

Абиотические и биотические факторы, влияющие на развитие зооперифитона в потоке (на примере водоема-охладителя)

Т. А. ШАРАПОВА

Институт проблем освоения Севера СО РАН
625003, Тюмень, а/я 2774
E-mail: tshartum@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Исследования беспозвоночных, обитающих на камнях переката водоема-охладителя, показали доминирование по численности олигохет семейства Naididae, по биомассе – мшанок *Plumatella emarginata*. При биомассе зооперифитона более 100 г/м² выявлены влияние на численность и биомассу шероховатости и светлоты субстрата, а также зависимость между биомассой мшанок и численностью олигохет.

Ключевые слова: зооперифитон, субстрат, наидиды, мшанки, шероховатость, светлота.

Перифитон является экологической группировкой гидробионтов, обитающих на разделе фаз “вода – твердый субстрат” [1]. На формирование перифитона в водоемах оказывают влияние различные факторы как абиотического, так и биотического характера. В публикациях рассматривается влияние “физических и биологических факторов” [2], к первым относят глубину, течение, освещенность, температуру и т. д. [1–12], ко вторым – ценотические отношения [13–17]. Одним из важных факторов, влияющих на развитие перифитона, является качество субстрата, играющего важную роль при колонизации. При отборе проб перифитона обязательно учитывают происхождение субстрата: живые организмы (макрофиты, беспозвоночные) или минерального происхождения, а реже – качество самого субстрата (рельеф, цветность и т. д.). Большое значение для заселения играет микрорельеф поверхности субстрата, образующий шероховатость. Проведены экспериментальные работы по изучению влияния

рельефа на колонизацию экспериментальных субстратов как в континентальных водоемах, так и в море [1, 18], которые показали большую плотность организмов на шероховатом субстрате, причем изначально сравнивался гладкий и шероховатый субстрат, либо субстрат с искусственно нанесенными зубцами различной высоты. Исследования влияния цвета (черного и белого) на интенсивность обрастания [18] показали, что многие морские беспозвоночные предпочитают белый субстрат.

При работе на водоеме в ряде случаев, особенно при отборе проб с камней, отмечается большая вариабельность качественных и количественных показателей. Цель данной работы – выявление основных факторов, влияющих на структуру и количественные показатели сформировавшегося сообщества зооперифитона в потоке.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение зооперифитона проводили в литоральной зоне (до глубины 1,0 м) оз. Оброчного – старицы р. Туры, в зоне умеренного

Шарапова Татьяна Александровна

подогрева, где температура на 4–5 °С ниже по сравнению с зоной максимальной тепловой нагрузки. Отбор проб проводили в августе 2007 г. при температуре воды 25 °С на искусственном перекате в водоеме-охладителе ТЭЦ-1 (г. Тюмень). Субстраты с различной, оцененной визуально заселенностью зооперифитоном отбирали на глубине 30–40 см при интенсивном течении (около 1,5 м/с). Субстрат представлен щебенкой, отсыпанной в основании моста, и кусками бетона. Пробы обрабатывали по ранее описанной методике [17]. Площадь поверхности камней рассчитывали по формуле, предложенной для обсева плотности пиявок на камнях озера [19]. Для каждого субстрата после смыва беспозвоночных отмечали светлоту по цветовой шкале Манселла от 0 (черный) до 10 (белый) [20], а также степень шероховатости (низкая – 1, средняя – 2, высокая – 3 балла). Основные характеристики зооперифитона рассчитывали с помощью модифицированного прикладного пакета WACO, созданного в Институте гидробиологии НАН Украины. Для проведения статистических расчетов использована компьютерная программа Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристики природных и искусственных по происхождению субстратов имели отличия (табл. 1). Очевидно, что под действием течения куски гранита приобретают более гладкую поверхность, чем куски бетона, которые сохраняют большую шероховатость. Искусственный субстрат имеет и более светлую окраску, что выявлено после смыва беспозвоночных (см. табл. 1).

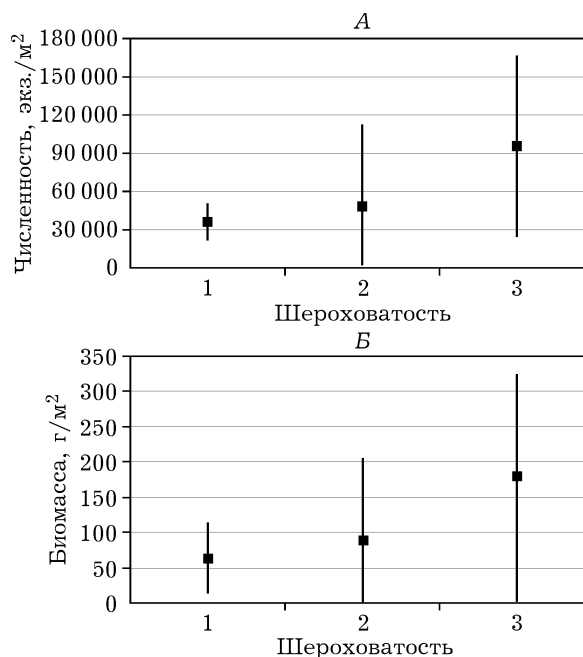
В составе зооперифитона присутствовали гидры, нематоды, олигохеты, турбеллярии,

Т а б л и ц а 1
Характеристики субстратов

Светлота: разброс (среднее)	Шероховатость, %		
	низкая	средняя	высокая
<i>Искусственные</i>			
6–9 (7,6)	0	14	86
<i>Природные</i>			
1–8 (4,9)	8	92	0

брюхоногие моллюски, мшанки, остракоды, личинки поденок и хирономид. Наибольшую роль в создании численности зооперифитона играли малощетинковые черви семейства Naididae (45–98 % суммарной плотности). Мшанки в среднем доминируют по биомассе, но в пробах с низкими биомассами не всегда являются доминантами (0–60 %), в ряде случаев по биомассе преобладают наидиды (42–78 %), либо гастроподы (45 %). Высокие биомассы зооперифитона (более 100 г/м²) связаны с обильным развитием мшанок, преимущественно *Plumatella emarginata* Allman (93–99 % общей биомассы). Обильное развитие мшанок характерно для водоемов-охладителей, расположенных в разных географических зонах [1, 11].

Полученные результаты показали большой размах численности и биомассы зооперифитона на субстратах с различной светлотой и шероховатостью. Средние значения количественных показателей возрастали только с увеличением шероховатости (см. рисунок). По степени обрастания можно выделить две основные группы проб: с биомассой менее 10 и более 100 г/м². Группа проб с биомассой менее 10 г/м² представлена зоопери-



Размах и средние значения общей численности (А) и общей биомассы (Б) зооперифитона при различной шероховатости

Средние значения характеристик субстрата и зооперифитона при различных биомассах

Характеристика субстрата	Весь массив данных	Биомасса	
		менее 10 г/м ²	более 100 г/м ²
Светлота	5,9 ± 0,48	6,57 ± 0,37	5,73 ± 0,81
Шероховатость	2,2 ± 0,14	2,29 ± 0,18	2,27 ± 0,19
Основные параметры зооперифитона:			
численность, экз./м ²	61292 ± 10188	20318 ± 4014	87128 ± 13274
биомасса, г/м ²	114,16 ± 26,19	2,7 ± 0,70	201,91 ± 25,53
количество таксонов	10 ± 0,79	6 ± 1,04	12 ± 0,54
индекс Шеннона, бит/экз.	1,02 ± 0,09	0,66 ± 0,11	1,20 ± 0,09
индекс Шеннона, бит/г	0,86 ± 0,16	1,57 ± 0,19	0,30 ± 0,04
выравненность по биомассе	0,29 ± 0,06	0,58 ± 0,04	0,08 ± 0,01

фитонем с молодыми слабо развитыми колониями *Plumatella emarginata*, только частично покрывающими субстрат, либо мшанки отсутствуют; при биомассе более 100 г/м² колонии крупные, хорошо развитые, субстрат покрыт мшанками полностью. Причем как в первой, так и во второй группе присутствовали субстраты искусственного (35–43 %) и природного (57–65 %) происхождения. В табл. 2 приведены средние значения параметров субстрата и зооперифитона при различных биомассах беспозвоночных-обработателей, в столбец “все данные” включены и значения проб, в которых биомасса была больше 10, но меньше 100 г/м². К топогенным факторам относятся такие характеристики субстрата, как шероховатость и светлота, к ценогенным – параметры зооперифитона (биомасса и численность общая и доминирующих групп). При высоких биомассах зооперифитона отмечено возрастание суммарной численности, количества таксонов, индекса Шеннона по численности. Из-за высокого доминирования мшанок значения индекса Шеннона и выравниваемости, рассчитанные по биомассе, имеют минимальные значения.

Минимальное количество связей между параметрами зооперифитона и характеристиками субстрата отмечено при биомассе менее 10 г/м². Выявлена достоверная отрицательная (–0,81) связь между светлотой и биомассой молодых колоний мшанок, предпочитающих более темный субстрат.

При биомассе зооперифитона более 100 г/м² достоверно влияние шероховатости

и светлоты субстрата на суммарную численность и плотность наидид. На биомассу мшанок и общую влияет только шероховатость субстрата (табл. 3). Доминирование по численности наидид определило высокую корреляционную связь между их плотностью и общей численностью (0,85), как и биомассу мшанок и суммарную (1,0). Отметим достоверную положительную корреляционную связь между биомассой мшанок и общей численностью (0,62), что свидетельствует о существовании зооценоза, в котором мшанка является видом-эдификатором, формирующим сообщество консортивного типа, влияющим на численность обитающих с ней совместно беспозвоночных. Мшанки, являющиеся фильтраторами-седиментаторами, создают благоприятные условия для обитания пастбищников и собирателей (олигохет рода *Naïs*, брюхоногих моллюсков).

Т а б л и ц а 3

Корреляции между топическими и ценогическими характеристиками зооперифитона (биомасса более 100 г/м²)

Показатель	Шероховатость	Светлота
N _{sum} , экз./м ²	0,83	0,62
N _{naid} , экз./м ²	0,77	0,78
B _{sum} , г/м ²	0,66	0,27
B _{bryo} , г/м ²	0,64	0,26

П р и м е ч а н и е. Жирным шрифтом выделена достоверная корреляционная связь; N_{sum} – суммарная численность, N_{naid} – численность наидид, B_{sum} – суммарная биомасса, B_{bryo} – биомасса мшанок.

Таким образом, выявлено влияние светлоты субстрата на молодых, в начальной стадии развития колонии мшанок, на развитие крупных колоний влияет только шероховатость. Для развитых колоний мшанок характерно формирование сообщества консортивного типа. Изучение сформировавшегося сообщества зооперифитона показало, что на степень развития беспозвоночных влияют как топические характеристики субстрата (шероховатость, светлота), так и ценотические (биомасса мшанок).

ЛИТЕРАТУРА

1. Протасов А. А. Пресноводный перифитон. Киев: Наук. думка, 1994. 305 с.
2. Раилкин А. И. Процессы колонизации и защита от биообрастания. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 1998. 272 с.
3. Дулаков С. Н. Материалы к изучению перифитона // Труды лимнологической станции в Косине. 1933. Вып. 16. С. 3–160.
4. Громов В. В. Гидрофауна затопленной древесины Сылвенского залива Камского водохранилища // Зоол. журн. 1961. № 3. С. 309–316.
5. Луферов В. П. Краткая сравнительная характеристика эпифауны затопленных лесов волжских водохранилищ // Труды Института биологии внутренних вод. 1966. Вып. 12:15. С. 273–285.
6. Константинов А. С. Заселенность личинками хиромид субстратов, различно расположенных в водоеме // Гидробиол. журн. 1977. № 4. С. 16–19.
7. Протасов А. А. Полип пресноводной медузы *Craspedacusta sowerbii* Lank. в р. Днепр // Там же. 1978. № 3. С. 42–43.
8. Афанасьев С. А., Протасов А. А., Сеницына О. О., Янакаев А. Ю. Сообщества зооперифитона порожистых и плесовых участков реки Южный Буг // Вопросы гидробиологии водоемов Украины. Киев: Наук. думка, 1988. С. 68–76.
9. Раилкин А. И. Распределение диатомовых водорослей на продольно обтекаемых плоских поверхностях // Ботан. журн. 1991. № 11. С. 1522–1527.
10. Шарапова Т. А. Зообентос и зооперифитон реки Иртыш // Гидробиол. журн. 1998. № 4. С. 32–44.
11. Скальская И. А. Зооперифитон водоемов бассейна Верхней Волги. Рыбинск, 2002. 256 с.
12. Комулайнен С. Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 2004. 182 с.
13. Ивлев В. С. Влияние тростниковых зарослей на биологию и химический режим водоемов // Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. 2. С. 79–102.
14. Харченко Т. А., Ляшенко А. В., Давыдов О. А. Консорция пресноводной губки в канале Днепр-Донбасс // Гидробиол. журн. 1989. № 1. С. 31–35.
15. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. Киев, 2002. 105 с.
16. Протасов А. А. О топических отношениях и консортивных связях в сообществах // Сиб. экол. журн. 2006. № 1. С. 97–103.
17. Шарапова Т. А. Зооперифитон внутренних водоемов Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2007. 167 с.
18. Добрецов С. В., Раилкин А. И. Влияние характеристик поверхности на оседание и прикрепление личинок мидии съедобной *Mytilus edulis* (Mollusca, Filibranchia) // Зоол. журн. 1996. № 4. С. 499–506.
19. Dall Peter C. A sampling technique for littoral stone dwelling organisms // Oikos. 1979. Vol. 33, N 1. P. 106–112.
20. Зайцев А. Наука о цвете и живопись. М.: Искусство, 1986. 158 с.

Abiotics and Biotics Factors Affecting the Development of Zooperiphyton in Stream (for Cooler Reservoir as an Example)

T. A. SHARAPOVA

Institute of the North Development Problems SB RAS
625003, Tyumen, p.o. box 2774
E-mail: tshartum@mail.ru

Studies of invertebrates inhabiting the stones of the shoal of a cooler reservoir demonstrated predominance of Oligochaeta from Naididae family in number, and *Plumatella emarginata* in biomass. With the biomass of zooperiphyton exceeding 100 g/m², the substrate roughness and brightness were found to affect the number and biomass; a correlation between the biomass of *Plumatella emarginata* and the number of Oligochaeta was revealed.

Key words: zooperiphyton, substrate, Naididae, *Plumatella emarginata*, roughness, brightness.