

УДК 574.587 +599

**ФОРМИРОВАНИЕ БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ
Р. СЕР-БУЛАК ПОД ВЛИЯНИЕМ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБРА
(ВОЛЖСКО-КАМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК)**

© 2009 О.Н. Туманов*

Казанский государственный университет, г. Казань (Россия)

leick@inbox.ru

Поступила 21 декабря 2008 г.

Проведена оценка видового состава, структуры, численности и биомассы зообентоса, а также качества воды в реке Сер-Булак.

Ключевые слова: бентосные сообщества, влияние бобра, малые реки, Татарстан.

Отечественные и зарубежные исследователи уделяют большое внимание экологическим проблемам наименее изученного и самого многочисленного класса водных объектов – малым рекам, которые нередко подвергаются неконтролируемому антропогенному загрязнению (Скальская, 2007). Однако наряду с воздействием человеческой деятельности на экосистемы малых рек в ряде регионов России все значимее становится влияние зоогенного фактора – жизнедеятельности бобра (Завьялов, 2005). В результате таких воздействий на малых реках радикально изменяются их гидрологический и гидрохимический режимы, происходят значительные перестройки сообществ гидробионтов.

Исследования были проведены на территории Раифского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (ВКГПБЗ) (р. Сер-Булак). Ряд участков этой реки зарегулирован плотинами бобров.

Цель работы – оценить видовой состав и структуру, численность и биомассу зообентоса, а также качество воды в реке.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В плане рассмотрения зоогенного влияния рассмотрена малая река Сер-Булак, расположенная на территории Раифского участка ВКГПБЗ. На реке Сер-Булак пробы отбирали с 8 станций, отличающихся по своим морфометрическим и гидрологическим характеристикам: в бобровых прудах, выше и ниже по течению (рис. 1). Всего в течение вегетационного периода (с 19.05. по 18.09.2007 г.) была отобрана 31 проба. Также в работе были использованы данные, полученные в результате анализа структур макрозообентоса р. Сумка и р. Сер-Булак в предыдущие годы (Туманов, 2007).

*Олег Николаевич Туманов аспирант.

Станция 1. Контрольный участок закрытой экспозиции, не измененный жизнедеятельностью бобров. Расположен в русле ручья Малый Сер-Булак, выше плотины на 50-70 м. Это узкий ручей, который через 10-15 м образует широкий разлив. В течение вегетационного периода показатели станции

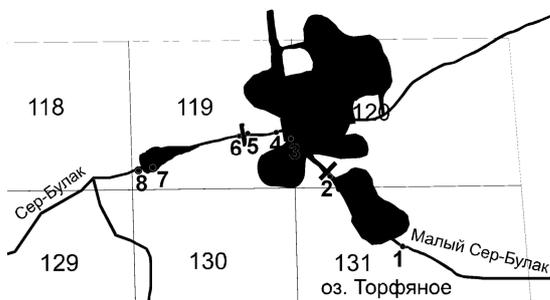


Рис. 1. Карта-схема места обследования р. Сер-Булак (ВКГПБЗ)

сильно изменяются, так как количество воды в ручье сильно зависит от атмосферных осадков. Весной после половодья вода прозрачная, течение умеренное. Летом течение прекращается, водная гладь обильно покрывается ряской. Осенью уровень воды падает, количество ряски на поверхности воды резко уменьшается. В 2005 г. наблюдали значительное уменьшение количества воды в ручье – это было обусловлено покида-

нием бобром своего жилища ниже по течению (станция 2). Дно представляет собой крупнозернистый ил.

Станция 2. Небольшая плотина, также в русле ручья Малый Сер-Булак, участок открытой экспозиции. Местность болотистая, поверхность воды обильно покрыта ряской, вода имеет резко выраженный гнилостный запах. Донные отложения - тонкий ил, детрит.

Станция 3. Третья станция находится на месте слияния ручья Малый Сер-Булак с руслом р. Сер-Булак. Это относительно крупный водоем открытой экспозиции, образован зарегулированием стока крупной плотиной бобров, расположенной в непосредственной близости от места отбора проб. Эта станция обладает относительно высокой динамичностью, вызванной жизнедеятельностью бобров. Так, уровень воды и количество ряски на протяжении вегетационного периода постоянно менялись, в мае и октябре уровень воды достигал максимальной отметки, что, как правило, вызывало течь плотины. Следствием этого являлся вынос ряски и гидробионтов через плотину. Цвет воды - коричневатый. Дно представляло собой затопленную растительность. В месте отбора проб течение слабое. Выше 10-15 м от места взятия проб находилась крупная хатка бобров.

Далее р. Сер-Булак, представляет собой каскад бобровых прудов. **Станция 4** – ниже вышеназванной плотины, **станция 5** – бобровый пруд ниже по течению, образованный небольшой плотиной. **Станция 6** – участок ниже этой плотины. В июне 2007 года, плотина на этом участке реки была затоплена, таким образом, бобровый пруд прекратил свое существование. Подтопление этого участка было связано с образованием крупной подковообразной плотины ниже по течению. **Станция 7** – бобровый пруд выше этой плотины, **станция 8** – участок реки после плотины.

Пробы отбирали в соответствии с общепринятыми методами (Комулайнен и др., 1989) с помощью ручного сачка. В работе использовали широко применяемые в гидробиологии показатели и индексы зообентоса (Яковлев, 2002):

Индекс разнообразия Шеннона (H , бит/экз.), отображающий как видовое разнообразие, так и выравненность относительной численности видов в сообществе:

$$H = \sum p_i \log p_i, \quad (1)$$

где $p_i = \frac{n_i}{N_i}$, n_i – число особей вида, N_i – общее число видов в биоценозе

Индекс видового богатства сообщества (d), основанный на учете числа видов в отдельных пробах к количеству особей:

$$d = \frac{S}{\sqrt{N}}, \quad (2)$$

где, S – число видов, N – число особей в пробе. По совокупности проб можно сделать вывод о видовом богатстве в сообществе.

Индекс выравненности или эквитабельности, отражающий распределение по видам:

$$e = \frac{H}{\log_2 N}, \quad (3)$$

где H – индекс Шеннона, N – численность особей в пробе. Чем выше величина индекса, тем равномернее распределены особи по видам.

Индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека (Pantle, BUCK, 1955; Sládeček, 1973), оценивающий степень насыщенности воды разлагающимися органическими веществами:

$$S = \frac{\sum (sh)}{\sum h}, \quad (4)$$

где h – относительная частота встречаемости гидробионтов, s – индикаторная значимость. Индикаторную значимость и зону сапробности определяют для каждого вида зообентоса по спискам сапробных организмов (Wegl, 1983).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В прибрежной зоне участка р. Сер-Булак выявлено 52 таксона макрозообентоса. Средние значения основных показателей и индексов зообентоса исследованных станций сведены в таблицу.

На фоновом участке выше бобровых плотин (станция 1) обнаружено 11 видов зообентоса. Среднее значение биомассы этого участка составило $141,4 \text{ мг} \pm 25,6$, индекса сапробности по системе Пантле и Букка $3,07 \pm 0,19$. Высокий индекс сапробности обусловлен маловодностью этого участка реки. Глубина реки в межень при слабой проточности составляет лишь 15-20 см, что приводит к ограничению жизненного пространства, недостатку убежищ и пищи. На таких участках листвова опад, поступающий в реку осенью, смывается весенним половодьем и дождевыми паводками (Скальская, 2007). Однако необходимо отметить, что жизнь вернулась на этот участок с восстановлением в 2006 г. бобровой плотины ниже по течению. Тогда как до этого был период, связанный с покиданием бобром своего местообитания, когда фоновый участок представлял собой ручеек шириной 10-15 см (Туманов, 2007). Наличие большого количества разлагающегося листового опада обусловило

благоприятные условия для развития олигохет и личинок хирономид: *Chironomus plumosus* и *Psectrotanypus varius* были обнаружены практически во всех пробах этого участка реки. Наличие *Ch. plumosus* в пробах свидетельствует о недостатке кислорода в воде.

Таблица

Средние значения основных показателей и индексов зообентоса по станциям р. Сер-Булак (ВКГПБЗ)

Станция	Идекс Шеннона (бит/экз)	Индекс видового богатства	Индекс выравненности	Индекс сапробности
1	2,38±0,27	1,32±0,26	0,43±0,07	3,07±0,19
2	1,37±0,45	1,53±0,17	0,76±0,19	2,69±0,3
3	2,34±0,47	1,53±0,35	0,52±0,13	2,42±0,18
4	2,61±0,25	1,44±0,31	0,43±0,07	2,22±0,08
5,6	2,09±0,22	1,26±0,04	0,4±0,04	2,24±0,03
7	1,94±0,05	1,38±0,2	0,58±0,13	2,32±0,18
8	1,38±0,09	0,89±0,25	0,24±0,01	2,15±0,07

Бобровый пруд, расположенный ниже по течению (станция 2) претерпевал значительные метаморфозы в течение периода исследований. Как уже было отмечено выше, бобры покидали свои местообитания, забросив и плотину; в результате чего жизнедеятельность зообентоса была нарушена: сократилось количество видов, индексы и показатели зообентоса стали значительно хуже, чем таковые на других участках реки. Возвращение в 2006 г. бобров на этом участке было сопровождено восстановлением плотины, поднятием уровня воды и как следствие улучшением условий для существования зообентоса. К примеру, если в 2005 г. средние значения индексов выравненности и видового богатства составили $0,5 \pm 0,09$ и $1,19 \pm 0,13$ (Туманов, 2007 а), соответственно, то уже в 2007 г. эти значения стали равны $0,76 \pm 0,19$ и $1,53 \pm 0,17$. В течение вегетационного периода во всех пробах этого участка реки были найдены жуки *Hydrobius fuscipes*, *Haliphus ruficollis* и *Hydroporus palustris*. Среднее значение биомассы зообентоса на этом участке составило $67,8 \text{ мг} \pm 56,6$. Столь высокое значение средней арифметической, видимо, обусловлено высоким значением биомассы в конце июля, обусловленной наличием в пробе крупного жука *Dytiscus marginalis*, массой тела 0,3 г.

Представляют интерес данные, полученные в ходе исследования большого бобрового пруда и участка ниже плотины (станции 3 и 4). В бобровом пруду было обнаружено 12 видов зообентоса. Значительна доля нимф Ephemeroptera (до 54% состава фауны), среди которых массовым видом являлись *Cloeon dipterum*, однако в мае доля поденок *Siphonurus aestivalis* значительнее (до 21,4% от всех видов в пробе). Наличие большого жизненного пространства, обусловленного постройкой плотины, обеспечивает благоприятные условия для жизнедеятельности клопов, среди которых наиболее часто встречались *Plea minutissima* и *Corixa* sp. Бентофауна этого участка представлена исключительно лентическими формами; наличие крупных свободноплавающих форм нектобентоса (отряды Hemiptera и Coleoptera) обуславливает и наивысшие значения биомассы (до 0,6 г и 1,9 г на участках выше и ниже плотины). В целом бобровый пруд характеризуется высокими индексами зообентоса в первую половину вегетационного периода, однако уже с июля заметна

тенденция ухудшения условий. Если в мае-июне были зафиксированы высокие индексы Шеннона, видового богатства (до 2,18), сапробности (до 1,94) и значения биомассы (до 992 мг), то к сентябрю значения этих индексов значительно снизились (индекс Шеннона составил 0,54 бит/экз., видового богатства 0,31, сапробности 2,85). Аналогичная ситуация наблюдается и на участке ниже этой плотины. Такое ухудшение условий обусловлено покиданием бобром своих местообитаний и постройкой крупной подковообразной плотины ниже по течению (станция 7), что привело к затоплению плотины на описанном участке.

Бобровый пруд, расположенный ниже по течению (станция 5) просуществовал лишь до июня 2007 года. Постройка крупной плотины ниже по течению повлекла за собой резкое поднятие уровня воды и затопление плотины, которая когда-то обеспечивала наиболее стабильные условия для существования зообентоса. В 2005 г. на этом участке реки можно было обнаружить 10 видов зообентоса, средние показатели индексов Шеннона составили $1,92 \text{ бит/экз.} \pm 0,16$, видового богатства $1,16 \pm 0,11$, выравненности $0,38 \pm 0,05$ и сапробности $2,17 \pm 0,03$ (Туманов, 2007 а). После исчезновения плотины эти показатели практически не изменились: также можно было обнаружить 10 видов зообентоса, средние показатели основных индексов зообентоса остались практически неизменными, заметно лишь незначительное увеличение индекса сапробности. Однако можно выдвинуть гипотезу о том, что в дальнейшем сапробность данного участка будет только расти. В первую очередь это связано с тем, что плотины несут осадконакопительную роль и снижают темпы заиления водоемов (Горшков, 2004).

Крупный бобровый пруд (ширина до 15 м), образованный в начале июля 2007 г. большой подковообразной плотиной (станция 7), как уже было описано, сильно повлиял на существование бентосных сообществ, обитающих выше по течению. В то же время, этот участок еще только обживается гидробионтами, о чем свидетельствуют невысокие показатели и индексы зообентоса. Так, на этом участке реки в июне-июле было зафиксировано лишь 4 вида зообентоса, а в сентябре количество встреченных видов увеличилось в 2 раза и достигло 8. Средние показатели основных индексов зообентоса по сравнению с остальными станциями реки Сер-Булак невелики, что обусловлено малым возрастом этого водоема. Начиная со времени постройки плотины наблюдается и стабильный рост биомассы гидробионтов: в июне 16 мг, в конце июля 40 мг и в сентябре-октябре до 73 мг. Во всех пробах этого участка реки зафиксированы пиявки *Helobdella stagnalis*; спустя несколько месяцев, после постройки плотины появились личинки хирономид родов *Procladius* и *Anatopynia*.

Похожая ситуация наблюдалась и на участке ниже плотины (станция 8). Здесь было обнаружено 10 видов зообентоса, средние показатели основных индексов зообентоса также невелики. Среднее значение биомассы составило $120,3 \text{ мг} \pm 26,1$. Во всех пробах этого участка р. Сер-Булак представлены личинки *Chaoborus flavicans*, способные выдерживать продолжительный период недостатка растворенного кислорода в воде; личинки рода *Eristalis*, хирономиды рода *Psectroladius*. В целом сформированный бобровый пруд является

чрезвычайно интересным объектом исследования влияния жизнедеятельности бобра на зообентос, так как плотина на этом участке реки была построена совсем недавно, и это позволяло проследить формирование данного биоценоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Влияние зоогенного фактора – жизнедеятельности бобра носит комплексный характер, что определяет как ухудшение условий существования зообентоса в определенные периоды, так и улучшение. В целом, эту деятельность можно охарактеризовать как нарушение. Однако если в традиционном определении нарушения фигурируют редкость и нерегулярность события, то модифицирующая деятельность бобра – это специфическое нарушение, резко проявляющееся на первых этапах (колонизация бобрами новых местообитаний). Затем происходят постепенные, разнонаправленные изменения прибрежной полосы и гидрологических характеристик реки, что неизбежно приводит к изменениям в структуре сообществ зообентоса (Иванов, 2005).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горшков Д.Ю.** Экология и средообразующая роль бобра (*Castor fiber*) в центральной части Волжско-Камского края // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. 2004. С 3-12.
- Завьялов Н.А.** Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. М.: Наука, 2005. 356 с.
- Иванов В.К.** Видовой состав, трофическая структура и пищевые сети сообществ макро-беспозвоночных в водотоках, измененных бобром. // Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. М.: Наука, 2005. 356 с.
- Комулайнен С.Ф., Круглова А.Н., Хренников В.В., Широков В.А.** Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: Б.и., 1989. 42 с.
- Скальская И.А.** Изменение структуры зооперифитона малой реки в связи с поселениями бобров // Биология внутренних вод. 2007. № 2. С. 71-75.
- Туманов О.Н.** Влияние жизнедеятельности бобра на зообентос малых рек (на примере системы реки Сумки (республика Татарстан)) // Биология внутренних вод. Тезисы докладов XIII Международной молодежной школы-конференции. 2007. С. 250-256. - **Туманов О.Н.** Влияние жизнедеятельности бобра на зообентос системы реки Сумки (республика Татарстан) // Экология: от Арктики до Антарктики. Материалы конференции молодых ученых. Екатеринбург: Академкнига, 2007 а. С. 329-332. - **Туманов О.Н.** Особенности зообентоса системы реки Сумки (приток Волги, Республика Татарстан) в связи с влиянием жизнедеятельности бобра // Сб. науч. тр. «Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов: пути решения». Ульяновск, 2007. С. 165-171.
- Яковлев В.А.** Компьютерные методы в зоологии: часть 1. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2002. 32 с.
- Pantle R., Buck H.** Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas - und Wasserfach. 1955. 604 pp.
- Sládeček V.** System of water quality from biological point of view – Arhiv f. Hydrobiol., Ergebnisse der. Limnologie. 1973. 130 pp.
- Wegl R.** Index für Limnosaprobität // J. Wasser und Abwasser. 1983. – Bd. 26. P. 142-210.

FORMATION BENTHIC COMMUNITIES OF THE RIVER OF SULFURS-BULAK UNDER THE INFLUENCE OF ABILITY TO LIVE OF THE BEAVER (VOLZHSKO-KAMSKY STATE NATURAL BIOSPHERIC RESERVE)

© 2009 O.N. Tumanov

The estimation of specific structure, structure, number and a biomass zoobenthos, and also qualities of water in the river of Ser-bulak is spent.

Key words: benthos communities, influence of the beaver, the small rivers, Tatarstan.