ПИТАНИЕ *METRIDIA LONGA* (COPEPODA; CALANOIDA) В БЕЛОМ МОРЕ

К.А. Михальчук[1], Н.А. Казусь[2], Д.М. Мартынова[3]
[1]Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия
[2]Институт Океанологии РАН, Атлантическое отделение, г. Калининград
[3]Учреждение Российской академии наук Зоологический институт РАН,
г. Санкт-Петербург, e-mail: ksenila@mail.ru

Введение

Большая часть работ, посвященных проблеме питания копепод, содержит результаты экспериментальных исследований, т.к. только специально заданные условия опыта позволяют оценить влияние отдельных факторов на процесс питания подопытных животных Эксперименты, в которых рачкам предлагают в качестве пищи монокультуру или смесь культур водорослей, либо неспецифические объекты (например, науплии *Artemia salina* или искусственные заменители пищи), не отражают многих закономерностей в условиях *in situ*. Одним из подходов к решению этой проблемы, было использование в качестве пищи естественного сестона. Результаты таких экспериментов позволяют с большей точностью описывать процессы, происходящие в природе.

Metridia longa (Lübbock, 1854) – один из ключевых видов зоопланктона в Белом море, встречающийся там круглогодично. Основная популяция этого вида обитает в центральной части моря и глубоководных частях Кандалакшского и Двинского заливов. Метридия активна в течение всего года, и является эврифагом с преимущественно хищным типом питания (Перуева, 1982, 1983). Однако, питание беломорской *Metridia longa* изучено крайне слабо. Есть единичные работы Е. Г. Перуевой (Перуева, 1982, 1984), которые посвящены определению спектра питания по составу пищевого комка только в летний период. Цель данной работы – изучение питания *Metridia longa* в Белом море.

Материалы и методы

Материалом для исследования постужили эксперименты, проведенные в течение 3-х сезонов 2006–2008 г.г. (сентябрь и октябрь 2006, июль 2007, март 2008). В общей сложности поставлено 12 экспериментов, обработано 153 пробы. Фиксацию и обработку проб проводили по стандартной методике Утермёля (Utermöhl, 1958). Организмы планктона определяли по возможности до вида и относили к определенным размерным группам и трем типам: интактные организмы, пустые оболочки и поврежденные организмы. Избирательность питания определяли по формуле Ивлева (Ивлев, 1955). При ее подсчете учитывали только те группы планктона, концентрация которых составляла >10% от начальной концентрации.

Скорость потребления пищи определяли по формуле Арашкевич (Арашкевич, 1978). Для определения зависимости скорости питания от конценрации пищи был использован регрессионный анализ. Для определения зависимости скорости и избирательности питания от температуры и освещенности использовался однофакторный дисперсионный анализ.

Результаты и обсуждение

В ходе обработки проб фитопланктона было обнаружено порядка 30 разных таксономических групп, принадлежащих к трем классам: Bacillariophyta, Dinophyta и Chrysophyta). В марте концентрация фитопланктона была крайне низка (менее 5 тыс. кл./л) и была представлена почти полностью диатомовыми (рис. 1). В июле концентрация фитопланктона очень сильно возрастает и достигает почти 140 тыс. кл./л. Затем в начале сентября численность фитопланктона заметно снижается (примерно до 20 тыс. кл./л), доминантами по численности здесь уже являются перидиниевые водоросли. Далее к концу сентября численность фитопланктона снова увеличивается, но незначительно (всего до 30 тыс. кл./л). Это происходит за счет увеличения численности диатомовых и мелких перидиниевых. В октябре численность фитопланктона уменьшается до 14 тыс. кл/л. Концентрация диатомовых снижается и доминантами остаются крупные перидиниевые (рис. 1). Эта динамика начальных концентраций достаточно близко повторяет сезонную динамику фитопланктона в Белом море (Сергеева, 1991; Кокин и др., 1970, 1971; Конопля, 1973).

В результате исследований было выявлено, что основу рациона питания фитопланктоном во все сезоны составляют в основном диатомовые водоросли, что подтверждается литературными данными (Перуева, 1984), за исключением октябрьского эксперимента с рачками пятых копеподитных стадий, где значительную долю занимали динофлагелляты. Потребление в основном направлено на массовые формы.

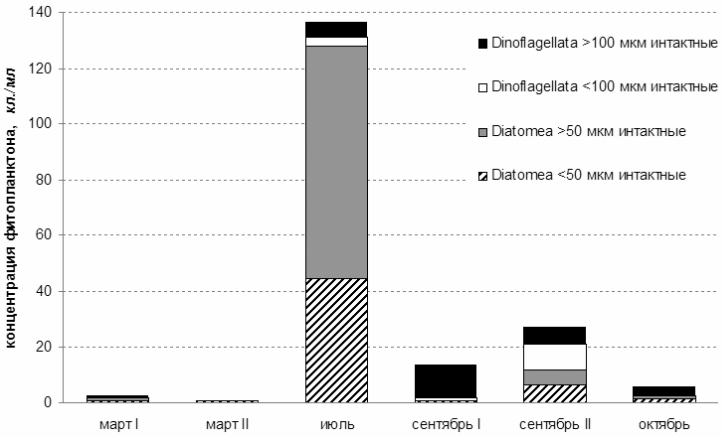

Рис. 1. Сезонная динамика состава фитопланктона (основные группы)

Наибольшей избирательностью характеризуются рачки младших копеподитных стадий, для них в большей степени характерно потребление диатомовых (рис. 2). Пищевые предпочтения рачков старших копеподитных и половозрелых стадий не сильно выражены, и наблюдается предпочтение наиболее массовых видов.

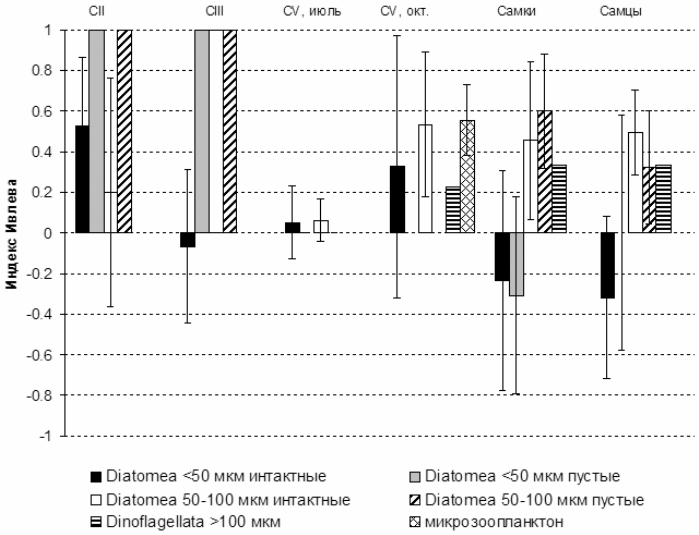

Рис. 2. Избирательность питания рачков разных возрастных стадий (Индекс Ивлева)

По нашим же данным высокие значения концентрации фитопланктона (от 80 до 180 кл./мл) не влияют на скорость потребления пищи метридией (рис. 3).

Метридия обладает большим размерным диапазоном потребляемых пищевых частиц, который зависит от возрастной стадии рачка (размеров тела). В экспериментах с рачками пятых копеподитных стадий концентрация зоопланктона была специально увеличена в несколько раз, чтобы оперделить значение животной пищи для метридии. Было показано, что высокие концентрации микрозоопланктона не оказывают влияния на скорость его потребления (рис. 4). Также для рачков этой стадии было показано, что увеличение температуры до +8°С и наличие освещения достоверно не влияют на их рацион и спектр питания.

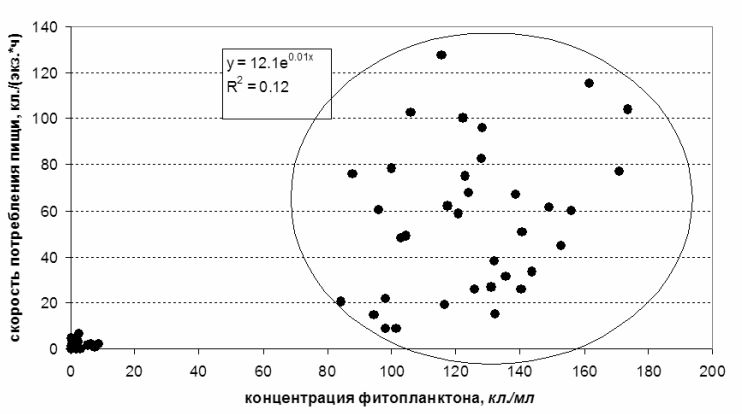

*Рис. 3.*Зависимость скорости потребления фитопланктона от его концентрации

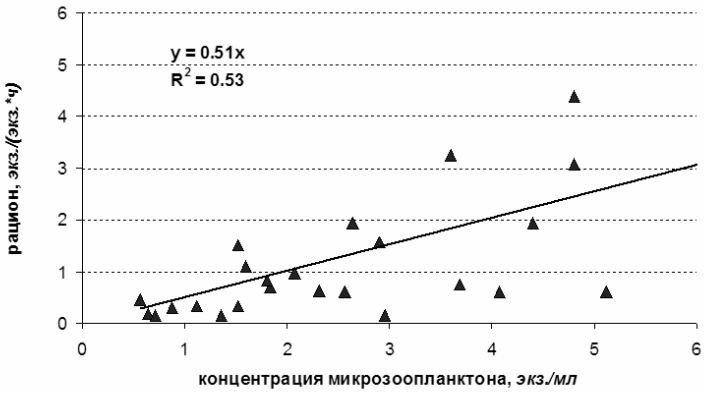

Рис. 4. Зависимость скорости потребления микрозоопланктона от его концентрации

По утверждению C. Halsband-Lenk (Halsband-Lenk, 2005) для успешного размножения, самкам копепод в период, предшествующий размножению, необходимо потребить определенное количество фитопланктона. Мы предполагаем, что у *M. longa* это происходит в осенний период, когда рачки пятой копеподитной стадии совершают наиболее интенсивные суточные вертикальные миграции в Белом море.

Работа была поддержана немецко-российской лабораторией им. О.Ю. Шмидта (грант OSL-09-16).

Литература

Арашкевич Е.Г., 1978. Некоторые характеристики питания копепод. М: Тр. Ин-та Океанол. 112:117–121

Ивлев В.С., 1964. Элементы физиологической гидробиологии // В сб.: Физиология морских животных.

Кокин К. А., Кольцова Т. И., Хлебович Т. В., 1970. Состав и динамика фитопланктона Карельского побережья Белого моря // Ботан. журнал, т. 55, № 4. С. 499–509.

Кокин К. А., Кольцова Т. И., 971. К вопросу об изучении фитопланктона Белого моря // В кн.: Комплексные исследования природы океана, вып. 3. С 172–183.

Конопля Л. А., 1973. Вертикальное распределение фитопланктона Карельского побережья Белого моря // Океанология. Т. 13, вып. 2. С. 314–320.

Перуева Е.Г., 1982. Характер питания и пищевые взаимоотношения пятой копеподитной стадии, самцов и самок *Metridia longa* в Белом море // Океанология. Т. 32, С. 1098–1105.

Перуева Е.Г.,1983. Суточный ритм питания *Metridia longa* Белого моря // Океанология. Т. 34. С. 654–677.

Перуева Е.Г., 1984. Сравнительная оценка питания двух массовых копепод Белого моря // Океанология. Т. 24. С. 813–818.

Сергеева О. М., 1991. Распределение фитопланктона в бассейне Белого моря в июле 1972 г. и в августе 1973 // В сб.: Исследования фитопланктона в сестеме мониторинга Балтийского моря и других морей. М: отд. Гидрометеоиздата.

Halsband-Lenk C., 2005. *Metridia pacifica* in Dabob Bay, Washington: the diatom effect and the discrepancy between high abundance and low egg production rates // Progress in Oceanography. V. 67. P. 422–441.

Utermohl H,, 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik // Mitteilungen der Internationalen Vereinigung fur Limnologie, V. 9. P. 1–38.

РОЛЬ NF-κB И МАРК В АКТИВАЦИИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА ARC3-LIKE В ГЕПАТОПАНКРЕАСЕ МОРСКОЙ ЗВЕЗДЫ ASTERIAS RUBENS ПРИ ДЕЙСТВИИ БАКТЕРИАЛЬНОГО ЛИПОПОЛИСАХАРИДА

Д.А. Могиленко [1,2], Д.А. Сафина [1], И.В. Кудрявцев [1,2]
[1] ГУ НИИ экспериментальной медицины РАМН, г. Санкт-Петербург, Россия
[2] Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург
e-mail: igorek1981@yandex.ru

Введение

Компонент комплемента С3 играет важную роль в защитных реакциях и в реализации разнообразных механизмов врожденного и приобретенного иммунитета у животных. Одной из наиболее существенных функций С3 является участие в активации системы комплемента (Walport, 2001). В последнее время появляются данные об участии С3 в различных процессах приобретенного иммунитета, таких как процессинг антигена (Villiers et al., 2008), регуляции дифференцировки и созревания дендритных клеток (Reis et al., 2008), а также развитии В-клеток памяти и регуляторных Т-лимфоцитов (Ghannam et al., 2008). У позвоночных синтез и экспрессия С3 происходит главным образом в печени (Alper et al., 1969), однако в очаге воспаления эту способность приобретают и макрофаги (Colten et al., 1986). У беспозвоночных животных экспрессия С3 найдена в циркулирующих клетках: гемоцитах у асцидий (Nonaka et al., 1999) и целомоцитах у морских ежей (Al-Sharif et al., 1998). Было показано, что у беспозвоночных вторичноротых С3 действует как опсонин, усиливая способность макрофагоподобных клеток к фагоцитозу бактериального патогена (Clow et al., 2004). Интересно, что у морского ежа уровень экспрессии гена, кодирующего гомолог С3, возрастает в ответ на действие бактериального липополисахарида (Clow et al., 2000). Несмотря на это, сигнальные пути, регулирующие экспрессию гена С3 при действии ЛПС, все еще плохо изучены, как у позвоночных, так и у беспозвоночных животных.

В ходе предварительных исследований у морской звезды ***Asterias rubens*** фрагмент гена, гомологичного компоненту комплемента С3. Филогенетический анализ этого гена, названного ArC3-like, показал его близкое родство с генами гомологов С3 вторичноротых беспозвоночных животных. Мы обнаружили высокий уровень экспрессии гена ArC3-like в циркулирующих клетках (целомоцитах), дериватах кишки (гепатопанкреас) и в мужской гонаде у морской звезды. Мы также показали, что введение в целомическую полость морской звезды раствора бактериального ЛПС приводило к усилению экспрессии гена ArC3-like в целомоцитах и гепатопанкреас по сравнению с контрольным введением стерильной морской воды.

Целью этой работы являлось изучение NF-κB и МАРК сигнальных путей в процессе активации экспрессии гена ArC3-like в гепатопанкреасе морской звезды ***Asterias rubens*** в ответ на действие бактериального ЛПС.

Материалы и методы

Сбор экспериментальных животных ***Asterias rubens*** (Echinodermata: класс *Asteroidea*, отряд *Forcipulata*) производили в июне-августе 2008 г. на базе Беломорской Биологической Станции им. акад. О.А.Скарлато ЗИН РАН. Для экспериментов использовали морских звезд с длинной луча 10±2 см. Печеночные выросты (гепатопанкреас) получали сразу после диссекции морской звезды и перфузировали стерильной морской водой (СМВ). Далее гепатопанкреас инкубировали 48 ч в полной культуральной среде на основе среды RPMI-1640 с добавлением NaCl (до 24 ‰), 10 % стерильной пулиро-