

УДК 551.465.71:595.341.5 (262.5)

НАРПАКТИКОИДА (CRUSTACEA, COPEPODA) КАК КОМПОНЕНТ МЕЙОБЕНТОСА КОНТУРНЫХ БИОТОПОВ ОДЕССКОГО МОРСКОГО РЕГИОНА

Воробьева Л. В., Портянко В. В.

*Одесский филиал Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского, Одесса,
vorobyova@paco.net, portyanko_v@mail.ru*

Для контактной зоны «берег – море», рассмотрена роль гарпактикоид в формировании общей численности и общей биомассы мейобентоса в некоторых контурных биотопах, таких как, псаммоконтур, литоконтур, фитоконтур, потамоконтур, для которых характерны различные типы грунтов. В псаммоконтуре (интерстициали песчаных пляжей и псаммоконтуре верхней сублиторали) гарпактикоиды играют значительную роль в формировании общей численности и, особенно, биомассы мейобентоса. В контурном биотопе литоконтур (перифитон естественных и искусственных субстратов) их доля составляет на различных участках в среднем 5,7 % – 14,65 % (максимум 19,6 %). В потамоконтуре роль копепод в формировании количественных показателей зависит от степени трансформации речных вод в морскую.

Ключевые слова: Одесский морской регион, гарпактикоиды, псаммоконтур, литоконтур, фитоконтур, потамоконтур.

ВВЕДЕНИЕ

Гарпактикоидные ракообразные (подкласс Copepoda, отряд Harpacticoida) представлены в основном свободноживущими морскими организмами. Гарпактикоиды – важный компонент мейобентосного сообщества [14]. Они являются одной из ведущих групп в большинстве морских мейобентосных сообществах. Гарпактикоиды по плотности поселений и по видовому разнообразию уступают лишь нематодам, составляя от 4 до 95 % обилия донного и от 11 до 60 % фитального мейобентоса [16]. Донные копеподы являются важным звеном трофической цепи, представляя одних из основных потребителей первичной продукции микрофитобентоса. Наряду с нематодами они представлены в мейобентосе большим числом видов и наиболее высокими показателями плотности поселений.

При рассмотрении формирования количественных характеристик гарпактикоид в различных контурных биотопах следует учитывать наиболее характерные типы донных осадков, свойственных каждому из них. Эдафические факторы (от греческого «эдаφος» – почва) – условия, складывающиеся в донных осадках различного механического (гранулометрического) состава и которые имеют большое значение в жизни мейобентоса. Грунты несхожего механического состава обладают различным содержанием влаги, аэрацией, плотностью, содержанием органических и биогенных веществ, микроэлементов. В связи с этим каждый тип грунта определяет формирование видового богатства организмов, обладает различными величинами численности и биомассы мейофауны.

Цель настоящей работы показать зависимость размеров гарпактикоид от гранулометрического состава грунта, а также рассмотреть роль гарпактикоид в формировании общей численности и общей биомассы мейобентоса в контурных биотопах, таких как псаммоконтур, литоконтур, фитоконтур, потамоконтур.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для настоящей статьи – многолетние исследования в Одесском морском регионе, включая Одесский залив и приустьевом взморье Дуная. Данные по обрастаниям естественных и искусственных субстратов относятся к 2013 году. При отборе проб использовались дночерпатель с площадью захвата 0,1 м², бентосная рамка (10×10 см), металлическая трубка (Д-28см). Обработка проб проводилась по общепринятой методике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гарпактикоиды при благоприятных условиях образуют значительные скопления на различных типах грунта. От типа субстрата зависит не только плотность поселений рачков, но и размеры гарпактикоид. Как видно из представленного графика, максимальные размеры гарпактикоид характерны для песчаного ракушечника, а минимальные – для интерстициальных видов, обитающих в толще песчаных осадков (рис. 1). Органические осадки служат не только субстратом, но и источником пищи для животных, питающихся в верхнем слое или на поверхности грунта.

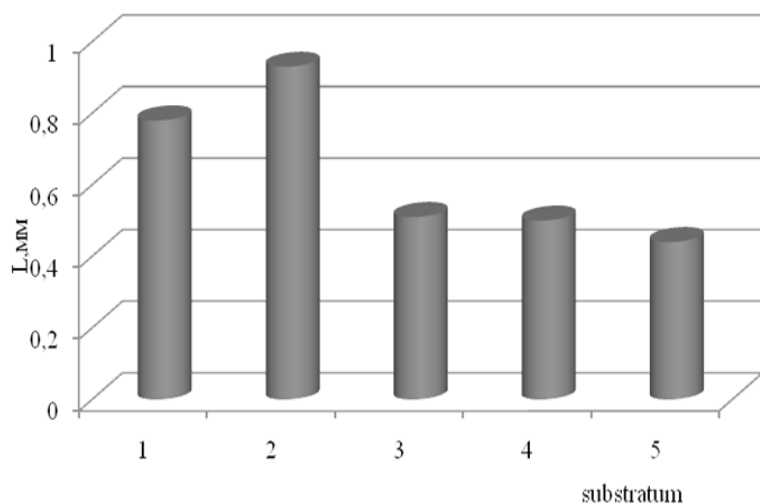


Рис. 1. Средние размеры гарпактикоид в зависимости от типа субстрата

1 – обрастания, 2 – песок/ракуша, 3 – ил/песок, 4 – ил, 5 – интерстициаль.

От размера частиц грунта зависят пространственные и структурные условия того или иного биотопа и физико-химические условия складывающиеся в них [15].

Регуляция обилия ракообразных на илах осуществляется в основном за счет выедания хищниками [12], а на песках – за счет изменения физических факторов таких как гранулометрический состав, перемешивание и аэрация грунта [2; 11]. Между эдафическими и климатическими факторами прослеживается взаимосвязь, потому что последние в значительной мере определяют накопление органического вещества в донных осадках.

На материале северо-западной части Черного моря выделено семь основных групп видов гарпактикоид по типам предпочитаемых биотопов [6; 13].

Неоднородное распределения видов по вертикали в толще осадка является важным и неотъемлемым свойством любого мейобентосного сообщества и, в частности, сообщества гарпактикоидных копепод. Пространственная структура любого таксоцена мейобентоса всегда трехмерна и возникает на различных типах осадков вне зависимости от окислительно-восстановительных условий и не может сводиться только к ним [9].

Как видно из представленных рисунков (рис. 2), основная масса рачков концентрируется в верхних двух сантиметрах осадка, что согласуется со многими литературными данными. Однако, как мы видим, они могут проникать и на глубину осадков в 4–6 см в илистых отложениях относительно больших глубин.

Контурные биотопы моря (аэроконтур, псаммоконтур, литоконтур, пелоконтур, потамоконтур) отличаются большим разнообразием гидробионтов и, главное, высокой численностью их представителей [7]. Из пяти названных контурных биотопов четыре обычны для обитания представителей мейобентосного сообщества.

Для контактной зоны «берег-море», к которой относится береговая линия морей и океанов как непосредственная зона контакта водной и наземной среды [1], нами рассмотрена роль гарпактикоид в формировании общей численности и общей биомассы мейобентоса в некоторых контурных биотопах, таких как, псаммоконтур, литоконтур, фитоконтур, потамоконтур.

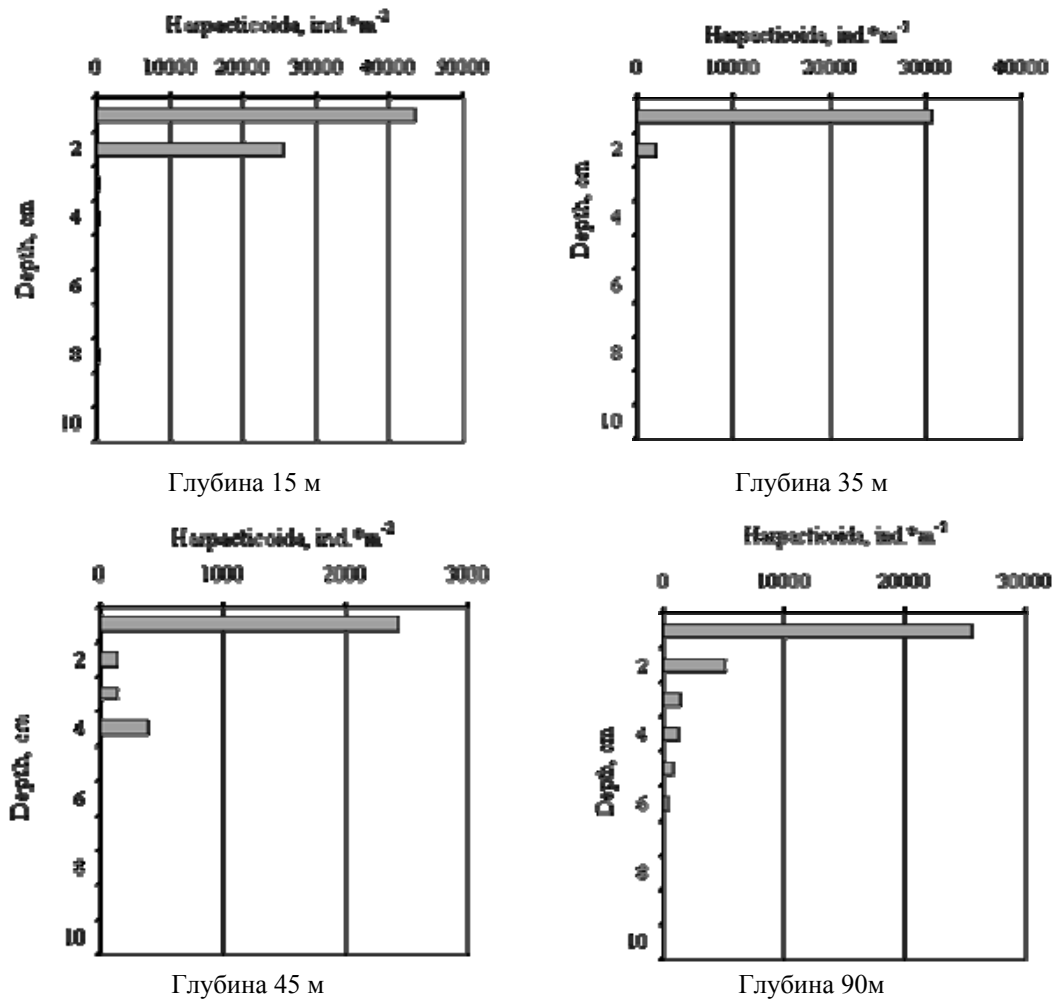


Рис. 2. Вертикальное распределение показателей (экз./м²) плотности поселений гарпактикоид в толще донных отложений на различной глубине (Воробьева и соавт. 1992 г.)

Псаммоконтур. Долгое время наименее изученным оставался самый доступный для исследователей биотоп псаммали (псаммоконтур супралиторали и псевдолиторали) песчаных пляжей Черного моря. Как показали исследования прошлых лет, в псаммоконтуре песчаных пляжей обитает богатая по видовому составу и плотности поселений фауна беспозвоночных морских обитателей – мейобентонтов, приспособившихся к условиям жизни в пляжных наносах как на заплеске, так и на супралиторали. По вертикали общая численность интерстициальной мейофауны вообще и гарпактикоид в частности распределяется неравномерно. Как правило, в зоне заплеска крупнозернистых наносов гарпактикоиды образуют более плотные скопления в микрогоризонте 4–10 см, являясь доминирующей по численности группой. Это же можно отнести и к среднезернистым пескам. Лишь в мелкозернистых песчаных наносах даже в зоне заплеска доля копепод не превышает 10–14 %.

В интерстициали песчаных пляжей гарпактикоиды представлены девятью видами. Они являются существенным по плотности поселений компонентом интерстициальной мейофауны. На псевдолиторали с крупнозернистым песком в летний период среднемноголетний показатель плотности гарпактикоид составлял для слоя 0–4 см 926 экз./100 см³, а для слоя 4–10 см 2233 экз./100 см³. При этом доля гарпактикоид в общей численности интерстициальной мейофауны может достигать в зоне заплеска в среднем до 65–81 %. В этот же период на супралиторали в трех метрах от заплеска на глубине 30–50 см, где плотность ракообразных часто бывает выше, чем на заплеске, их доля по среднемноголетним данным может составлять в летний период 39–89 %. В

осенний период на супралиторали на этих же горизонтах доля рачков колеблется от 41,8 % до 94,4 % [2]. В псаммоконтуре верхней сублиторали их плотность поселений может составлять до 150000 экз./м² (в среднем для северо-западной части Черного моря 49000 экз./м²), доля в общей численности относительно высокая – в среднем до 26,9 %.

Литоконтур. Различные твердые поверхности (камни, скалы, различные по своему типу и используемого материалы гидротехнические сооружения в прибрежной зоне моря) образуют его литоконтур. Для мониторинга прибрежной зоны моря большое значение имеют различные ярусы литоконтур (частично омываемые водой или полностью погруженные), где различные виды природных и антропогенных факторов оказывают наибольшее воздействие на морскую биоту и по состоянию которой можно судить об экологической ситуации в верхней сублиторали. В контурном биотопе литоконтур гарпактикоиды имеют одну из главных ролей формирования количественных характеристик перифитона естественных и искусственных (перифиталь) субстратов.

В перифитоне естественных субстратов одесского морского побережья гарпактикоиды выступают субдоминантной по численности группой. При средних показателях общей численности мейобентоса 45548,6 экз./м² – 168274,2 экз./м² на различных участках плотность поселений гарпактикоид в верхней сублиторали одесского побережья варьирует от 6900 до 32500 экз./м². При этом их доля составляет на различных участках в среднем 5,7–14,6 % (максимум 19,6 %, доминирующая группа – нематоды). В перифитоне естественных субстратов в общей биомассе мейобентоса лидируют представители псевдомейобентоса (полихеты и молодь двустворчатых моллюсков), доля гарпактикоид в среднем составляет 16,18 %. Среди представителей постоянного компонента мейобентоса гарпактикоиды занимают доминирующее положение в формировании биомассы, т.к остальные его представители, обладая очень низкой массой тела, существенной роли в этом процессе не играют. В перифитоне естественных субстратов у побережья о. Змеиный общая численность мейобентоса в обрастаниях различных макрофитов (церамиума, кладофоры, энтероморфы, кароллины) колебалась в среднем от 11500 экз./м² до 181000,0 экз./м². Средняя численность гарпактикоид на водорослевом субстрате варьировала от 23500 экз./м² до 109000,0 экз./м². При этом гарпактикоиды выполняли существенную роль в формировании общей численности мейобентоса, доминируя в общей численности организмов. Их доля колебалась от 21,1 до 61,5 %.

В обрастаниях искусственных субстратов (перифиталь гидротехнических сооружений в Одесском заливе) Harpacticoida на всех горизонтах (0,5 м, 1,2 м и 2,5 м от поверхности моря) выступают по плотности поселений субдоминантной группой, их доля от общей численности одинакова на глубине до 1,2 м и несколько повышается у дна (11,4, 14,8 и 18,1 % соответственно). Максимальная плотность отмечена у поверхности – 120000 экз./м², на среднем горизонте – 37000 экз./м², у дна – 120000 экз./м². Плотность гарпактикоид распределяется по сезонам неравномерно. При температурах до 18–20 °С (май – июль) численность рачков на траверсах очень низка и практически в течение этих 3 месяцев держится на одном уровне (в среднем 3000–7000 экз./м²). К августу их плотность возрастает и достигает своего максимума в сентябре. В основном увеличение численности в этот период особенно существенно на глубине 0,5 м, т.е. в верхнем горизонте обрастания траверсов. В ноябре плотность гарпактикоид резко снижается и, практически, достигает уровня весенних показателей.

Контактная зона «река-море» (потамоконтур). Зоны смешения двух наиболее распространенных на Земле типов вод – речных и морских изучены в основном с точки зрения гидрологии, морфологии и гидродинамики. Маргинальный фильтр [7] представляет собой довольно узкий в глобальных масштабах пояс (от сотен километров для крупных рек и до сотен метров для мелких), где происходит смешение речных и морских вод.

Многолетние исследования показали, что на большей части придунайской морской акватории по численности преобладают нематоды и гарпактикоиды. Гарпактикоиды хоть и уступали нематодам по плотности поселений, но обладая значительно большей массой тела, составляли основную часть общей биомассы эвмейобентоса, а иногда и всего мейобентоса

Таким образом, сравнивая данные, охватывающие одиннадцатилетний период, можно с полной уверенностью сказать, что в приустьевой зоне р. Дунай на иловом субстрате присутствует устойчивый таксоценоз, образованный эпибентосными и илороющими видами со строго выраженным доминированием *M. littorale*. В целом же, пространственное распределение

гарпактикоид здесь неравномерно. Однако следует отметить, что показатели численности выше 100000 экз./м² чаще регистрируются на южных и мористых станциях [6]. Для изучения пространственного распределения гарпактикоид на взморье Дуная нами условно было выделено три зоны, находящихся на разном удалении от устья реки. В первой зоне (2–3 км от устья) мейобентос представлен, практически, всеми характерными для него таксонами. Доминирующая по численности группа – гарпактикоиды, доля которых от общей численности организмов составляет в среднем 46,8 %. Во второй зоне наблюдается резкое увеличение как общей численности, так и биомассы временного и постоянного компонентов. Плотность гарпактикоид увеличивается почти в четыре раза, составляя 43,4 % от общего количества организмов. Вместе с нематодами они занимают лидирующее положение по плотности поселений, доля их в общем показателе численности достигает 87,1 %. Необходимо подчеркнуть, что основная часть биомассы во второй зоне формируется за счет гарпактикоид (73,4 %) В третьей зоне общая численность мейобентоса еще несколько увеличивается, а биомасса остается почти на том же уровне. В данной акватории отмечается изменение структуры мейобентоса, 17,1 % общей численности приходится на фораминифер. Почти в два раза уменьшается плотность гарпактикоид.

Многие представители мейобентоса (это относится как к представителям его постоянного, так и временного компонентов) чутко реагируют на качественные изменения окружающей среды. Известно, что кислородный режим придонных слоев бентали, как интегральный показатель экологического состояния морской среды, оказывает существенную роль на формирование плотности поселений гарпактикоид. Особенно чутко и быстро на стрессовые ситуации откликается большинство видов фораминифер, остракод, гарпактикоид и молодь двустворчатых моллюсков [3]. Эвтрофикация и различного типа химическое загрязнение является одним из факторов, который следует учитывать при рассмотрении механизмов функционирования и изменяющихся параметров гарпактикоидных комплексов [16].

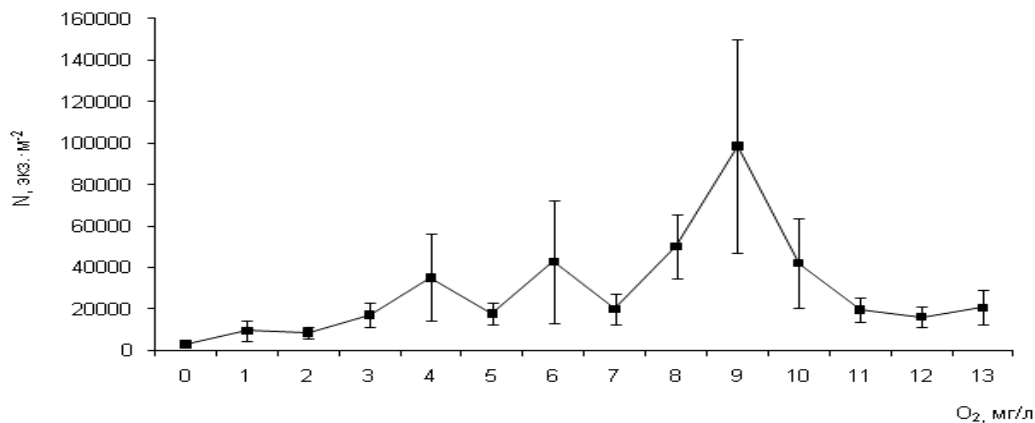


Рис. 3. Динамика численности гарпактикоид при различном кислородном режиме в бентали Одесского морского региона

В придонных слоях северо-западной части Черного моря при содержании растворенного кислорода до 6–9 мг/л количественные показатели мейобентоса формируются практически за счет всех характерных для данного сообщества групп. При показателях кислорода от 3,5 до 5 мг/л в мейобентосе, как правило, присутствуют представители пяти-семи групп. В мейобентосе акваторий, в которых экосистема бентали испытывает значительный пресс различных видов загрязнения, количественные показатели на 87–100 % формируются за счет двух-трех групп. Особенно это характерно для приустьевых районов, бухт, лиманов, заливов северо-западной части.

Большинство видов гарпактикоид очень чутко реагируют на изменения условий морской среды. В районах, испытывающих большую антропогенную нагрузку, видовое разнообразие и количественные показатели гарпактикоид крайне низки. Учитывая это, гарпактикоиды могут использоваться как индикатор снижения растворенного в воде кислорода в придонных слоях

воды [10]. Как видно из представленного графика (рис. 3), плотность ракообразных в северо-западной части Черного моря низка при показателях содержания кислорода ниже 4 мг/л.

Естественно, что при благоприятных условиях увеличивается не только плотность гарпактикоид, но и их доля в общей численности мейобентоса (рис. 4). Очень важным является то, что при увеличении доли ракообразных в общей численности мейобентоса, увеличивается роль гарпактикоид в формировании показателей его общей биомассы. Относительно высокая калорийность гарпактикоид по сравнению со многими другими представителями данного сообщества организмов [4] повышает энергетическую ценность мейобентоса как кормового объекта для молоди рыб придонного и донного комплексов.

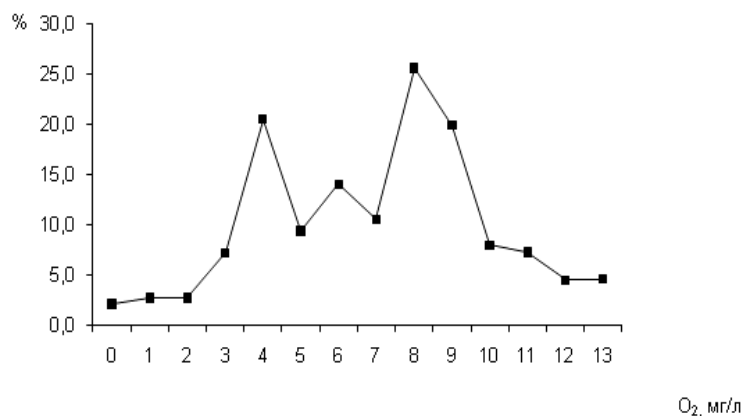


Рис. 4. Доля гарпактикоид в общей численности мейобентоса в зависимости от кислородного режима

Как указывалось выше, плотность поселений гарпактикоид резко уменьшается при содержании растворенного кислорода ниже 4 мг/л и что доля ракообразных максимальна при благоприятных условия. Многие специалисты, учитывая эти особенности гарпактикоид, используют показатель отношения численности нематод к численности гарпактикоид (нематодно-копеподное соотношение). Чем выше этот индекс, тем сложнее экологическая ситуация в бентали и наоборот. Таким образом, соотношение обилия гарпактикоид с нематодами может служить показателем для индикации загрязненности среды [3; 5; 15]. Особенно этот показатель эффективен при изучении эвтрофных и гиперэвтрофных акваторий (рис. 5).

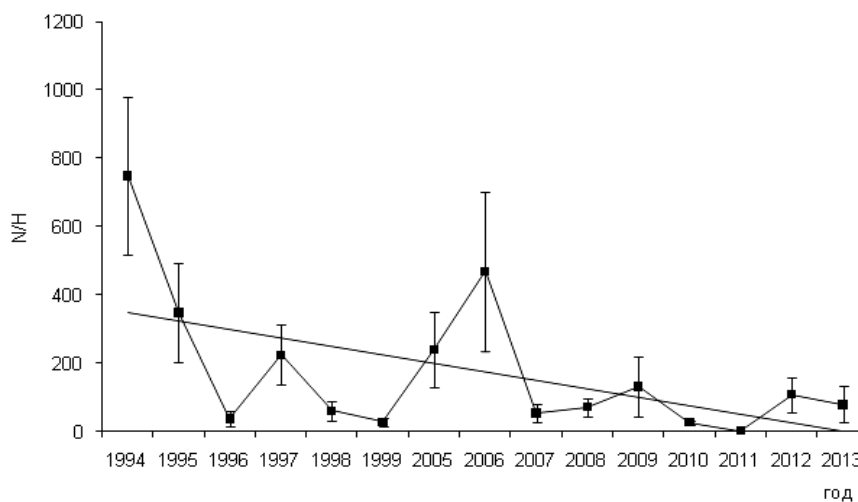


Рис. 5. Среднегодовой показатель отношения плотности поселений нематод к плотности поселений гарпактикоид (Одесский морской регион)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Веслоногие ракообразные отряда Harpacticoida – одна из ведущих групп контурных биотопов бентали Черного моря. Они не только вносят ощутимый вклад в видовое разнообразие мейобентоса (число видов этих ракообразных одно из наиболее высоких в мейобентосном сообществе), но играют существенную роль в формировании показателей его общей численности. Ее значение зависит от многих факторов (эдафического, климатического, гидрологических и гидрохимических параметров, глубины и пр.).

Наиболее высока роль Harpacticoida в общей численности сообщества в псаммоконтуре песчаных пляжей и верхней сублиторали, а также в перифитоне северо-западной части Черного моря. Наибольшее значение в формировании общей биомассы мейобентоса, а главное, его качества как кормового объекта для рыб, гарпактикоиды имеют на песчано-ракушечном субстрате, илах и в перифитоне искусственных субстратов.

Список литературы

1. Виноградов К. А. Контактные зоны южных морей / К. А. Виноградов // Биологические проблемы океанографии южных морей. Мат. юбилейной науч. сессии ОФ ИнБИОМ. – Киев: Наукова думка, 1969. – С. 45–48.
2. Воробьева Л. В. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря / Л. В. Воробьева, Ю. П. Зайцев, И. И. Кулакова. – К.: Наукова думка, 1992. – 144 с.
3. Воробьева Л. В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей / Л. В. Воробьева. – Киев: Наукова думка, 1999. – 300 с.
4. Воробьева Л. В. Энергетические характеристики мейобентоса Жебриянской бухты / Л. В. Воробьева, О. А. Торгонская // Экология взморья украинской дельты Дуная. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 275–289.
5. Гальцова В. В. Мейобентос в морских экосистемах (на примере свободноживущих нематод) / В. В. Гальцова. – Тр. ЗИН, 1991. – Т. 224. – 240 с.
6. Гарлицкая Л. А. Экология Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) северо-западной части Черного моря: автореферат дисс. на соискание науч. степени канд. биол. наук / Л. А. Гарлицкая; Ин-т биол. южных морей им. О. Ф. Ковалевского НАН Украины. – Севастополь, 2010. – 20 с.
7. Лисицин Л. П. Маргинальный фильтр океанов / Л. П. Лисицин // Океанология. – 1994. – Т. 34, № 5. – С. 735–747.
8. Мокиевский В. О. Экология морского мейобентоса / В. О. Мокиевский. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 286 с.
9. Чертопруд Е. С. Пространственно-временная изменчивость сообщества Harpacticoida (Copepoda) литорали Белого моря: автореферат дисс. на соискание науч. степени канд. биол. наук / Е. С. Чертопруд; МГУ. – Москва, 2005 – 21с.
10. Coull B. C. Long-term variability of estuarine meiobenthos; an 11 year study / B. C. Coull // Marine Ecology Progress Series. – 1985. – Vol. 24. – P. 205–218.
11. Coull B. C. Perspectives of marine meiofaunal ecology / B. C. Coull // Ecological Processes in Coastal Marine Ecosystems. – New York: Plenum Press, 1979. – P. 189–216.
12. Coull B. C. The ecology of marine meiobenthic Harpacticoid Copepods / B. C. Coull // Jctanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. – 1983. – Vol. 21. – P. 67–175.
13. Garlitska L. A. Diversity of harpacticoids copepods on Ukrainian shelf of the Black Sea (northwestern part) / L. A. Garlitska // Black Sea Ecosystem 2005. 1st Biannual Scientific Conference, 8–10 May 2006. – Istanbul, 2006. – P. 62–64.
14. Giere O. Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments / O. Giere // Berlin Heidelberg: Springer. – Verlag, 2009. – 527 p.
15. Hicks G. R. F. The Ecology of Marine Meiobenthic Harpacticoid Copepods / G. R. F. Hicks, B. C. Coull // Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. – 1983. – Vol. 21. – P. 67–175.
16. Raffaelli D. G. Pollution monitoring with meiofauna? Using the ratio of nematodes to copepods / D. G. Raffaelli, C. F. Mason // Mar. Pollut. Dull. – 1981. – Vol. 12, N 5. – P. 158–163.

Воробйова Л. В., Портянко В. В. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) як компонент мейобентосу контурних біотопів Одеського морського регіону // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 11. С. 179–186.

Для контактної зони «берег – море», розглянуто роль гарпактикоїд у формуванні загальної чисельності та загальної біомаси мейобентосу в деяких контурних біотопах, таких як псаммоконтур, літоконтур, фітоконтур, потамоконтур, для яких характерні різні типи ґрунтів. У псаммоконтурі (інтерстиціалі піщаних пляжів і псаммоконтурі верхньої сублиторалі) гарпактикоїди відіграють значну роль у формуванні загальної чисельності і, особливо, біомаси мейобентосу. У контурному біотопі літоконтур (перифітон природних і штучних субстратів) їх частка становить на різних ділянках в середньому 5,7–14,65% (максимум 19,6%). У потамоконтурі роль копепод у формуванні кількісних показників залежить від ступеню трансформації річкових вод в морську.

Ключові слова: Одеський морський регіон, гарпактикоїди, псаммоконтур, літоконтур, фітоконтур, потамоконтур.

Vorobyova L. V., Portyanko V. V. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) as a component of the meiobenthos contour habitats Odessa Sea region // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 11. P. 179–186.

For contact zone “sea – shore”, was examined the role Harpacticoida in the formation of the total number and total biomass of meiobenthos in certain contour habitats such as psammocontour, litocontour, fitocontour, potamocontour, which are characterized by different types of soils. In psammocontour (sandy beaches interstitials and upper sublittoral psammocontour) harpacticoida play a significant role in the formation of the total population, and especially of the meiobenthos biomass. In the litocontour biotope (periphyton of natural and artificial substrates) their share in different parts is an average of 5.7–14.65 % (maximum 19.6%). In potamocontour copepods role in the quantitative index formation depends on the degree of river water transformation into the sea.

Key words: Odessa Sea region, Harpacticoida, psammocontour, litocontour, potamocontour.

Поступила в редакцию 31.01.2014 г.