

УДК 591.557.6: 593.92: 594.3

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИМБИОНТОВ И ХОЗЯЕВ НА ПРИМЕРЕ МОРСКИХ ЗВЕЗД *CULCITA NOVAEGUINEAE* И БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ *STILIFER VARIABILIS*

П. Ю. Дгебуадзе, Е. С. Мехова

*Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН,
Москва, Россия*

В ходе наблюдений за иглокожими в естественных условиях обитания (Южно-Китайское море, залив Нячанг) обнаружено необычное явление отторжения симбиотических брюхоногих моллюсков тканями хозяина – морской звезды. В дальнейшем были поставлены лабораторные эксперименты в аквариумах с целью выявить причину такого явления. Морские звезды *Culcita novaeguineae*, заселенные брюхоногими моллюсками *Stilifer variabilis*, содержались в течение 10 дней в аквариумах с отсутствием аэрации и постепенным повышением температуры воды. В результате выявлено необычное поведение галлообразующих симбиотических брюхоногих моллюсков: макушка раковины начинала сильнее торчать на поверхности тела хозяина, в некоторых случаях отмечено внезапное выметывание яйцевых капсул симбионтами. Однако, в отличие от естественных условий среды, моллюски-симбионты не погибали и не отторгались тканями хозяина. В дальнейшем планируется продолжить лабораторные эксперименты в аквариумах с большей выборкой морских звезд и их симбионтов, а также анализируя различные абиотические факторы среды (помимо температурного режима и содержания кислорода в воде).

Ключевые слова: коралловые рифы; симбиотические ассоциации; брюхоногие моллюски; морские звезды; Eulimidae; лабораторные эксперименты.

P. Yu. Dgebuadze, E. S. Mekhova. SOME FEATURES IN INTERACTIONS BETWEEN SYMBIONTS AND THEIR HOSTS AS EXEMPLIFIED BY STARFISH *CULCITA NOVAEGUINEAE* AND GASTROPODS *STILIFER VARIABILIS*

During the observations of echinoderms in the natural conditions (South China Sea, Nha Trang Bay), a peculiar phenomenon of the rejection of symbiotic gastropods by host-starfish tissues was discovered. Later on, laboratory experiments were carried out in aquariums in order to find the cause of this phenomenon. Starfish *Culcita novaeguineae* bearing gastropods *Stilifer variabilis* were kept for 10 days in aquariums with no aeration and a gradual increase in water temperature. As a result, an unusual behavior of gall-forming symbiotic gastropods was revealed: the apex of the shell began to stick more out of the surface of the host's body, and in some cases sudden ejection of egg capsules by the symbionts was noted. In contrast to the natural conditions, however, the symbionts neither died nor were totally rejected by the host's tissues. There are plans to continue aquarium-based laboratory experiments with a larger selection of starfish and their sym-

bionts, and to analyze various abiotic environmental factors (not only the temperature regime and the oxygen content in the water).

Key words: coral reefs; symbiotic associations; gastropods; echinoderms; Eulimidae; laboratory experiments.

Введение

Eulimidae – одно из самых крупных семейств брюхоногих моллюсков [Warén, 1983]. Все эулимиды ассоциированы с иглокожими, однако разные виды связаны со своим хозяином в разной степени. Моллюски из рода *Stilifer* заселяют морские звезды и обитают в галлах, сформированных тканями стенки тела хозяина. Представители вида *Stilifer variabilis* O. Boettger, 1893 являются одними из наиболее обычных паразитов тропических морских звезд *Culcita novaeguineae* Müller & Troschel, 1842 (рис. 1). Однако, несмотря на детально изученную морфологию этого вида, до сих пор нет данных о его жизненном цикле, влиянии и особенностях взаимодействия с хозяином. Большинство авторов не предполагает возможности открепления от хозяев этих животных, но нет и информации об обнаружении мертвых раковин в тканях иглокожих [Иванов, 1945; Грузов, 1965].

С другой стороны, сам способ обитания моллюска в тканях хозяина, очевидно, должен причинять ущерб морской звезде. У большинства

видов-хозяев имеются различные защитные механизмы (физиологические и поведенческие), позволяющие избавляться от паразитов. В случае же заражения морских звезд моллюсками из рода *Stilifer* представляется, что хозяин не в состоянии освободиться от симбионтов. Однако в 2014 году в ходе экспедиции от Российско-Вьетнамского Тропического центра при сборе материала в Южно-Китайском море (Южный Вьетнам) были обнаружены две морские звезды *Culcita novaeguineae* с крупными моллюсками *Stilifer variabilis*, не погруженными в ткани, а лежавшими полностью открыто на поверхности хозяина, не прикрепившись к нему. По данным наручного водолазного компьютера была отмечена довольно высокая температура воды (29 °C). Содержание растворенного кислорода в воде, а также другие абиотические факторы не регистрировались ввиду отсутствия соответствующих приборов. Предполагалось, что повышение температуры могло спровоцировать гибель моллюсков и отторжение их тканями хозяина. Чтобы проверить это, была смоделирована такая ситуация в условиях аквариума.



Рис. 1. Брюхоногие моллюски *Stilifer variabilis* в галлах, сформированных в тканях морских звезд *Culcita novaeguineae*

Fig. 1. Gastropods *Stilifer variabilis* in galls formed in tissues of the starfish *Culcita novaeguineae*

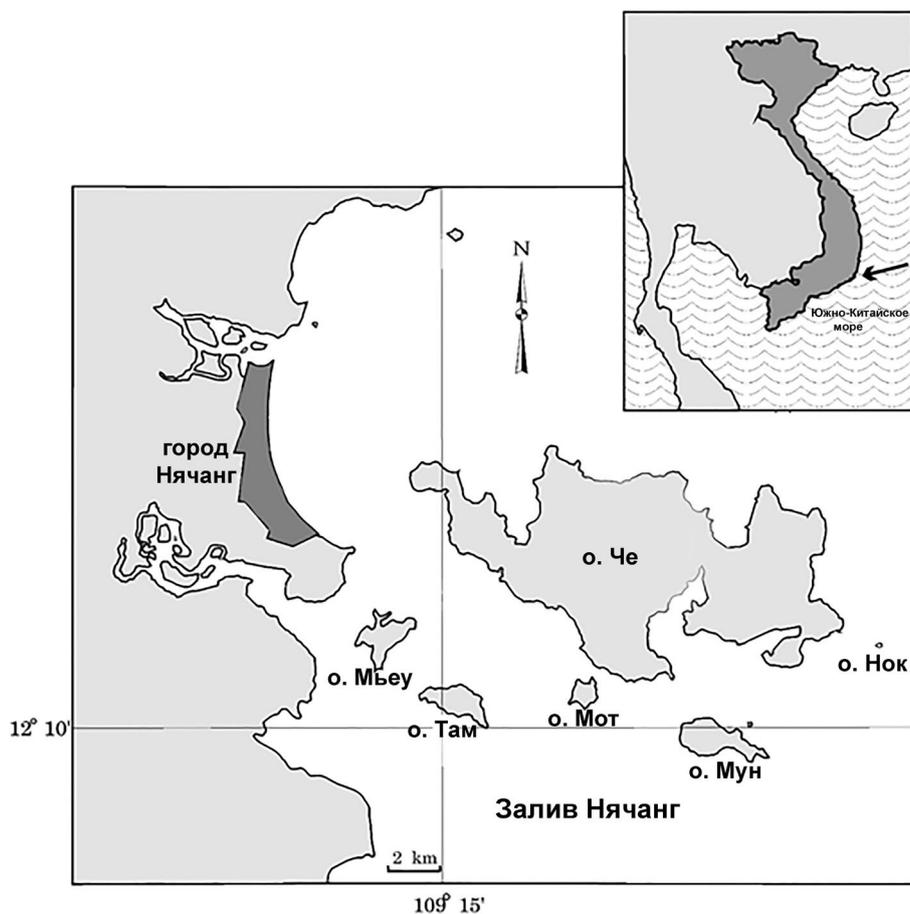


Рис. 2. Карта-схема места сбора материала для лабораторных наблюдений
 Fig. 2. Schematic map of the sampling site for laboratory observations

Материалы и методы

Лабораторные эксперименты выполнены на базе Приморского отделения Российско-Вьетнамского Тропического центра. Наблюдения проводились за моллюсками *Stilifer variabilis*, ассоциированными с морскими звездами *Culcita novaeguineae*.

Морские звезды, заселенные эулимидами, собраны с помощью легкого водолазного снаряжения в заливе Нячанг (Южно-Китайское море) на глубинах 5–15 м (рис. 2). Во время сборов по показаниям наручного водолазного компьютера зафиксирована температура воды 26–27 °С. Далее животные были транспортированы в лабораторию и помещены в индивидуальные аквариумы (размеры аквариумов слегка варьировали: 27×27×27 см, 34×26×26 см, 27×27×25 см). Средний размер морских звезд составил 11,6 см (измерялось расстояние от края луча до ротового отверстия морской звезды (R)). В каждом аквариуме присутствовала аэрация. Температура воды измерялась термометром. Другие абиотические факторы не фиксировались.

После суток акклиматизации подача воздуха была снижена, чтобы спровоцировать повышение температуры и вызвать недостаток кислорода. Температура воды в экспериментальных аквариумах составляла 28–29 °С. Вода заменялась один раз в два дня для снижения концентрации в ней продуктов обмена и для повышения содержания кислорода. В ходе эксперимента два раза в сутки (утром и вечером) фиксировалось состояние морских звезд и их симбионтов. Продолжительность экспериментов составила 10 дней. После эксперимента морские звезды были возвращены в естественные условия. Всего в работе участвовали три морские звезды *Culcita novaeguineae* (рис. 3).

При наблюдениях наиболее важными были следующие предположения, которые требовалось проверить:

- 1) повышение температуры сильнее сказывается на симбионтах, чем на хозяевах;
- 2) после гибели моллюска происходит его отторжение тканями хозяина (то есть галл открывается, и раковина моллюска выпадает во внешнюю среду);



Рис. 3. Морская звезда *Culcita novaeguineae* в естественных условиях обитания и экспериментальные морские звезды в аквариумах

Fig. 3. Starfish *Culcita novaeguineae* in natural conditions and experimental starfish in aquariums

3) все эти процессы не приводят к гибели самого хозяина.

Результаты и обсуждение

В ходе аквариумных наблюдений на 2-е сутки эксперимента один из симбиотических моллюсков из морской звезды № 3 массово выметал яйцевые капсулы, окруженные большими тяжами слизи, отходящими от отверстия галла. При этом никаких механизмов, позволяющих им задержаться на поверхности тела хозяина,

отмечено не было. Симбионты других морских звезд (№ 1 и № 2) стали лишь сильнее торчать из стенок тела хозяев, но не оторгались ими и полностью сохраняли жизнеспособность (рис. 4).

На 4–5-е сутки от недостатка кислорода морские звезды стали чаще подниматься к урезу воды и выделять значительное количество слизи на поверхности тела. Все моллюски оставались в галлах, однако у некоторых из них отверстия становились шире, а симбионты делались более заметными – из отверстия пока-



Рис. 4. Моллюск *Stilifer variabilis*, сильно торчащий из галла на поверхности тела хозяина, и выметанные яйцевые капсулы

Fig. 4. Mollusk *Stilifer variabilis* strongly protruding from the gall on the host surface and swept egg capsules

зывалась не только макушка раковины, но и несколько последующих оборотов. При любом механическом воздействии раковины моллюсков втягивались внутрь галла.

Вероятно, такое поведение паразитов связано с уменьшением количества кислорода (падение растворимости при повышении температуры) в воде. Большое раскрытие галла увеличивает водообмен с внешней средой, однако делает при этом паразита более уязвимым.

На 9–10-е сутки (к моменту завершения эксперимента) лишь один из симбионтов (из морской звезды № 3) полностью показался на поверхности тела хозяина, но не погиб и не отторгся тканями морской звезды. Все другие симбиотические моллюски были по-прежнему относительно плотно погружены в мягкие ткани своих хозяев. Активное выделение слизи на поверхности тела морских звезд продолжалось до самого конца экспериментальных наблюдений. Температура воды в аквариумах составляла 29 °С.

Заключение

Таким образом, в ходе лабораторных экспериментов мы не выявили гибели симбиотических брюхоногих моллюсков *Stilifer variabilis* и полного их отторжения из тканей хозяина. Однако проявленное поведение – макушка раковины начинала сильнее торчать на поверхности тела хозяина при изменении условий

окружающей среды, в некоторых случаях было отмечено внезапное выметывание яйцевых капсул симбионтами – в целом вписывается в предположения. В отличие от полевых наблюдений, в аквариумах моллюски-симбионты сохраняли свою жизнеспособность до конца эксперимента. Возможно, гибель симбионта происходит при более длительном воздействии повышенной температуры (и связанным с этим обеднением воды растворенным кислородом). Полученные в ходе наблюдений данные позволяют допустить, что температурный режим дает возможность контролировать численность паразитических моллюсков. Кроме того, можно предполагать у зараженных морских звезд предпочтение мест обитания с повышенной температурой для избавления от части паразитов. Однако эти соображения требуют более детальной проверки как в естественных условиях, так и в условиях аквариумных экспериментов с учетом анализа различных абиотических факторов.

Авторы выражают благодарность дирекциям и сотрудникам Приморского отделения Российско-Вьетнамского Тропического центра за предоставленную возможность проведения исследования по данной теме; д. б. н. Т. А. Бригаеву, д. б. н. Ю. И. Кантору, а также всем коллегам за помощь и интересную совместную работу в море и лаборатории.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-04-00340 а.

Литература

Грузов Е. Н. Приспособление брюхоногих моллюсков к паразитизму // Зоол. журн. 1965. № 64(11). С. 1620–1629.

Иванов А. В. Новый эндопаразитический моллюск *Parenteroxenos dogieli* nov. gen., nov. sp. // ДАН. 1945. № 48(6). С. 477–480.

Warén A. A generic revision of the family Eulimidae (Gastropoda, Prosobranchia) // The Journal of Molluscan Studies. 1983. Suppl. 13. P. 1–96.

Поступила в редакцию 22.03.2018

References

Gruzov E. N. Prispособlenie bryukhonogikh mollyuskov k parazitizmu [The adaptation of gastropods to parasitism]. *Zool. zhurn.* [Zool. J.]. 1965. No. 64(11). P. 1620–1629.

Ivanov A. V. Novyi endoparaziticheskii mollyusk *Parenteroxenos dogieli* nov. gen., nov. sp. [New endoparasitic mollusk *Parenteroxenos dogieli* nov. gen., nov.

sp.]. *DAN* [Proceed. of the USSR Acad. of Sci.]. 1945. No. 48(6). P. 477–480.

Warén A. A generic revision of the family Eulimidae (Gastropoda, Prosobranchia). *J. of Molluscan Studies*. 1983. Suppl. 13. P. 1–96.

Received March 22, 2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дгебуадзе Полина Юрьевна

научный сотрудник, к. б. н.
Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова РАН
Ленинский проспект, 33, Москва, Россия, 119071
эл. почта: p.dgebuadze@gmail.com

Мехова Елена Сергеевна

научный сотрудник, к. б. н.
Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова РАН
Ленинский проспект, 33, Москва, Россия, 119071
эл. почта: elena.mehova@gmail.com

CONTRIBUTORS:

Dgebuadze, Polina

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Sciences
33 Leninsky Pr., 119071 Moscow, Russia
e-mail: p.dgebuadze@gmail.com

Mekhova, Elena

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Sciences
33 Leninsky Pr., 119071 Moscow, Russia
e-mail: elena.mehova@gmail.com