

Н. Е. Демерецкиене

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ ДАМПИНГА
В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

Анализируется видовой состав и видовая структура зоопланктона в районе дампинга. Исследования проводили весной и летом в 1998 – 2009 гг. Были изучены коловратки (Rotifera), веслоногие ракообразные (Copepoda) и ветвистоусые ракообразные (Cladocera). За 12-летний период были установлены изменения в видовой структуре зоопланктона в районе дампинга.

This article analyses the zooplankton species composition and species structure in the dumping area. The research was carried out in spring and



summer of 1998 – 2009. Rotifera, Copepoda and Cladocera groups of zooplankton were studied. Certain changes to the zooplankton species structure were registered in the dumping area over the 12-year period.

Ключевые слова: видовой состав, видовая структура, зоопланктон, дампинг, Балтийское море.

Key words: species composition, species structure, zooplankton, dumping, Baltic Sea.

Введение

Проблема загрязнения вод Мирового океана и сохранения его биологических ресурсов тревожит многих ученых. Рассмотрение биоты отдельных морей, в том числе Балтийского моря, стало особенно актуальным. Исследование зоопланктонофауны в районе дампинга начинали с необходимости пристального изучения видового состава, видовой структуры. В первую очередь сообщество (в том числе и зоопланктонное) характеризуют видовой структурой — набором видов и количеством особей каждого вида, слагающих сообщество [3, с. 4]. Видовую структуру можно рассматривать как своеобразную экологическую «систему отсчета» — именно по изменениям в численностях видов нередко судят о проявлениях многообразных факторов, определяющих жизнь сообщества [3, с. 12]. Знание видового состава информативно благодаря тому, что отдельные виды и в особенности их сочетания закономерно связаны с условиями их обитания [2, с. 39].

Материал и методы исследований

Гидробиологические исследования зоопланктона проводили в юго-восточной части Балтийского моря (Литовская экономическая зона) весной и летом 1998–2009 гг. унифицировано в системе мониторинга. Регулярно исследовали район дампинга и фоновую станцию I. Географические координаты дампинга 55° 38,0'с.ш. 20° 48,0'в.д. Дампинг находится от береговой линии на 10,4 морских миль, или на 19,2608 километров. Географические координаты фоновой станции I — 55° 39,0'с.ш. 20° 50,0'в.д. Фоновая станция I находится от береговой линии на 9,1 морских миль, или на 16,8532 километров. С 1998 по 2006 г. использовали сеть WP-2 с размером ячеек 108 μm , а в последующие годы — стандартную сеть WP-2 с размером ячеек 100 μm . Данное оборудование рекомендовано методикой HELCOM [7]. Пробы зоопланктона отбирали при помощи сети с глубины 25 м до поверхности воды, фиксировали 4%-ным формальдегидом. Применяли микроскоп OLYMPUS SZ 61 при 180-кратном увеличении. При анализе зоопланктонного сообщества установили его видовой состав, численность и процентное отношение каждого вида от общей численности зоопланктона. Использовали функцию рангового распределения n_i/N для выделения количества структурообразующих видов [5, с. 901].



Результаты и их обсуждение

В весеннее время во все исследуемые годы в районе дампинга и на фоновой станции I доминировала (занимала первый ранг вида) коловратка (Rotifera) *Asplanchna priodonta* Gosse (табл. 1). Лишь в 2008 г. доминантой была другая коловратка – *Synchaeta monopus* Plate. Общая для района дампинга и фоновой станции I доминанта *A. priodonta* Gosse количественно была распределена неоднородно. Считается, что наиболее устойчивыми в условиях воздействия тяжелых металлов при сопутствующем процессе эвтрофирования и повышенной мутности воды являются коловратки, и одна из них – *A. priodonta* Gosse [1].

Таблица 1

Общие показатели зоопланктона
в районе дампинга и на фоновой станции I

| Год | Район | Общее количество видов | | Виды-доминанты | | Количество структурных видов | |
|------|---------------|------------------------|------|---|--|------------------------------|------|
| | | Весна | Лето | Весна | Лето | Весна | Лето |
| 1998 | Дампинг | 9 | 11 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Centropages hamatus</i> Lilljeborg, 1853 | 4 | 9 |
| 1998 | Фоновая ст. I | 11 | 11 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Centropages hamatus</i> Lilljeborg, 1853 | 4 | 8 |
| 1999 | Дампинг | 10 | 10 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Keratella quadrata</i> O. F. Müller, 1786 | 4 | 4 |
| 1999 | Фоновая ст. I | 10 | 11 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Keratella quadrata</i> O. F. Müller, 1786 | 4 | 4 |
| 2000 | Дампинг | 7 | 10 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | 4 | 5 |
| 2000 | Фоновая ст. I | 7 | 10 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | 4 | 5 |
| 2001 | Дампинг | – | 10 | – | <i>Keratella quadrata</i> O. F. Müller, 1786 | – | 3 |
| 2001 | Фоновая ст. I | – | 10 | – | <i>Keratella quadrata</i> O. F. Müller, 1786 | – | 3 |
| 2002 | Дампинг | 7 | 11 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Cercopagis pengoi</i> Ostroumov, 1891 | 1 | 6 |
| 2002 | Фоновая ст. I | 6 | 11 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Cercopagis pengoi</i> Ostroumov, 1891 | 1 | 9 |
| 2003 | Дампинг | 8 | 7 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Keratella quadrata</i> O. F. Müller, 1786 | 3 | 3 |



Окончание табл. 1

| Год | Район | Общее количество видов | | Виды-доминанты | | Количество структурных видов | |
|------|---------------|------------------------|------|---|--|------------------------------|------|
| | | Весна | Лето | Весна | Лето | Весна | Лето |
| 2003 | Фоновая ст. I | 10 | 8 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Cercopagis pengoi</i> Ostroumov, 1891 | 5 | 3 |
| 2004 | Дампинг | 8 | 15 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Acartia longiremis</i> Lilljeborg, 1853 | 5 | 8 |
| 2004 | Фоновая ст. I | 8 | 13 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Acartia longiremis</i> Lilljeborg, 1853 | 5 | 9 |
| 2005 | Дампинг | 9 | 7 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Eubosmina maritima</i> P. E. Müller, 1867 | 3 | 1 |
| 2005 | Фоновая ст. I | 8 | — | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | — | 3 | — |
| 2006 | Дампинг | 10 | 11 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Eubosmina maritima</i> P. E. Müller, 1867 | 5 | 6 |
| 2006 | Фоновая ст. I | 8 | 8 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Eubosmina maritima</i> P. E. Müller, 1867 | 3 | 6 |
| 2007 | Дампинг | 7 | 7 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Eubosmina maritima</i> P. E. Müller, 1867 | 1 | 1 |
| 2007 | Фоновая ст. I | 8 | 9 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Eubosmina maritima</i> P. E. Müller, 1867 | 1 | 1 |
| 2008 | Дампинг | 6 | 7 | <i>Synchaeta monopus</i> Plate, 1889 | <i>Eubosmina maritima</i> P. E. Müller, 1867 | 2 | 1 |
| 2008 | Фоновая ст. I | 10 | 4 | <i>Synchaeta monopus</i> Plate, 1889 | <i>Eubosmina maritima</i> P. E. Müller, 1867 | 2 | 1 |
| 2009 | Дампинг | 8 | 10 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Acartia longiremis</i> Lilljeborg, 1853 | 2 | 8 |
| 2009 | Фоновая ст. I | 6 | 11 | <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 | <i>Acartia longiremis</i> Lilljeborg, 1853 | 2 | 8 |

Примечание: Прочерк значит отсутствие экспедиций.

За все исследуемые годы в весенний период самой высокой численности *A. priodonta* Gosse достигала в 2007 г. в районе дампинга — 233600 экз./м³ (рис. 1). Коловратка в районе дампинга и на фоновой станции I имела первый и единственный ранг благодаря высокой численности.

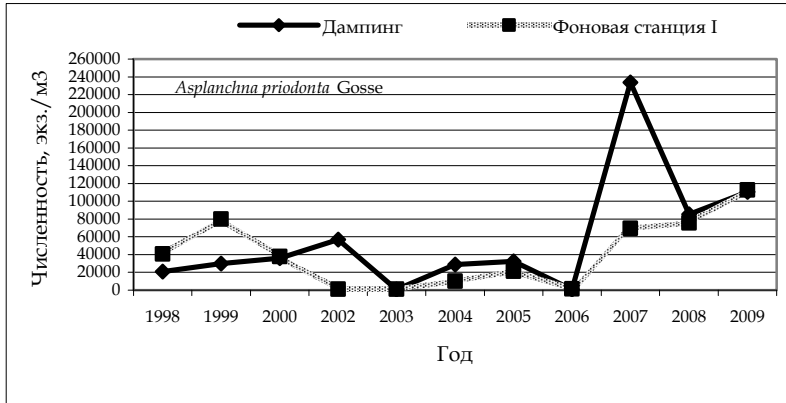
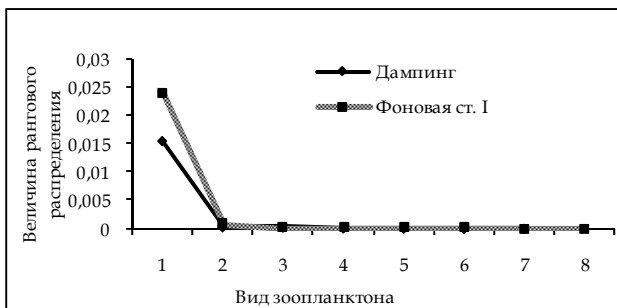


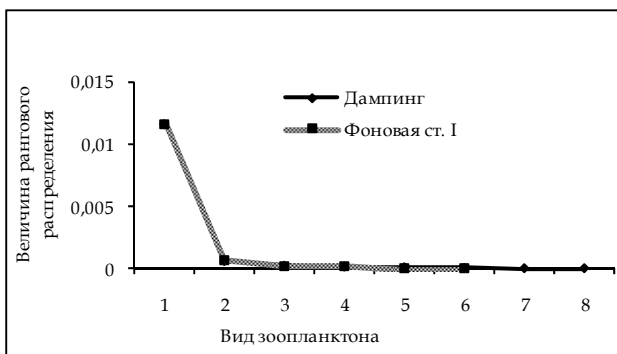
Рис. 1. Распределение численности *Asplanchna priodonta* Goss в весенний период в юго-восточной части Балтийского моря

На рисунке 2, а показан один структурообразующий вид. Общее количество видов при этом было 7 и 8 в районе дампинга и на фоновой станции I соответственно (табл. 1). Высокая численность *A. priodonta* Gosse без количества структурообразующих видов и общего количества видов зоопланктона на исследуемых участках не дает полную информацию о зоопланктонном сообществе. Вид-доминант имеет первый ранг в структурообразующем комплексе видов зоопланктонного сообщества.



1 – структурообразующий вид-доминант *Asplanchna priodonta*
2–8 – виды разных таксономических групп, которые не входят в структурообразующий комплекс

а



1 – структурообразующий вид-доминант *Asplanchna priodonta*
2 – структурообразующий вид *Synchaeta monopus*
3–8 – виды разных таксономических групп, которые не входят в структурообразующий комплекс

б

Рис. 2. Ранговое распределение численности видов разных таксономических групп зоопланктона весной 2007 (а) и 2009 гг. (б)



На фоновой станции I в весенний период самой высокой численности коловратка достигала в 2009 г. — 112784 экз./м³ (рис. 1). При этом количество структурообразующих видов в районе дампинга и на фоновой станции I было одинаковым — два (рис. 2, б). Вторым видом в структурообразующем комплексе видов зоопланктона была коловратка *Synchaeta monopus* Plate. Общее количество видов на исследуемых участках в рассматриваемый период было восемь и шесть соответственно (табл. 1). Сравнивая численность коловратки за 12-летний период в весеннее время, установили, что она была выше в районе дампинга или совпадала с численностью вида на фоновой станции I (рис. 1). Только в 1998 и 1999 гг. количество *A. priodonta* Gosse было больше на фоновой станции I (рис. 1). Данный факт по преобладанию численности коловратки в более загрязненном районе не является новым. В зоопланктонном сообществе и его части — сообществе коловраток — возможны различные компенсаторные механизмы восстановления численности видов при воздействии загрязнителей. В сообществе коловраток происходит повышенное по сравнению с зоопланктоном приспособление к действию загрязнителей с течением времени [3, с. 73]. Количество структурообразующих или структурных видов при этом было практически всегда одинаковым на исследуемых участках.

В таблице 1 показана ведущая роль коловраток в зонах, испытывающих техногенное загрязнение, что свидетельствует о снижении интенсивности процесса самоочищения и меньшей кормовой ценности зоопланктона. Роль коловраток как естественного биофильтра по своей мощности намного менее значима по сравнению с ракообразными [1].

Летом коловратка *Keratella quadrata* O. F. Müller доминировала в 1999 и 2001 гг. как в районе дампинга, так и на фоновой станции I, а в 2003 г. была доминирующим видом только в районе дампинга (табл. 1). В 2000 г. единожды «холодолюбивая» коловратка *A. priodonta* Gosse имела первый ранг в видовом списке зоопланктона (табл. 1). В 1999 г. высокая численность была у *K. quadrata* O. F. Müller в районе дампинга — 55341 экз./м³. Общее количество видов в районе дампинга и на фоновой станции I было 10 и 11 соответственно (табл. 1).

В 2001 г. более высокая численность установлена на фоновой станции I — 165373 экз./м³. Количество структурообразующих видов было одинаковым: по 3 вида с ярко выраженной видовой структурой. Число общих видов также было одинаковым — 10 (табл. 1). Сравнивая данные за годы исследований в летний период, установили, что численность доминирующих коловраток была выше на фоновой станции I.

Виды двух других групп зоопланктона — веслоногие ракообразные (Copepoda) и ветвистоусые ракообразные (Cladocera) — в юго-восточной части Балтийского моря доминировали только летом. Веслоногие ракообразные в районе дампинга из года в год снижают свою численность. Это частично объясняется процессом эвтрофирования Балтийского моря. Вторая объективная причина — замутнение водной толщи мелкодисперсной взвесью, в которой присутствуют биогенные элемен-

ты, органические вещества, нефтепродукты, тяжелые металлы, снижающие прозрачность воды. С точки зрения оценки биоресурсов водоема зоопланктон — кормовая база молоди рыб и постоянная пища планктоноядных [4, с. 242]. Ракообразные погибают в мутной мелкодисперсной взвеси, тем самым сокращается основная кормовая база рыб.

В 1998 г. среди веслоногих ракообразных доминировал рачок *Centropages hamatus* Lilljeborg, численность которого в районе дампинга составляла 1585 экз./м³, а на фоновой станции I — 1646 экз./м³. Летом количество структурообразующих видов значительно увеличивается. В районе дампинга было 9 структурообразующих видов, а на фоновой станции I — 8. Общее количество видов на исследуемых участках было одинаковым — 11 (см. табл. 1, рис. 3). В районе дампинга и на фоновой станции I также обнаружены коловратки и, что немаловажно, ветвистосусые ракообразные — *Evadne nordmanni* Lovén и *Podon leuckartii* G. O. Sars.

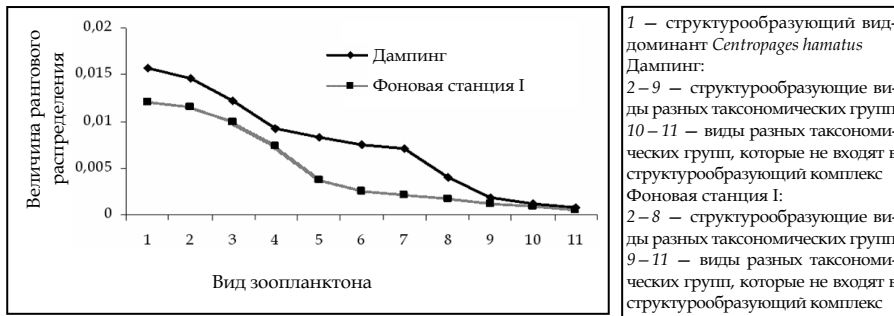
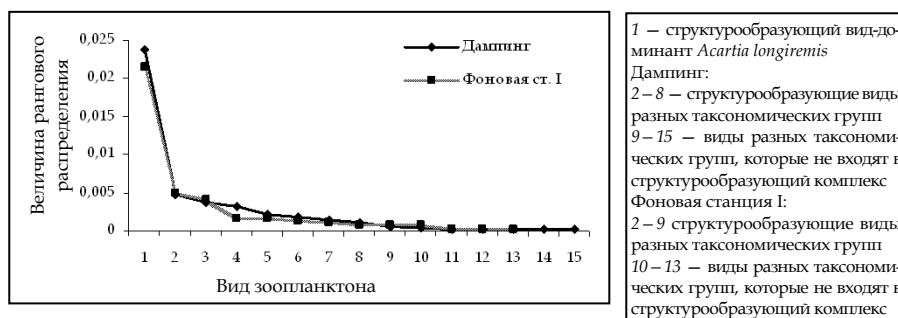


Рис. 3. Ранговое распределение численности видов разных таксономических групп зоопланктона в августе 1998 г.

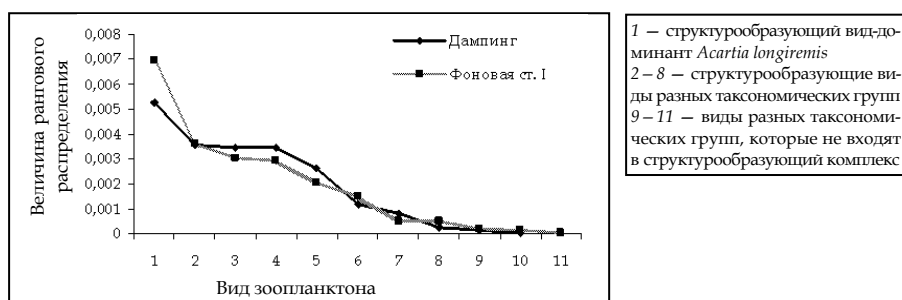
Похожая ситуация наблюдалась в 2004 и 2009 гг., когда первую позицию в структурообразовании зоопланктона занимал рачок *Acartia longiremis* Lilljeborg. В 2004 г. численность рачка в районе дампинга составляла 3709 экз./м³, а на фоновой станции I — 4749 экз./м³. В 2009 г. его количество было несколько выше: 7126 экз./м³ и 9659 экз./м³ в районе дампинга и на фоновой станции I соответственно. В эти годы на исследуемых участках количество структурообразующих видов, которые были выделены при помощи функции рангового распределения, было одинаковым — 8 (см. табл. 1, рис. 4, а, б). Только в 2004 г. на фоновой станции I было 9 структурообразующих видов (см. табл. 1).

Среди клadoцер доминирующими видами были *Cercopagis pengoi* Ostroumov и *Eubosmina maritima* P.E. Müller (см. табл. 1). В 1999 г. в юго-восточной Балтике в аномально огромных количествах и за очень короткий срок появился новый вид *C. pengoi* Ostroumov. На тот момент это был инвазивный вид, который нанес ущерб не только рыболовецким хозяйственным структурам, но и гидробиологическому равновесию. В настоящее время вид занимает определенную экологическую нишу и является постоянным элементом летнего сообщества клadoцер.



1 — структурообразующий вид-доминант *Acartia longiremis*
 Дампинг:
 2–8 — структурообразующие виды разных таксономических групп
 9–15 — виды разных таксономических групп, которые не входят в структурообразующий комплекс
 Фоновая станция I:
 2–9 структурообразующие виды разных таксономических групп
 10–13 — виды разных таксономических групп, которые не входят в структурообразующий комплекс

а

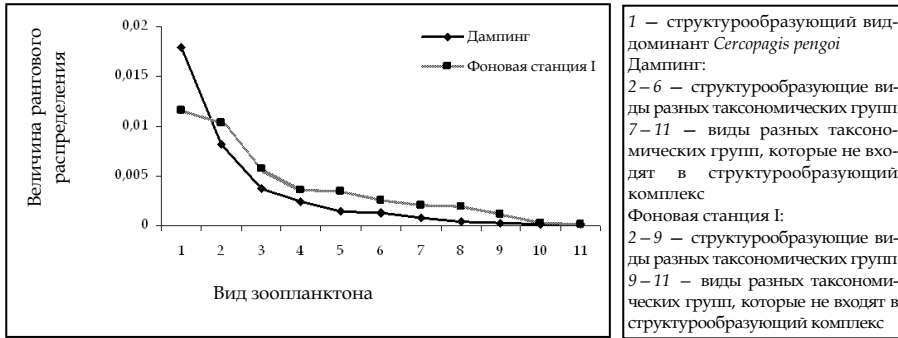


1 — структурообразующий вид-доминант *Acartia longiremis*
 2–8 — структурообразующие виды разных таксономических групп
 9–11 — виды разных таксономических групп, которые не входят в структурообразующий комплекс

б

Рис. 4. Ранговое распределение численности видов разных таксономических групп зоопланктона в августе 2004 (а) и в августе 2009 г. (б)

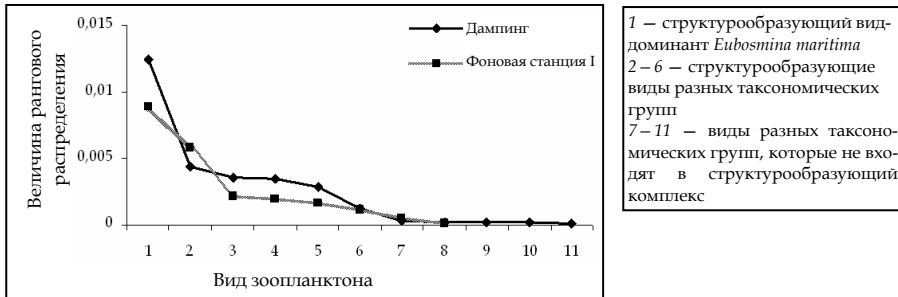
В 2002 г. этот вид доминировал в сообществе зоопланктона, т.е. имел первый ранг в структурообразующем комплексе видов в районе дампинга и на фоновой станции I, а также в 2003 г. на фоновой станции I. В 2002 г. видом, имеющим второй ранг, был веслоногий рачок *Acartia longiremis* Lilljeborg. Если предположить, что вселения *C. pengoi* Ostroumov не было бы, то вполне возможно, что доминирующим видом стал бы вид *A. longiremis* Lilljeborg. Такой же сценарий был бы возможен в 2003 г. Коловратка *Keratella quadrata* O. F. Müller, имеющая второй ранг после *C. pengoi* Ostroumov, могла быть доминирующим видом среди видов зоопланктона. В 2002 г. численность *C. pengoi* Ostroumov в районе дампинга составляла 6643 экз./м³, а на фоновой станции I — 2000 экз./м³. В районе дампинга было 6 структурообразующих видов, а на фоновой станции I — 9. Общее количество видов на исследуемых участках было одинаковым — 11 (см. табл. 1, рис. 5). В 2003 г. на фоновой станции I численность рачка была более высокой, чем в 2002 г., и составляла 15509 экз./м³. Однако количество структурообразующих видов было меньше — 3.



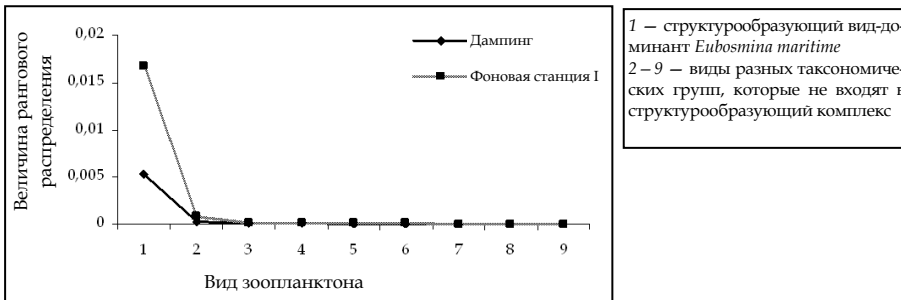
82

Рис. 5. Ранговое распределение численности видов разных таксономических групп зоопланктона в августе 2002 г.

Другим доминирующим видом среди кладоцер была *Eubosmina maritima* P. E. Müller, которая в 2006 г. достигала невысокой численности 4224 экз./м³ в районе дампинга и 4046 экз./м³ на фоновой станции I. При этом структурообразующий комплекс зоопланктона состоял из 6 видов (см. табл. 1, рис. 6, а). В 2007 г. ситуация сложилась обратная, численность рачка достигала максимальных значений 236353 экз./м³ в районе дампинга и 157569 экз./м³ на фоновой станции I. При этом доминирующий вид *E. maritima* P. E. Müller был единственным структурообразующим (см. табл. 1, рис. 6, б).



а



б

Рис. 6. Ранговое распределение численности видов разных таксономических групп зоопланктона в августе 2006 (а) и августе 2007 гг. (б)



Как известно, гидробионты-фильтраторы наиболее чувствительны к мелкодисперсной взвеси, что обусловлено воздействием на пищеварительный тракт мелких частиц, попадающих туда с током воды. Некоторые гидробионты испытывают сильное угнетающее влияние взвеси в уязвимые периоды жизни [6, с. 10]. Возможна гибель в первую очередь ветвистоусых ракообразных в результате дампинга в период их активного питания, связанного с повышением биомассы фитопланктона. Неслучайно их количество в районе дампинга ничтожно. Следует отметить, что при гибели фильтраторов снижается интенсивность процесса самоочищения.

Выводы

83

1. В юго-восточной части Балтийского моря в весеннее время во все исследуемые годы (за исключением 2008-го) в районе дампинга и на фоновой станции I доминировала коловратка (Rotifera) *Asplanchna priodonta* Gosse. Сравнивая численность коловратки за 12-летний период в весеннее время, мы установили, что она была выше в районе дампинга или совпадала с численностью вида на фоновой станции I (за исключением 1998 и 1999 гг.). Данный факт по преобладанию численности коловратки в более загрязненном районе не является новым. В сообществе коловраток происходит повышенное по сравнению с зоопланктонным сообществом приспособление к действию загрязнителей с течением времени. Количество структурообразующих видов в сообществе коловраток в весенний период менялось от 1 до 5 и было практически одинаковым на исследуемых участках.

2. В летний период в сообществе коловраток численность доминант была выше на фоновой станции I. Количество структурообразующих видов среди коловраток менялось от 3 до 5 и было одинаковым на исследуемых участках.

3. Веслоногие (Copepoda) и ветвистоусые ракообразные (Cladocera) в юго-восточной части Балтийского моря доминируют только летом. Среди веслоногих ракообразных в разные годы доминировали *Centropages hamatus* Lilljeborg и *Acartia longiremis* Lilljeborg. Копеподы в районе дампинга из года в год снижают свою численность. Ракообразные, являясь естественными фильтрами, погибают в мутной мелкодисперсной взвеси, в результате сокращается основная кормовая база рыб. Количество структурообразующих видов в сообществе веслоногих ракообразных летом менялось от 8 до 9 и было практически всегда одинаковым на исследуемых участках.

4. Среди ветвистоусых ракообразных доминирующими видами были *Cercopagis pengoi* Ostroumov и *Eubosmina maritima* P. E. Müller. Гидробионты-фильтраторы испытывают сильное угнетающее влияние мелкодисперсной взвеси и некоторые из них погибают. Неслучайно их численность в районе дампинга ничтожна. Количество структурообразующих видов в сообществе ветвистоусых ракообразных летом менялось от 1 до 9 на исследуемых участках.



Необходимо продолжать изучение проблемы дампинга и обратить внимание на всестороннее исследование зоопланктонофауны с использованием биологических моделей.

Список литературы

1. *Вандыш О.И.* Индикаторная роль зоопланктона в диагностике техногенного загрязнения, процесса эвтрофирования и степени acidификации водоемов Кольского региона. URL: <http://alphais.inep.ksc.ru/tezis5.html> (дата обращения: 25.04.2012).

2. *Винберг Г.Г.* Успехи лимнологии и гидробиологические методы контроля качества внутренних вод // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Л., 1981.

3. *Левич А.П.* Структура экологических сообществ. М., 1980.

4. *Ривьер И.К.* Состав, распределение и динамика зоопланктона как кормового ресурса рыб // Экология водных беспозвоночных. Нижний Новгород, 2007.

5. *Федоров В.Д.* Первичная продукция как функция структуры фитопланктонного сообщества // Доклад АН СССР. 1970. Т. 192, №4. С. 901 – 904.

6. *Чернина Е.Ю., Старцева А.И.* Влияние мелкодисперсной взвеси на морских гидробионтов // Гидробиологический журнал. 1991. Т. 27, №2. С. 9 – 14.

7. *HELCOM.* Guidelines for the Baltic monitoring programme for the third stage. Part D. Biological determinands. 1988. №27 D. P. 131 – 135.

Об авторе

Наталья Евгеньевна Демерецкиене – ведущий специалист, соиск., Департамент морских исследований, Клайпеда.

E-mail: n.demereckiene@aaa.am.lt

About author

Natalya Demereckiene, Leading Specialist, PhD student, Department of Marine Research, Klaipeda.

E-mail: n.demereckiene@aaa.am.lt