.
7. Ландшафтные воды в условиях техногенеза: монография / О.В. Кадацкая (и др.). — Минск: Бел. Наука, 2005. 347 с.
8. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. – СПб.:Наука, 1996. – 189с.
9. Крючкова Н.М. Зоопланктон как агент самоочищения водоемов // Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. – М.: Наука, 1989. – С.184-198.

#### **Summary**

##### **S.N. Basar. Effect of Anthropogenic Load on Structure of Zooplankton Organisms**

Data received in the result of investigations permit to state that there occur no significant changes of qualitative factors of zooplankton in the areas under investigation. Abundance and biomass values in generally accepted classification allow relating Lake Svitiay to mesotrophic type. Zone of macrophytes is characterized by the largest species diversity. Submersed and emergent vegetation participates in self-purification and creates more favorable conditions of existence, this stipulates appearance of species that are not found in two other areas under investigation. Existence of higher aquatic vegetation in places of inflow of soil-reclamation canals and return waters from watering fields promotes absorption of biogenic elements and stimulates development of zooplankton additionally participating in self-purification.

*Поступила 13 января 2010 г.*