

Рис. 4

Из имеющихся ограниченных по временному ряду биологических материалов следует, что реакция организма разных видов рыб на изменения условий обитания специфична, зависит от вида и глубины фактора воздействия. В целом на рассматриваемом временном отрезке такой важный элемент ЖЦ как линейный размер у большинства массовых рыб Водлозера радикально не изменился, его динамика адаптивно колебалась около среднеемноголетних величин.

#### Литература

- Бабий А.А., Петрова Л.П. 1997. Изменение видовой структуры промысловых уловов рыб Водлозерского водохранилища (Карелия) и их причины// I конгресс Ихтиологов России. Астрахань, 1997. Тез.докл. с.104–105.
- Бигон М., Дж.Харпер, Таунсенд К., 1989. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т.2. 477 с.
- Бражник С.Ю., Стрельников А.С., Пшеничный К.В. 2008. Изменение показателей линейно-веса роста леща *Abramis brama* Рыбинского водохранилища в зависимости от условий существования популяции//Вопросы рыболовства, т.9, №3(35), с.595–607.

#### DYNAMICS OF SOME ELEMENTS LIFE-CYCLE ICHTHYOFAUNA VODLOZERA (Karelia)

A.V. Barsova<sup>1</sup>, A.A. Babiy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National park «Vodlozersky», Petrozavodsk, Russia

<sup>2</sup>Northern Fisheries Research Institute (NFRI) – PetrSU, Petrozavodsk

During the period under review (1954 – 2004) clearly identified and the trend to a reduction in the size of the body of oneages bream. Planktofagi increased the rate of growth since the late 90-ies to a marked increase in average temperatures in the area Vodlozera. Enough to resist the growth rate of zander at different reservoir conditions. In general, before the temporary period of such an important element life-cycle as the linear dimension of the most massive fish Vodlozera not radically changed its dynamics adaptively varied around mean values.

#### ВЛИЯНИЕ ПРОТОЧНОГО ОЗЕРА НА СТРУКТУРУ ЗООБЕНТОСА РЕКИ (НА ПРИМЕРЕ оз. КЕДРОЗЕРА, р. ЛИЖМЫ, БАСЕЙНА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА)

И.А. Барышев<sup>1</sup>, В.И. Кухарев<sup>2</sup>, А.Н. Круглова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН,  
г. Петрозаводск

<sup>2</sup>Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем КарНЦ РАН,  
г. Петрозаводск, Россия

e-mail: baryshev@bio.krc.karelia.ru

#### Введение

На территории Фенноскандии, в т.ч. и Карелии, множество водоемов и водотоков образуют протяженные водные системы с чередованием озерных и речных участков. Влияние проточных

озер на нижерасположенные водотоки проявляется через стабильность гидрологического и температурного режимов, поступление аллохтонных веществ, вынос в реки лимнических видов. В данной работе рассматривается значение озерного зоопланктона в формировании структуры реофильных зообентических сообществ. Известно, что озерный планктон, попадая в реки, потребляется организмами бентоса (зооперифитона) и на таких участках формируются особые сообщества с большой биомассой (Illies, 1956; Хренников, 1978; Hoffsten, 1999). Показано, что в таких случаях состав и обилие речного зообентоса определяется количеством и качеством сестона (Oswood, 1979). Учитывая большое значение озерно-речных экосистем на территории Карелии, представляется актуальной целью нашей работы – исследовать влияние выноса лимнического зоопланктона на состав и количественные характеристики бентоса в вытекающей из озера реке.

### Материалы и методы

Исследование бентоса и зоопланктона проводили 06.08.07 на реке Лижме (бас. Онежского озера). Общая длина реки составляет 68,3 км, коэффициент линейной озерности 47%, общее падение 114 м (Фрейндлинг, 1969). Всего отобрано и обработано 16 проб зообентоса – по 2 на каждой из 8 станций (рис.). На этих же станциях (кроме ст. 2) исследовали количество и состав сносимого планктона (7 проб по 200 л).

Отбор проб проводили по опубликованной методике на участках реки со скоростью течения 0,3–0,5 м/с, глубинами 0,3–0,5 м на каменистых грунтах с преобладанием гальки и мелкого валуна (Методические рекомендации..., 1989).

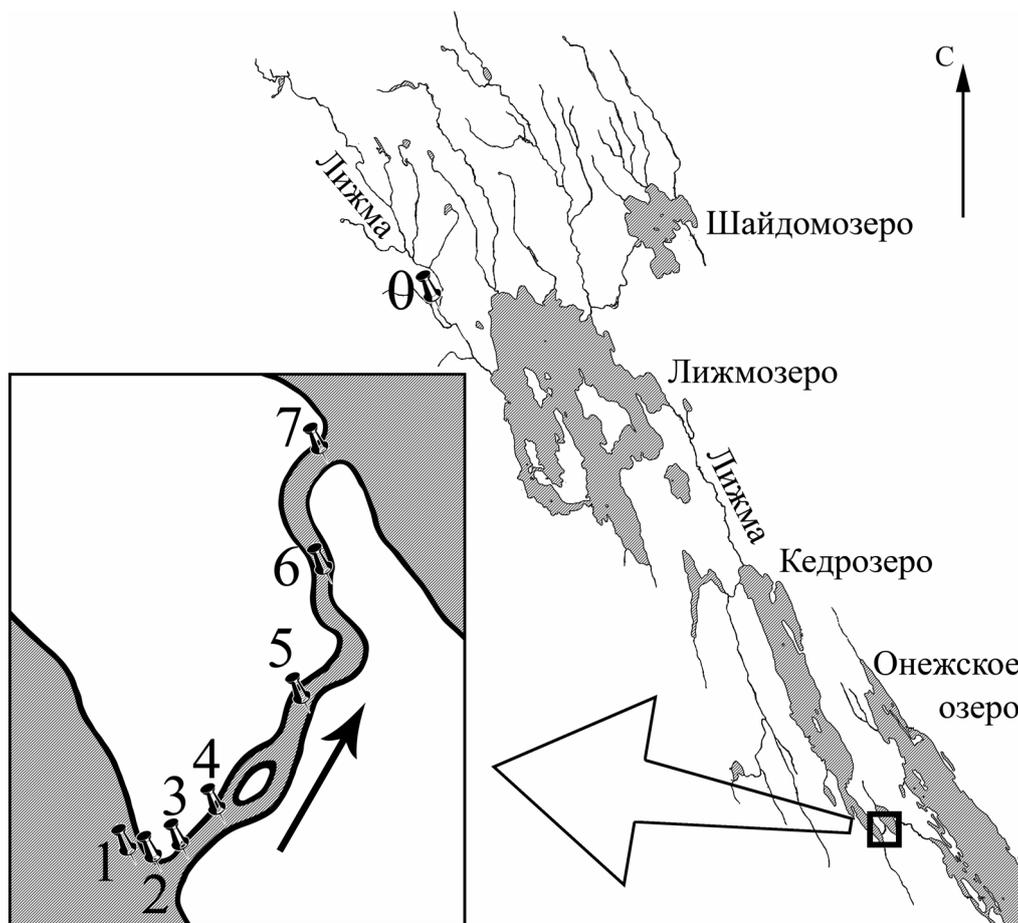


Схема расположения станций отбора проб

Видовое определение проводили по общепринятым руководствам (Определитель пресноводных ..., 1997, 1999, 2001) и зоопланктона (Рылов, 1948; Мануйлова, 1964; Кутикова, 1970; Определитель пресноводных ..., 1994; 1995).

## Результаты исследования

**Зообентос.** В составе зообентоса отмечены следующие организмы: Hydrozoa, Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia (*Pisidium* sp., *Sphaerium* sp.), Gastropoda (*Ancylus fluviatilis*, *Planorbis* sp., *Limnea* sp., *Physa fontinalis*, *Armiger* sp., *Anisus* sp.), Crustacea (*Asellus aquaticus*, Ostracoda), Heteroptera (*Aphelocheirus aestivalis*), Ephemeroptera (*Baetis tracheatus*, *Baetis rhodani*, *Baetis fuscatus*, *Nigrobaetis digitatus*, *Centropilum luteolum*, *Ephemerella ignita*, *Paraleptophlebia submarginata*, *Heptagenia sulphurea*), Plecoptera (*Leuctra fusca*, *Isoperla difformis*, *Isogenus nubecula*), Megaloptera (*Sialis* sp.), Trichoptera (*Hydropsyche pellucidula*, *Hydropsyche siltalai*, *Cheumatopsyche lepida*, *Rhyacophila nubila*, *Neureclipsis bimaculata*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Limnephilus* sp., *Ceraclea nigronervosa*, *Stenophylax* sp., *Wormaldia subnigra*), Simuliidae (*Wilhelmia equina*, *Odagmia ornatula*), Coleoptera (*Limnius* sp., *Oulimnius* sp.), Odonata (*Cordulia aeneatufosa*), Diptera (Ceratopogonidae, Chironomidae).

Численность и биомасса зообентоса по исследованным участкам водотока варьировали от 961 экз./м<sup>2</sup> до 126 тыс./экз./м<sup>2</sup> и от 3,9 г/м<sup>2</sup> до 156,3 г/м<sup>2</sup> (табл. 1).

Таблица 1

**Средние численность, экз./м<sup>2</sup> (над чертой) и биомасса, г/м<sup>2</sup> (под чертой) организмов зообентоса**

Группы организмов	Станция							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Hydrozoa	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>25400</u>	<u>0</u>	<u>121562</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
	0	0	2,50	0	120,00	0	0	0
Oligochaeta	<u>0</u>	<u>125</u>	<u>250</u>	<u>0</u>	<u>50</u>	<u>25</u>	<u>100</u>	<u>125</u>
	0	0,21	0,48	0	0,23	0,19	0,16	1,08
Bivalvia	<u>0</u>	<u>50</u>	<u>175</u>	<u>12</u>	<u>0</u>	<u>175</u>	<u>300</u>	<u>300</u>
	0	0,07	2,30	0,02	0	0,16	0,82	1,20
Gastropoda	<u>0</u>	<u>37</u>	<u>137</u>	<u>0</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>112</u>	<u>550</u>
	0	0,38	0,31	0	0,04	0	0,08	1,08
Ephemeroptera	<u>540</u>	<u>75</u>	<u>50</u>	<u>612</u>	<u>200</u>	<u>1150</u>	<u>137</u>	<u>475</u>
	0,55	0,12	0,08	0,71	0,46	4,09	0,14	1,14
Plecoptera	<u>171</u>	<u>100</u>	<u>50</u>	<u>50</u>	<u>600</u>	<u>200</u>	<u>100</u>	<u>325</u>
	0,46	0,32	0,12	0,08	1,45	0,44	0,11	0,83
Trichoptera	<u>180</u>	<u>50</u>	<u>912</u>	<u>5262</u>	<u>2000</u>	<u>2288</u>	<u>62</u>	<u>212,5</u>
	2,70	4,64	3,70	89,78	23,01	24,52	0,72	1,84
Simuliidae	<u>54</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>2462</u>	<u>0</u>	<u>200</u>	<u>62</u>	<u>62,5</u>
	0,11	0	0	6,08	0	0,33	0,16	0,12
Chironomidae	<u>81</u>	<u>362</u>	<u>1025</u>	<u>200</u>	<u>812</u>	<u>525</u>	<u>500</u>	<u>600</u>
	0,06	0,35	0,93	0,08	0,59	0,27	0,22	0,42
Прочие	<u>45</u>	<u>162</u>	<u>37</u>	<u>37</u>	<u>987</u>	<u>324</u>	<u>237</u>	<u>350</u>
	0,04	0,12	0,24	0,29	10,57	0,31	1,66	2,93
Сумма	<u>1071</u>	<u>961</u>	<u>28036</u>	<u>8635</u>	<u>126261</u>	<u>4887</u>	<u>1610</u>	<u>3000</u>
	3,92	6,20	10,66	97,04	156,34	30,30	4,05	10,64

Для выявления характеристик бентоса в отсутствии влияния озера нами был обследован порог в верхнем течении реки (ст. 0, см. рис. 1). Численность и биомасса зообентоса здесь невелики. На переходном участке «озеро-река», в литоральной зоне озера (ст. 1), численность организмов донных сообществ сопоставима с таковой на ст. 0, однако биомасса в два раза больше за счет личинок ручейников. Резкое увеличение биомассы зообентических сообществ отмечено с момента существенного возрастания скорости течения при переходе водоема в водоток. Максимальных значений этот показатель достигает на ст. 3 и 4. На ст. 3 при скорости течения 0,7 м/с доминируют личинки сетеплетущего ручейника *Hydropsyche pellucidula*. Общая биомасса составляет здесь 100 г/м<sup>2</sup>. На ст. 4 при скорости течения 0,45 м/с имеет место концентрация гидр; общая биомасса зооценоза достигает 150 г/м<sup>2</sup>. На нижерасположенных станциях происходит постепенное снижение биомассы зооценоза. На расстоянии 600–700 м от истока (ст. 6, 7) биомасса бентоса снижается до значений, близких к выявленным на ст. 0.

Таксономический состав бентоса и доля в нем фильтраторов изменялись по мере удаления от озера. В литоральной зоне озера выявлена большая концентрация зоопланктона, однако в связи с минимальной скоростью течения (около 0,05 м/с) малоподвижные фильтраторы, характерные для бентоса порожистых рек, отсутствуют. По мере увеличения скорости течения закономерно возрастает численность организмов-фильтраторов, способных потреблять сносимый планктон. На началь-

ном этапе перехода в реку уже при скорости 0,05 м/с появляются ловчие сети *Neureclipsis bimaculata*, как на грунте, так и на макрофитах. Численность их невысока, 10–15 экз./м<sup>2</sup>. Ближе к реке, при скорости 0,15 м/с. численность *Neureclipsis bimaculata* увеличивается до 800–850 экз./м<sup>2</sup>, появляются Hydrozoa – до 50 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Дальнейшее увеличение скорости потока до (0,5–0,7 м/с) приводит к доминированию фильтрующих личинок ручейников (*Hydropsyche pellucidula*, *Hydropsyche siltalai*) и мошек (*Wilhelmia equina*). По численности эти три вида составляют 57,3%, по биомассе – 85,1% от зообентоса данного участка. На следующих станциях по мере удаления от озера наблюдается постепенное уменьшение роли фильтрующей фауны и возрастание доли собирателей и соскребателей.

**Зоопланктон.** В составе зоопланктона исследованных участков реки выявлено 34 вида ракообразных и коловраток, из которых доминировали *Mesocyclops oithonoides*, *M. leuckarti*, *Kellicottia longispina*. В верхнем течении реки (ст. 0) численность зоопланктона невелика (табл. 2), что обычно для водотоков с низкой озерностью (Смирнов и др., 1978).

Таблица 2

Численность (над чертой, экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (под чертой, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона

Группа	Станция						
	0	1	3	4	5	6	7
Коловратки	<u>5</u>	<u>380</u>	<u>3470</u>	<u>975</u>	<u>885</u>	<u>5</u>	<u>75</u>
	0,02	7,27	15,98	7,50	1,74	0,02	0,04
Кладоцеры	<u>105</u>	<u>19085</u>	<u>1705</u>	<u>965</u>	<u>165</u>	<u>5</u>	<u>0</u>
	3,69	1598,4	324,0	135,6	14,50	0,08	0
Копеподы	<u>25</u>	<u>2065</u>	<u>5910</u>	<u>1055</u>	<u>245</u>	<u>5</u>	<u>0</u>
	1,49	23,58	84,83	19,36	3,57	0,03	0
Всего	<u>135</u>	<u>21530</u>	<u>11085</u>	<u>2995</u>	<u>1295</u>	<u>15</u>	<u>75</u>
	5,2	1629,3	424,8	162,5	19,8	0,13	0,04

Максимальные численность и биомасса зоопланктона выявлены в озере (ст. 1). На нижерасположенных станциях происходит закономерное снижение этих показателей до очень малых величин (в разы ниже, чем на ст. 0), в первую очередь за счет элиминации ракообразных и коловраток крупных видов, менее устойчивых к условиям водного потока.

### Обсуждение

Наши исследования показали, что по мере протекания водной массы по речному участку количество зоопланктона в ней резко сокращается. Существенное снижение численности озерного планктона в водотоках уже было отмечено в литературе (Georgian, Wallace, 1981; Hoffsten, 1999). Так на малых реках Северной Америки Д.К. Чандлер (Chandler, 1937) отметил уменьшение обилия планктона на 60–70% за 15–20 м. На р. Лижме снижение численности зоопланктона было очень существенным – на расстоянии 70–100 м от озера его количество оказалось сопоставимо с таковым на ст. 0. Ранее было показано, что на этом участке реки летом 1977 г. наблюдалось снижение биомассы зоопланктона от истока из оз. Кедрозера до ст.7 в 6 раз (Круглова, 1981).

Одной из основных причин элиминации зоопланктона является массовое развитие фильтрующей донной фауны при многократном (более чем на порядок) увеличении обилия донных сообществ при переходе озера в реку. Подобное увеличение биомассы бентоса на истоковых из озер участках отмечалось ранее (Illies, 1956; Хренников, 1978, Hoffsten, 1999). Большинство авторов также признают ведущую роль фильтрующих бентосных организмов в снижении количества озерного зоопланктона в водотоке (Chandler, 1937; Spence J.A., Hynes H.B.N., 1971; Hoffsten, 1999). Показано, что происходит не просто выедание зоопланктона, а смена пищевых качеств сестона (Oswood, 1979; Georgian, Wallace, 1981). Так, если в начале водотока в водной толще преобладают живые планктеры, то после 50–100 м основную массу сестона составляет менее ценное с энергетической точки зрения тонкодисперсное органическое вещество и бактерии. Такая смена качества кормового ресурса в значительной степени предопределяет замещение состава фильтрующих организмов в донных сообществах – «гипотеза истощения кормового ресурса» (Richardson, Маскау, 1991). По мере удаления от озера его влияние на обилие донных сообществ уменьшается, однако внесенное в водоток органическое вещество предопределяет облик донных сообществ на протяженном участке реки. Так, в нашем случае, на расстоянии более 700 м от озера (ст.

б, 7) состав зообентоса существенно отличался от того, что был обнаружен в верхнем течении р. Лижмы (ст. 0), несмотря на сходные значения численности и биомассы.

На речном участке выше озер (ст. 0) основной фильтратор – *Wormaldia subnigra*, приспособленный к малому содержанию тонкого сестона в водной толще. Непосредственно ниже озера (ст. 2–4) преобладают личинки ручейников *Hydropsyche pellucidula* и *Neureclipsis bimaculata*, потребляющие озерный зоопланктон и личинки мошки *Wilhelmia equina*, основу рациона которой составляет фитопланктон. Обращает на себя внимание большое количество Hydrozoa на станции 4. Обычно гидры на порогах рек встречаются редко и в небольших количествах. Можно предположить, что после первого порога (ст. 3) течение несет значительное количество поврежденных организмов планктона и их фрагментов, предоставляя гидрам обширную кормовую базу. В нижерасположенном участке реки (ст. б, 7) из фильтраторов доминируют двустворчатые моллюски *Pisidium* sp., потребляющие мелкодисперсное органическое вещество и бактериопланктон.

Таким образом, по мере удаления от озера происходит не только уменьшение количества фильтрующих организмов, но и закономерная смена их состава. В верхнем течении (ст. 0) река имеет характер небольшого лесного водотока, затененного кронами деревьев. Дно каменистое с зарослями мхов рода *Fontinalis*. В бентосе доминируют *Baetis rhodani*, *Leuctra fusca*, *Wormaldia subnigra*, *Stenophylax* sp., личинки Ceratopogonidae и Chironomidae. По типу питания преобладают соскребатели и фильтраторы. Первичную продукцию в основном образуют водоросли и мхи рода *Fontinalis*, однако существенное количество органического вещества аллохтонно поступает с листовым опадом. Данный участок водотока, таким образом, можно характеризовать как среднее течение реки – ритрон, с элементами верхнего – кренали (Illies, 1961; Vannote et al., 1980).

Для литоральной зоны озера (ст. 1) на начальном этапе перехода в реку выявлена смешанная озерно-речная фауна. По типу питания доминировали собиратели и соскребатели, фильтраторов мало, что очень напоминает структуру донных сообществ лесного водотока. Вместе с тем, причины малочисленности фильтраторов здесь, очевидно, иные, чем на ст. 0. Если в лесной реке плотность фильтраторов лимитирована малым количеством взвешенного органического вещества, сносимого потоком, то на озерной литорали в изобилии присутствует фито- и зоопланктон. Однако очень низкая скорость течения (0,05 м/с) не позволяет эффективно отлавливать его путем пассивной фильтрации. При дальнейшем переходе в реку и увеличении скорости течения до 0,15 м/с (ст. 2) в донных сообществах доминировали фильтраторы, что указывает на то, что при данной скорости течения и количестве зоопланктона его фильтрация становится экологически оправданной. На расположенном ниже по течению участке (ст. 3, скорость течения 0,7 м/с) наблюдалось подавляющее доминирование фильтрующих форм. В отличие от ст. 2, где преобладали фильтраторы медленного течения, здесь многочисленны личинки ручейников сем. Hydropsychidae и личинки мошек, хорошо приспособленные к обитанию в условиях высокой скорости водного потока.

Станции 4 и 5 расположены на некотором (100 и 270 м) расстоянии от истока. Здесь доминировали фильтрующие формы, однако весомое место занимали и собиратели-соскребатели, что объясняется уменьшением количества сносимого потоком зоопланктона (см. табл. 2). Различия в видовом составе бентоса этих участков, очевидно, связаны со скоростью течения. Так, из числа фильтраторов, при меньшей скорости течения (ст. 4) доминируют личинки ручейников *Neureclipsis* (сем. Polycentropodidae) и представители Hydrozoa, при большей (ст. 5) – личинки ручейников сем. Hydropsyche нескольких видов и реофильные *Pisidium* (*Bivalvia*). Таким образом, истоковый из озера участок реки (ст. 2–5) по составу экологических групп (велика доля фильтраторов) близок к потамали – нижней зоне речного континуума (Illies, 1961; Vannote et al., 1980).

На наиболее удаленном от истока участке (ст. б и 7) доля фильтраторов в составе донных сообществ многократно снижается. Здесь преобладали разнообразные собирающие и соскребательные формы – личинки поденок, брюхоногие моллюски, реофильные жуки сем. Elmidae. Это связано с тем, что планктон, выносимый в массу из озера, практически полностью вылавливается зообентосом вышерасположенных участков (см. табл. 2). Из фильтраторов преобладал *Pisidium* – потребитель сестона и бактериопланктона (Цихон-Луканина, 1987). Удаленный от истока участок (ст. б, 7)

по составу зообентоса, таким образом, должен быть классифицирован как ритрон– река предгорного типа (Illies, 1961) .

Концепция речного континуума (Vannote et al., 1980), широко используемая в настоящее время, не описывает подобные участки водотоков с донными сообществами, биомасса которых многократно выше средних по реке значений. Вместе с тем, как было показано, в истоке из озера водоток приобретает черты реки равнинного типа, но ниже по течению происходит восстановление свойств предгорной реки. Происходит трансформация, обратная описанной в концепции речного континуума. Таким образом, в озерно-речных системах на участках ниже озер имеет место обратный речной континуум.

### Выводы

На протяжении исследованного нами участка водотока ниже проточного озера наблюдается практически полное исчезновение озерного зоопланктона из водного потока, происходит закономерная смена состава донного населения от сообществ с тотальным доминированием фильтрующих форм до сообществ с преобладанием собирателей и соскребателей. Очевидно, основной причиной наблюдаемых изменений является динамика количества зоопланктона и тонкого органического вещества в водном потоке. Проточное озеро придает водотоку черты реки равнинного типа, однако ниже по течению происходит восстановление свойств предгорного потока – трансформация, которую можно считать обратным речным континуумом.

### Литература

- Круглова А.Н. 1981. Значение озерного зоопланктона в формировании кормовой базы озерно-речной системы р. Лижма (бассейн Онежского озера). Гидробиологический журнал. № 17, Т. 1. С. 28–33.
- Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л., Наука. 742 с.
- Мануйлова Е.Ф. 1964. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.-Л., Наука. 326 с.
- Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. 1989. Петрозаводск: Ин-т биол. КНЦ АН СССР, 42 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1994. Т. 1. Низшие беспозвоночные. СПб., Зоол. ин-т РАН. 394 с. 1995. Т. 2. Ракообразные. СПб., Зоол. ин-т РАН. 627 с. 1997. Т. 3. Паукообразные и низшие насекомые. СПб., Зоол. ин-т РАН. 440 с. 1999. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. СПб. Зоол. ин-т РАН. 1000 с. 2001. Т. 5. Высшие насекомые (ручейники, чешуекрылые, жесткокрылые, сетчатокрылые, большекрылые, перепончатокрылые). СПб., Наука. 836 с.
- Рылов В.М. 1948. Фауна СССР. Ракообразные. Т. 3. Вып. 3. М.-Л., Изд-во АН СССР. 318 с.
- Смирнов Ю.А., Комулайнен С.Ф., Круглова А.Н., Хренников В.В., Шустов Ю.А. 1978. Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Биологический режим, использование. Л., «Наука», 102 с.
- Фрейндинг В.А. 1969. Гидрография водоемов бассейна Р. Лижмы // Вопросы гидрологии, озероведения и водного хозяйства Карелии. Петрозаводск. Карельское книжное издательство. С. 236–245.
- Цихон-Луканина Е.А. 1987. Трофология водных моллюсков. М.: Наука, 174 с.
- Chandler David C. 1937. Fate of typical lake plankton in streams // Ecological monographs. Vol. 7. № 4. P. 447–479.
- Georgian, T. J. Jr., Wallace, J. B. 1981. A model of seston capture by net-spinning caddisflies // Oikos. Vol. 36. P. 147–157.
- Hoffsten P. 1999. Distribution of filter-feeding caddisflies (Trichoptera) and plankton drift in a Swedish lake-outlet stream // Aquatic Ecology. Vol. 33, N. 4. P. 377–386.
- Illies J. 1956. Seeausfluss-Biozönoson lappländischer Waldbäche // Entomol Tidskr. Vol. 77. P. 138–153.
- Illies J. 1961. Versuch einer allgemeinen biozonotischen Gliederang der Fließgewässer // Int. Revue Ges. Hydrobiol. B. 46. №2. S. 205–213.
- Oswood Mark W. 1979. Abundance patterns of filter-feeding Caddisflies (Trichoptera: Hydropsychidae) and seston in a Montana (U.S.A.) lake outlet // Hydrobiologia. Vol. 63, N. 2. P. 177–183.
- Richardson J.S., Mackay R.J. 1991. Lake outlets and the distribution of filter feeders: an assessment of hypotheses. Oikos Vol. 62. 370–380.
- Spence J.A., Hynes H.B.N. 1971. Differences in benthos upstream and downstream of an impoundment. J. Fish Res. Bd. Canada. V. 37. № 1. P. 35–43.
- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell I.R., Cushing C.E., 1980. The river continuum concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 37. № 1. P. 130–137.

## FLOWING LAKE IMPACT ON RIVER ZOOBENTHOS STRUCTURE (LAKE KEDROZERO, RIVER LIZHMA, ONEGA LAKE BASIN)

I.A. Baryshev<sup>1</sup>, V.I. Kucharev<sup>2</sup>, A.N. Kruglova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology KarRC RAS, Petrozavodsk, Russia

<sup>2</sup> Northern Water Problems Institute KarRC RAS, Petrozavodsk

E-mail: baryshev@bio.krc.karelia.ru

Influence of receipt of a lake zooplankton on benthos structure and quantity in the river following from lake has been investigated. In the river below lake gradual zooplankton reduction that causes changes of communities of bottom invertebrates was noticed. The benthos structure gradually changes from communities of filtration organisms (close to lake) to collectors and grazers on removal from lake. The flowing lake transforms river communities to have the appearance of large river communities. However more low on a current there is a restoration of medium-size river properties – transformation as which it is possible to consider as a reverse river continuum.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАВИСИМОСТИ ВАРЬИРОВАННИ СЕРДЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ *MYTILUS EDULIS* L. И *MODIOLUS MODIOLUS* L. ОТ ФЛУКТУАЦИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

И.Н. Бахмет<sup>1</sup>, Р.Э. Здоровенов<sup>1</sup>, И.М. Примаков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН,  
г. Петрозаводск, Россия

<sup>2</sup> Учреждение Российской академии наук Институт зоологии РАН ББС «Картеш», г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: igor.bakhmet@gmail.com

### Введение

Экзогенная поведенческая активность морских организмов периодически изменяется, что связано, в основном, с отливно-приливным ритмом и освещенностью (Saigusa, 1988; De Vries et al. 1994; Oishi and Saigusa 1999). При исследовании данных компонентов поведения животных используются самые различные методики и показатели. Одним из таких показателей, хорошо себя зарекомендовавших в последнее время, является сердечная активность. В долговременных экспериментах, использовавших сердечную ритмику в качестве функции организма в литоральной зоне, было показано наличие циркадных и отливно-приливных осцилляций работы сердца у крабов и мизид (Aagaard et al. 1996). В то же время, попытки найти подобные ритмики у мидии не увенчались успехом (Trueman and Lowe 1971; Curtis et al. 2000; Bakhmet and Khalaman 2006). Авторы объясняли отсутствие связи тем, что частота сердечных сокращений (ЧСС) мидий представляет собой достаточно стохастический процесс. Следует все же подчеркнуть, что данные работы выполнялись в лабораторных условиях, в которых невозможно полностью воссоздать природную среду. Мы предполагаем, что содержание моллюсков в аквариумах могло привести к утрате ритмики физиологических процессов. Для проверки этой гипотезы мы провели долговременную полевую регистрацию сердечной активности двустворчатых моллюсков *Mytilus edulis* L. и *Modiolus modiolus* L. Второй вид был выбран для сравнительного анализа, поскольку модиолус обитает глубже мидии и, соответственно, меньше подвержен влиянию внешних факторов.

Поскольку эксперимент проводился впервые, мы выбрали зимнее время для упрощения анализа. Температура и соленость в Белом море с декабря по апрель держатся стабильно на одном уровне: -1°C и 25 ‰, соответственно. В то же время, животные подвержены влиянию отливно-приливных течений, что гипотетически должно найти отражение в сердечной активности.

### Материалы и методы

Работа была выполнена в июле 2008 года на Беломорской биологической станции «Картеш» им. О.А. Скарлато Зоологического института РАН. Мидии собирались в бухте Круглой Чупинской губы Кандалакшского залива Белого моря с установок для культивирования моллюсков (глубина 2 м) при температуре воды -1°C. Модиилюсы извлекались со дна бухты Лево́й при помощи водолазов. При этом мидии не отрывались от субстрата. После поднятия каната, с прикрепленными к нему