

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЙОБЕНТОСА В ДВУХ СОЛЕННЫХ РЕКАХ ПРИЭЛЬТОНЬЯ В 2017 ГОДУ

© 2018 В.А. Гусаков

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок (Россия)

Поступила 01.12.2017

Впервые приводятся данные продукционных характеристик сообществ мейобентоса в устьевых участках двух соленых рек бассейна гипергалинного озера Эльтон. Установлено, что в летний период (август) среднесуточная продукция мейобентоса в мезога-линной р. Хара составляет  $0,471 \text{ сутки}^{-1}$ , сухой вес, а в полигалинной р. Чернавка –  $0,932 \text{ г/м}^2 \text{ сутки}^{-1}$ , сухой вес. Суммарная продукция сообществ формируется за счет развития двух видов Entomostraca: *Cletocamptus retrogressus* – в р. Хара и *Cyprideis torosa* – в р. Чернавка, составляющих 80-93% от всей суточной продукции мейобентоса. Рассчитанные величины продукции значительно превосходят таковые, известные для пресноводных водоемов.

*Ключевые слова:* мейобентос, продукция, соленые реки, бассейн оз. Эльтон.

**Gusakov V.A. Functional characteristics of meiobenthos in two saline rivers of the lake Elton basin in 2017.** – The author for the first time cites data on the production characteristics of meiobenthos communities in the estuaries of two saline rivers in the basin of the hyperhaline lake Elton. It was found that in the summer (August), the average daily production of meiobenthos in the mesohaline river Hara is  $0.471 \text{ g/m}^2$ , and in the polyhaline river Chernavka –  $0.932 \text{ g/m}^2$  (dry weight). The total production of communities is formed by the development of two species of Entomostraca: *Cletocamptus retrogressus* in the Hara river and *Cyprideis torosa* in the Chernavka river, accounting for 80-93% of all daily meiobenthos production. The calculated values of the product are much higher than those known for freshwater reservoirs.

*Key words:* meiobenthos, production, saline rivers, Lake Elton Basin.

Приэльтонье представляет из себя уникальный природно-территориальный комплекс бассейна Нижней Волги, расположенный в Прикаспийской низменности в зоне опустыненных степей. Озеро Эльтон является одним из крупнейших гипергалинных озер Европы. В него впадает семь высокоминерализованных рек. Вследствие сухого, континентального климата и преобладания на водосборе соленосных и карбонатных осадочных пород вода в реках имеет высокий уровень минерализации, обычно в пределах 6-41 г/л и более (Зинченко, Головатюк, 2010; Лазарева и др., 2010).

---

Гусаков Владимир Анатольевич, старший научный сотрудник лаборатории экологии водных беспозвоночных, кандидат биологических наук, gva@ibiw.yaroslavl.ru

Исследования структуры сообществ мейофауны (мейобентоса) в притоках оз. Эльтон ведутся с 2009 г. (Лазарева и др., 2010; Гусаков, Гагарин, 2012 и др.). Несмотря на значительные успехи в оценке таксономического разнообразия, понимании общих закономерностей функционирования водных экосистем, особенности продукционных процессов в соленых реках различных аридных зон мира остаются еще плохо изученными. Вместе с тем, во многих ландшафтах соленые реки являются центральным компонентом высокопродуктивных экосистем, где поток энергии и питательных веществ может выходить за пределы речной экосистемы в область окружающего ландшафта, особенно в нижних устьевых продуктивных зонах рек аридных территорий (Zinchenko et al., 2014).

В работе впервые представлены результаты расчетов продукционных характеристик разных

таксонов мейобентоса в летний период исследований, а также данные о разнообразии, численности и биомассе сообществ мейобентоса, полученные в 2017 г.

## РАЙОН, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Подробное описание района исследований, морфометрических и физико-химических характеристик изучаемых рек имеется в ранее опубликованных работах (Зинченко, Головатюк, 2010; Лазарева и др., 2010; Гусаков, Гагарин, 2012). В 2017 г. исследования проводились в летний период (август) в устьевых участках двух рек. Отбор проб мейобентоса в р.Хара осуществлялся на трех станциях в устьевом участке. Минерализация мезогалинной реки в период исследований была 14-17 г/л, температура воды составила 19,7-25,4°C. В устьевом участке полигалинной р. Чернавка пробы отбирали на разных биотопах (песчанистый ил и растительные остатки, черный ил) двух станций при солености 27-30 г/л и температуре воды – 23,8-28,0°C. На каждой станции пробы отбирались один раз в сутки в течение трех дней. Сбор, обработка и анализ проб мейобентоса осуществлялись стандартными методами (Методика изучения..., 1970; Гусаков, Гагарин, 2012). Расчет суточной продукции таксонов выполнялся физиологическим методом с использованием рекомендаций, уравнений и коэффициентов, приведенных в публикациях (Методы определения..., 1968; Методические рекомендации..., 1984; Курашов, 2007б; Колпаков, 2015).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Донная мейофауна соленых рек, впадающих в оз. Эльтон, не отличается высоким разнообразием, особенно в устьевых, высокопродуктивных участках. Характерным для водотоков является низкое видовое богатство, разнообразие всех таксономических групп сообществ мейобентоса, а также значительное количественное доминирование одного-двух видов (Гусаков, Гагарин, 2012 и др.).

В 2017 г. было установлено, что в биотопах устьевых участков двух рек с разным уровнем минерализации, таксономический состав и разнообразие мейобентоса не имели существенных отличий от результатов предыдущих исследований. В составе сообществ было отмечено 14 таксонов, ранее также зарегистрированных в исследованных реках. Они представлены 9 таксономическими группами (Nematoda, Turbellaria, Cyclopoida, Harpacticoida, Ostracoda, Heteroptera, Coleoptera, Ceratopogonidae и

Chironomidae). Большинство групп было представлено единичными таксонами и только в составе Nematoda, Harpacticoida и Chironomidae отмечено по два-три вида (табл. 1). Среднее число таксонов встреченных в р. Хара равнялось  $4 \pm 0$ , в р. Чернавка –  $8 \pm 1$ . Наибольшая частота встречаемости характерна для трех видов: нематоды *Monhystrella parvella* (Filipjev, 1931), гарпактициды *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitsch, 1875 и личинки хирономид *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko, Makarchenko, 2009. Встречаемость других таксонов не превышала 40%. В р. Хара донная мейофауна была представлена в основном указанными тремя видами. В р. Чернавка во всех пробах встречалась также остракоды *Cyprideis torosa* (Brady, 1868) и в большей части проб - циклопы *Apocyclops dengizicus* (Lepeschkin, 1900) и личинки комаров-мокрецов семейства Ceratopogonidae.

Количественные показатели сообществ в августе 2017 г., как и в предыдущие годы, отличались значительными колебаниями численности и биомассы, достигая чрезвычайно высоких величин. Так, средняя численность и биомасса для обеих рек составляли соответственно  $1490,2 \pm 312,8$  тыс. экз./м<sup>2</sup> и  $39,8 \pm 11,4$  г/м<sup>2</sup>. В р. Хара численность по станциям изменялась в пределах  $394,1-2664,4$  тыс. экз./м<sup>2</sup> (в среднем  $1019,2 \pm 251,6$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), биомасса –  $3,9-20,9$  г/м<sup>2</sup> ( $10,0 \pm 1,9$  г/м<sup>2</sup>), в р. Чернавка –  $657,1-4119,2$  тыс. экз./м<sup>2</sup> ( $2196,7 \pm 636,8$  тыс. экз./м<sup>2</sup>) и  $32,4-118,6$  г/м<sup>2</sup> ( $84,4 \pm 14,4$  г/м<sup>2</sup>) (табл. 1). Особенно высокими показателями отличался устьевой участок р. Чернавка, а в р. Хара максимальные значения численности и биомассы были характерны для участка реки в зоне уреза с озером. Следует отметить, что установленные в 2017 г. максимальные показатели численности и биомассы мейобентоса ранее никогда не регистрировались в исследованных реках, а также и в других соленых притоках оз. Эльтон (2009-2015 гг.).

Основу суммарных количественных характеристик донной мейофауны в обеих реках составляли единичные виды. Так, в р. Хара от 70,3% до 98,5% от общей численности таксонов в сообществах составляли гарпактициды *Cletocamptus retrogressus* (в среднем –  $90,7 \pm 3,3\%$ ) (табл. 1). Из других представителей можно выделить нематод *Monhystrella parvella*, численность которых в отдельных пробах достигала 17,8-26,9%, и в среднем для устьевого участка реки составила  $8,1 \pm 3,1\%$ . Доля остальных таксонов не превышала 1,0%. По биомассе в р. Хара лидирующее положение занимал рачок *Cletocamptus retrogressus* ( $74,7-98,6\%$  от

общей биомассы в отдельных пробах, в среднем – 89,8±2,7%), а субдоминантом по биомассе были личинки хирономид *Cricotopus salinophilus* (до 24,8% в отдельных пробах, в сред-

нем – 9,7±2,7%). Прочие таксоны существенно значения в общей биомассе мейобентоса не имели.

Таблица 1

Средние абсолютные и относительные значения численности ( $N \pm SE$ ) и биомассы ( $B \pm SE$ ) представителей мейобентоса в исследованных реках в 2017 г. (над чертой - тыс. экз./м<sup>2</sup> и г/м<sup>2</sup> для N и B соответственно; под чертой – %; прочерк – таксон не обнаружен)

Таксон	р. Хара		р. Чернавка	
	$N \pm SE$	$B \pm SE$	$N \pm SE$	$B \pm SE$
<b>Nematoda,</b>	<u>97.6±43.2</u>	<u>0.01±0.00</u>	<u>268.8±125.1</u>	<u>0.02±0.01</u>
в том числе:	8.4±3.0	0.1±0.0	8.9±3.6	<0.0±0.0
<i>Diplolaimelloides altherri</i>	<u>1.3±1.2</u>	<u>&lt;0.00±0.00</u>	-	-
	0.3±0.3	<0.0±0.0		
<i>Diplolaimelloides</i> sp.	-	-	<u>0.5±0.5</u>	<u>&lt;0.00±0.00</u>
			0.1±0.1	<0.0±0.0
<i>Monhystrella parvella</i>	<u>96.3±43.5</u>	<u>0.01±0.00</u>	<u>268.3±125.3</u>	<u>0.02±0.01</u>
	8.1±3.1	0.1±0.0	8.8±3.7	<0.0±0.0
<b>Turbellaria</b> (ind.)	<u>0.1±0.1</u>	<u>&lt;0.00±0.00</u>	<u>18.2±9.9</u>	<u>0.39±0.25</u>
	<0.0±0.0	<0.0±0.0	1.8±1.0	0.6±0.3
<b>Cyclopoida</b>				
<i>Apocyclops dengizicus</i>	-	-	0.9±0.3	0.03±0.01
			0.1±0.0	0.1±0.0
<b>Harpacticoida,</b>	<u>911.1±230.8</u>	<u>8.83±1.62</u>	<u>20.6±6.4</u>	<u>0.28±0.08</u>
в том числе:	90.7±3.3	89.8±2.7	2.0±1.1	0.5±0.3
<i>Cletocamptus retrogressus</i>	<u>911.1±230.8</u>	<u>8.83±1.62</u>	<u>19.5±5.7</u>	<u>0.27±0.08</u>
	90.7±3.3	89.8±2.7	1.8±1.0	0.5±0.2
<i>Nitokra lacustris</i>	-	-	<u>1.0±0.8</u>	<u>0.01±0.00</u>
			0.1±0.1	<0.0±0.0
<b>Ostracoda</b>				
<i>Cyprideis torosa</i>	-	-	<u>1850.9±546.3</u>	<u>80.50±14.78</u>
			83.5±1.9	93.7±2.8
<b>Heteroptera</b> (ind.)	-	-	<u>0.1±0.1</u>	<u>0.20±0.20</u>
			<0.0±0.0	0.2±0.2
<b>Coleoptera</b>				
<i>Berosus</i> sp.	-	-	<u>0.1±0.1</u>	<u>0.02±0.02</u>
			<0.0±0.0	<0.0±0.0
<b>Ceratopogonidae</b> (ind.)	-	-	<u>15.6±8.0</u>	<u>1.27±0.72</u>
			1.6±0.8	2.1±1.2
<b>Chironomidae,</b>	<u>10.4±4.3</u>	<u>1.18±0.44</u>	<u>21.6±8.8</u>	<u>1.72±0.54</u>
в том числе:	0.9±0.3	10.2±2.7	2.1±1.0	2.7±1.2
<i>Cricotopus salinophilus</i>	<u>10.2±4.2</u>	<u>1.16±0.45</u>	<u>19.8±9.6</u>	<u>1.45±0.64</u>
	0.9±0.3	9.7±2.7	2.0±1.0	2.5±1.3
<i>Cricotopus</i> gr. <i>sylvestris</i>	<u>&lt;0.0±0.0</u>	<u>0.01±0.01</u>	-	-
	<0.0±0.0	0.2±0.2		
<i>Chironomus</i> spp.	<u>0.2±0.1</u>	<u>0.02±0.01</u>	<u>1.8±1.2</u>	<u>0.27±0.18</u>
	<0.0±0.0	0.3±0.2	<0.0±0.0	0.3±0.2
<b>Всего</b>	1019.2±251.6	10.02±1.91	2196.7±636.8	84.42±14.35

В р. Чернавка основу численности сообщества составлял рачок – остракода *Cyprideis torosa*, который в р. Хара не встречался. В от-

дельных пробах особи *C. torosa* достигали 77,0-88,1% от общей плотности мейобентоса, что в среднем для устьевого участка реки составило

83,5±1,9%. Из других видов в р. Чернавка по относительной численности выделялись, как и в р. Хара, нематоды *Monhystrella parvella* (до 20% в отдельных пробах, в среднем – 8,8±3,7%). Доля других таксонов в общей численности не превышала 2,0%.

По биомассе в р. Чернавка доминировал рачок *Cyprideis torosa*, составляя в отдельных пробах 83,1-99,0% и 93,7±2,8% , в среднем для реки. Среди прочих таксонов только личинки цератопогонид и хирономид в единичных случаях составляли 6,0-7,0% от общей биомассы сообщества. Их относительная величина в общей биомассе мейобентоса не превышала 2,5% (табл. 1).

Значительное доминирование по численности и биомассе отдельных видов характерно для сообществ мейобентоса с низкими значениями индекса видового разнообразия Шеннона (0,6±0,2 бит/экз.) и высокими величинами индекса доминирования Симпсона (в среднем по

численности – 0,8±0,1, по биомассе – 0,9±0,1). Такие структурные характеристики свойственны сообществам мейобентоса исследованных соленых рек Приэльтонья (Гусаков, Гагарин, 2012 и др.). Следует отметить, что указанные выше виды отмечаются в качестве доминантов в высокоминерализованных реках ежегодно, представляя ядро донной мейофауны в экстремальных условиях обитания.

При оценке суточной продукции мейобентоса было установлено, что удельная продукция гарпактицид (с доминированием *Cletocamptus retrogressus*) в р.Хара составила 0,430 г /м<sup>2</sup> сухого веса (более 93% от суммарной продукции всех таксонов); хирономид (с доминированием *Cricotopus salinophilus*) – 0,03 г /м<sup>2</sup> сухого веса (табл. 2). Доля других таксонов в продуцировании биомассы невелика. Суммарная продукция за месяц потенциально может составить 14,601 г/м<sup>2</sup>сухого веса.

**Таблица 2**

**Продукция мейобентоса (P±SE, г /м<sup>2</sup>, сухой вес) и относительные значения продукции (P%±SE) в реках Хара и Чернавка (август, 2017 г.)**

Таксон	р. Хара		р. Чернавка	
	P±SE	P, %	P±SE	P, %
Nematoda	0.001±0.001	0.1	0.002±0.001	0.2
Turbellaria	-	-	0.021±0.011	2.6
Cyclopoida	-	-	0.002±0.001	0.2
Haracticoida	0.430±0.080	93.3	0.020±0.010	2.6
Ostracoda	-	-	0.780±0.140	80.6
Heteroptera	-	-	0.004±0.004	0.4
Coleoptera	-	-	0.001±0.001	0.1
Ceratopogonidae	-	-	0.024±0.001	3.3
Chironomidae	0.030±0.010	6.6	0.080±0.028	10.0
Всего г/м <sup>2</sup> сутки <sup>-1</sup> , сухой вес	0.471±0.091	100	0.932±0.114	100
Всего г/м <sup>2</sup> , месяц <sup>-1</sup> , сухой вес	14.601±1.112		28.892±2.280	

В р. Чернавка по продукционным характеристикам также закономерно доминировал массовый представитель мейобентоса - ракушковый рачок *Cyprideis torosa* (Ostracoda). Средняя суточная продукция остракод составила 0,78 г/м<sup>2</sup>сухого веса (более 80%). Второе место, как и в р. Хара, принадлежит личинкам хирономид – 0,08 г/м<sup>2</sup>сухого веса. Рассчитанная суммарная продукция за месяц составила 28,892 г/м<sup>2</sup>сухого веса (табл. 2).

Необходимо отметить, что рассчитанная нами продукция личинок водных насекомых (клопов, жуков, мокрецов и хирономид), относящихся к так называемому «псевдомейобентосу», объединяет молодь макробентических ви-

дов, входящих на ранних стадиях развития в размерную группу мейобентоса. Согласно методике изучения сообществ мейобентоса, они составляют часть популяций гидробионтов (особей с длиной тела до 3 мм) и учитываются в расчетах продукции. Полная картина количественной и продукционной представленности этих таксонов в изучаемых водотоках может быть получена при сопоставлении данных по мейо- и макробентосу.

Принимая во внимание незначительное количество хищных представителей в составе мейобентоса рек (к ним могут быть отнесены единично встреченные особи турбеллярий), суточная продукция сообщества состоит из ве-

личин удельной продукции всех таксонов. Установлено, что удельная продукция донной мейофауны в полигалинной р. Чернавка была в два раза выше, в сравнении с таковой, в мезогалинной р. Хара, за счет развития остракод *Cyprideis torosa* и, в меньшей степени, личинок хирономид *Cricotopus salinophilus* (табл. 2).

Следует отметить, что анализ функционирования донных сообществ соленых рек в условиях воздействия разнонаправленных абиотических факторов, находится в начальной стадии. Вместе с тем известно, что соленые реки являются весьма динамичными экосистемами, имеющими специфические особенности, связанные с воздействием экстремальных факторов и комплекса абиотических и биотических показателей (Zinchenko et al., 2017). Сравнение полученных нами величин суточной продукции донной мейофауны в соленых реках (см. табл. 2) с известными к настоящему времени данными для водоемов другого типа (Курашов, 2007а) показывает, что продуктивность мейобентоса устьевых участков мезо- и полигалинных рек значительно (на порядок и более) превосходит таковую, известную для пресноводных озер всех трофических типов и близка к значениям, характерным для приливной зоне некоторых морей и эстуариев (данные приведены к единым размерностям и срокам). Значительные величины продукции отдельных таксонов мак-

розообентоса исследованных рек, превосходящие по величине продукцию других рек известных аридных регионов, были установлены для Приэльтона ранее (Zinchenko et al., 2014).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследованиями 2017 г. было установлено, что на фоне относительно стабильного таксономического состава и доминирования видов, сообщества мейобентоса высокоминерализованных притоков оз. Эльтон характеризуются значительными сезонными и годовыми флуктуациями численности и биомассы. Впервые проведенная оценка продукции донной мейофауны в устьевых участках двух соленых реках показала, что суточные величины продукции в летний период формируются за счет развития гарпактицид с доминированием *Cletocamptus retrogressus* в р. Хара и остракод (*Cyprideis torosa*) – в р. Чернавка. Величины удельной продукции в полигалинной реке примерно в два раза превосходят таковые в мезогалинной реке, что соответствует установленным в 2017 г. величинам первичной продукции, характерным для высокоэвтрофных водоемов мира.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-04-00135.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гусаков В.А., Гагарин В.Г.** Состав и структура мейобентоса высокоминерализованных притоков озера Эльтон // Аридные экосистемы. 2012. Т. 18, № 4(53). С. 45-54.
- Колпаков Н.В.** Продукция макрозообентоса в эстуариях Приморья // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 182. С. 197-212.
- Курашов Е.А.** Мейобентос в пресноводных экосистемах. Его роль и перспективы исследования // Актуальные вопросы изучения микро-, мейозообентоса и фауны зарослей пресноводных водоемов. Нижний Новгород: Вектор ТиС, 2007а. С. 36-71.
- Курашов Е.А.** Методы и подходы для количественного изучения пресноводного мейобентоса // Актуальные вопросы изучения микро-, мейозообентоса и фауны зарослей пресноводных водоемов. Нижний Новгород: Вектор ТиС, 2007б. С. 5-35.
- Лазарева В.И., Гусаков В.А., Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В.** Мезофауна высокоминерализованных рек бассейна озера Эльтон (Волгоградская область) // Экология и морфология беспозвоночных континентальных вод. Махачкала: Наука ДНЦ, 2010. С. 262-291.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов.** М.: Наука, 1975. 240 с.
- Методические рекомендации** по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ; ЗИН АН СССР, 1984. 52 с.
- Методы определения продукции водных организмов. Минск: Вышэйшая школа, 1968. 245 с.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В.** Биоразнообразие и структура сообществ макрозообентоса соленых рек аридной зоны юга России (Приэльтоне) // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16, № 3(43). С. 25-33.
- Zinchenko T.D., Gladyshev M.I., Makhutova, O.N. et al.** Saline rivers provide arid landscapes with a considerable amount of biochemically valuable production of chironomid (Diptera) larvae // Hydrobiologia. 2014. №. 722. P. 115-128.
- Zinchenko T.D., L.V. Golovatyuk, E.V. Abrosimova, Popchenko T.V.** Macrozoobenthos in Saline Rivers in the Lake Elton Basin: Spatial and Temporal Dynamics // Inland Water Biology. 2017. № 4. P. 384-398.

## РЕФЕРАТЫ

ISSN 1608-9073

### ЭНТОМОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПОВОЛЖЬЕ



«Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье». – 2017.– Т. 17. – 97 с. – ISSN 1608-9073.

"Entomological and parasitological studies in the Volga region". – 2017. – V. 17. – 97 p. – ISSN 1608-9073.

«Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье» публикует оригинальные исследования во всех областях энтомологии и паразитологии, а также теоретические и методические работы по энтомологии. Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье также включает разделы: «Информации и Хроника», «Рецензии» и т.п.

Языки публикации: русский и английский. Статьи сопровождаются резюме / рефератом на русском и английском языках. Большие работы могут быть опубликованы как отдельные выпуски.

Редакционная коллегия: В.В. Аникин, д.б.н., проф. (отв. редактор), Н.В. Попов, д.б.н., проф. (редактор), В.В. Золотухин, д.б.н., проф., О.В. Синичкина, к.б.н., доц. (отв. секретарь), Т.А. Трофимова, к.б.н., доц., Г.В. Шляхтин, д.б.н., проф.