

Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.
Материалы IX международной конференции
11-14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия
Петрозаводск, 2005. С. 44-46.

ВЛИЯНИЕ МЕСТООБИТАНИЯ НА СЕРДЕЧНУЮ АКТИВНОСТЬ МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* L.

И.Н. БАХМЕТ¹, В.В. ХАЛАМАН²

¹ Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

² Беломорская биологическая станция Зоологического института РАН

Исследовались особенности сердечной ритмики сублиторальных (аквакультура) и литоральных мидий *Mytilus edulis* L. Работа проводилась в районе Кандалакшского залива Белого моря. Моллюски содержались в константных условиях: соленость – 25 ‰, температура – +10°C. Уровень сердечной активности сублиторальных животных достоверно превышал частоту сердечных сокращений у литоральных. Наряду с этим, была обнаружена ярко выраженная вариабельность сердечного ритма, как у литоральных, так и у сублиторальных мидий. Показаны периоды покоя у моллюсков обеих групп, протяженность которых варьировала от 1 до 4 часов.

I.N. Bakhmet, V.V. Khalaman. Cardiac activity of blue mussels *Mytilus edulis* L. in different habitats // The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proceedings of the IXth International Conference, October, 11-14, 2004. Petrozavodsk, Karelia, Russia. Petrozavodsk, 2005. P. 44-46.

The heart rate (Hr) of blue mussels *Mytilus edulis* L. from the White Sea was tested by means of distant registration. It was shown that Hr of subtidal mussels was lower than that of intertidal ones. Besides periodical fluctuation of the mussel cardiac activity was shown.

При изучении адаптаций животных к изменяющимся факторам среды наиболее часто исследуются такой показатель, как потребление кислорода (Проссер, 1977; Newel, 1979; Dye, 1987; Berger, Kharazova, 1997; и др.). Многие другие интегральные физиологические характеристики оцениваются гораздо реже, прежде всего из-за методических сложностей. Так, например, широкое использование такого информативного показателя, как скорость сердцебиения (Segal, 1956; 1961; Pickens, 1965; Bayne, 1973) было затруднено из-за различных артефактов, вызванных имплантацией электродов и другими повреждающими воздействиями. В последнее время этот недостаток был преодолен, благодаря использованию новой методики дистантной регистрации частоты сердечных сокращений (Depledge, Andersen, 1990; Marshall, McQuaid, 1993)

Использование этого метода позволило авторам провести исследование сердечной ритмики моллюсков – мидий *Mytilus edulis* L. из разных биотопов.

Материал и методы

Работа была выполнена в июне-августе 2003 г на Беломорской биологической станции им. О.А. Скарлато Зоологического института РАН. Мидии, стандартизованные по размеру, были собраны в бухте Круглой губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря: сублиторальные – с искусственных субстратов, используемых для культивирования мидий (глубина 2 м), литоральные – в среднем горизонте приливо-отливной зоны. Сразу после сбора моллюски были помещены в аквариумы с аэрируемой морской водой соленостью 25 ‰, которые рас-

полагались в изотермической комнате при температуре 10±1°C. Кормление не производилось. Вода сменялась ежесуточно на 80-90 %. Моллюски были использованы в работе через две недели после адаптации к аквариальным условиям. Для исследования брали по 9 литоральных и сублиторальных особей.

Частоту сердечных сокращений (ЧСС) моллюсков исследовали при помощи методики дистантной регистрации изменения объема сердечной мышцы (плетизмограмма). Она основана на излучении инфракрасного света в область расположения сердца и записи отраженных лучей (Depledge, Andersen, 1990). В нашей работе были использованы оптические сенсоры CNY-70. С помощью специально разработанного усилителя с системой фильтров и портативного цифрового осциллографа Fluke™ 125 сигнал передавался на персональный компьютер. Его запись и обработка производились при помощи программы FlukeView 3.0 (De Pirro et al., 1999; Santini et al., 2000).

Регистрация ЧСС мидий производилась через 1 ч в течение 1-ых суток, через каждые 6 ч – на вторые сутки и через 12 ч – в дальнейшем. Через 7 суток регистрация ЧСС осуществлялась каждый час в течение 2-х суток.

ЧСС измерялась в герцах (Гц), т.е. количестве сокращений в секунду. В таблице приведены средние арифметические значения (M) и средние квадратические ошибки (m). Кроме того, поскольку распределение ЧСС литоральных и сублиторальных мидий не было нормальным (Curtis et al., 2000), при усреднении данных рассчитана и медиана (Me), а при сравнении выборок использовался непарамет-

рический критерий Колмогорова-Смирнова (λ). Для сглаживания варьирования данных применяли метод скользящего среднего (Лакин, 1990).

Результаты и обсуждение

ЧСС сублиторальных мидий достоверно превышала этот показатель у литоральных моллюсков. При этом следует подчеркнуть, что коэффициент вариации в обеих группах не превышал 20 %, что позволяет оценить уровень варибельности сердечного ритма, как средний (Лакин, 1990) (Табл., рис. 1, 2). В то же время, варибельность ЧСС литоральных животных была больше.

Таблица. ЧСС сублиторальных и литоральных мидий (в Гц)

Показатель	Литоральные	Сублиторальные
Me	0.171	0.230
M \pm m	0.179 \pm 0.029	0.239 \pm 0.026

ЧСС литоральных мидий варьировала от 0 до 0,25 Гц. У каждого из животных наблюдалась периодическая остановка сердца длительностью от 1 до 4 часов. Мидий, находящихся в этом состоянии, мы условно назвали «молчашими». Их количество варьировало от 0 до 25 %, составляя в среднем 10 %.

У сублиторальных мидий ЧСС варьировала от 0 до 0,32 Гц. Доля «молчаших» мидий была большей (14 %) по сравнению с таковой у литоральных моллюсков. Кроме того, и варибельность этого показателя была выше, чем у литоральных мидий: от 0 до 50 %.

ЧСС как литоральных, так и сублиторальных мидий постепенно снижалась. Так, у литоральных моллюсков за 9 суток регистрации она понизилась на 29 % от начального уровня (Рис. 1). У сублиторальных животных понижение сердечной активности было большим - 45 % (Рис. 2).

На фоне общего постепенного снижения ЧСС наблюдались значительные колебания этого показателя со средним периодом порядка 17 ч у сублиторальных и 18 ч у литоральных мидий. Амплитуда колебаний варьировала от 0,055 до 0,150 Гц у сублиторальных и от 0,027 до 0,159 Гц у литоральных моллюсков.

Обращает на себя внимание пониженная варибельность ЧСС сублиторальных мидий. В данном случае, сердечная активность хорошо согласуется с природными условиями обитания моллюсков, поскольку литоральные мидии испытывают воздействие более широкого диапазона природных факторов. Отсюда и выраженная варибельность в вегетативных функциях.

Снижение ЧСС как литоральных, так и сублиторальных мидий по мере пребывания в лабораторных условиях, на наш взгляд, является следствием общего угнетения их функциональной активности из-за недостаточного питания. Подобный эффект в экспериментах на двустворчатых моллюсках отмечался ранее (Clausen, Riisgard, 1996). Однако это предположение без специальной проверки следует считать предварительным.

В данной работе мы не будем обсуждать периодичность и амплитуду обнаруженных колебаний ЧСС мидий. Анализ этих вопросов, потребовавший дополнительных материалов и специальной методологии, будет выполнен в другой работе авторов.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что сердечный ритм мидий хорошо зарекомендовал себя как инструмент по отслеживанию реакций моллюсков в зависимости от условий обитания. Можно предположить, что использование данной методики будет оправданно и при выборе других, абиотических и биотических факторов.

Работа выполнена при поддержке программы ОБН РАН «Оценка состояния и динамики важнейших биологических ресурсов, научные основы управления биоресурсами на уровне видов, сообществ и экосистем. Морские сообщества».

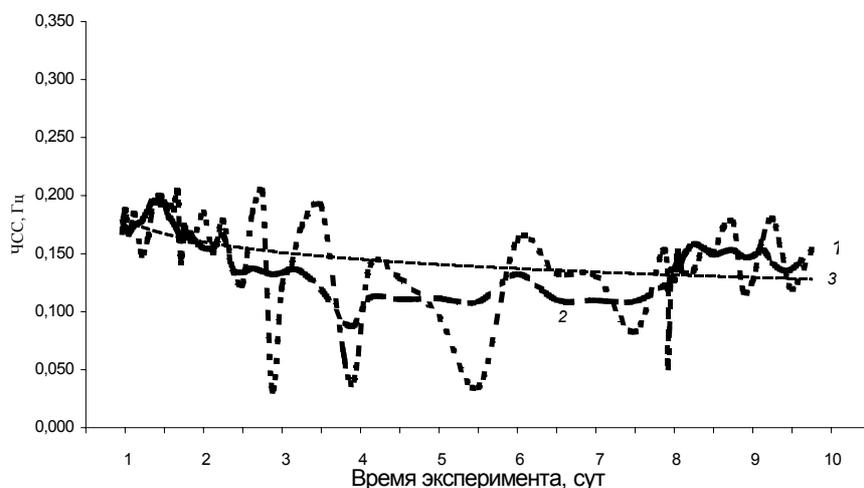


Рис. 1. Изменение ЧСС литоральных мидий во время эксперимента

1 – пунктир – значения ЧСС, 2 – точка-тире – скользящее среднее ЧСС; 3 – сплошная тонкая – линия тренда

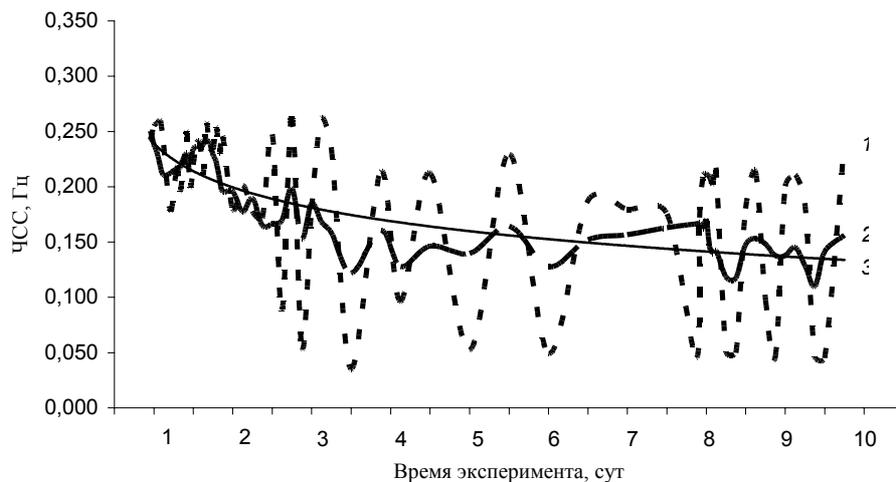


Рис. 2. Изменение ЧСС сублиторальных мидий во время эксперимента

1 – пунктир – значения ЧСС, 2 – точка-тире – скользящее среднее ЧСС; 3 – сплошная тонкая – линия тренда

Литература

- Лакин Г.Ф. Биометрия. 1990. М.: Высш. шк. 352 с.
- Проссер К.Л. Сравнительная физиология животных. В 3-х т. М.: Мир. 1977. Т. 2. 571 с.
- Berger V.J., Kharazova A.D. Mechanism of salinity adaptation in marine mollusks // *Hydrobiologia*. 1997. 355. P. 115-126.
- Bayne B.L. The responses of three species of bivalve mollusks to declining oxygen tension at reduced salinity // *Comp. Biochem Physiol.* 1973. 45A. P. 393-406.
- Clausen I., Riisgard H.U. Growth, filtration and respiration in the mussel *Mytilus edulis*: no evidence for physiological regulation of the filter-pump to nutritional needs // *Marine Ecology Progress Series*. 1996. 141. P. 37-45.
- Curtis T.M., Williamson R., Depledge M.H. Simultaneous, long-term monitoring of valve and cardiac activity in the blue mussel *Mytilus edulis* exposed to copper // *Mar. Biol.* 2000. Vol. 136, № 5. P. 837-846.
- De Pirro M., Santini G., Chelazzi G. Cardiac responses to salinity variations in two differently zoned Mediterranean limpets // *Journal of Comparative Physiology B*. 1999. Vol. 169, Is. 7. P. 501-506.
- Depledge M.H., Andersen B.B. A computer-aided physiological monitoring system for continuous, long-term recording of cardiac activity in selected invertebrates // *invertebrates // Comp. Biochem. Physiol.* 1990. P. 474-477.
- Dye A.H. Aerial and aquatic oxygen consumption in two siphonated limpets (Pulmonata: Siphonariidae) // *Comp. Biochem. Physiol.* 1987. 87A. P. 695-698.
- Kinne O. Salinity – animals – invertebrates. In: *Marine ecology*. London etc. Vol. 1, № 2. 1971. P. 820-995.
- Marshall D.J., McQuaid C.D. Effects of hypoxia and hyposalinity on the heart beat of the intertidal limpets *Patella granularis* (Prosobranchia) and *Siphonaria capensis* (Pulmonata) // *Comp. Bio-chem Physiol.* 1993. A. 106. P. 65-68.
- Newell R.C. *Biology of intertidal animals*. Marine Ecological Survey, Faversham. 1979. 123 p.
- Pickens P. Heart rate of mussels as a function of latitude, intertidal height and acclimation temperature // *Physiol. Zool.* 1965. Vol. 38, № 4. P. 390-405.
- Santini G., Williams G. A., Chelazzi G. Assessment of factors affecting heart rate of the limpet *Patella vulgata* on the natural shore // *Marine Biology*. 2000. V. 137, №2. P. 291-296.
- Segal E. Macrogeographic variation as a thermal acclimation in an intertidal mollusca // *Biol. Bull.* 1956. Vol. 111. №1. P. 129-152.
- Segal E. Acclimation in mollusks // *Amer. Zoologist*. 1961. Vol. 1, №2. P. 235-244.