

УДК 574.589(597)

**ВЗАИМОСВЯЗЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
СПОНГИОБИОНТНОГО СООБЩЕСТВА И РАЗМЕРА ХОЗЯИНА
НА ПРИМЕРЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ГУБКИ
HALICLONA FASCIGERA (DEMOSPONGIAE: HAPLOSCLERIDA)**

А. М. Соколова, И. Н. Марин

*Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
Россия, 119071, Москва, Ленинский просп., 33
E-mail: enfado@ya.ru*

Поступила в редакцию 04.06.14 г.

Взаимосвязь биоразнообразия спонгиобионтного сообщества и размера хозяина на примере симбиотического комплекса губки *Haliclona fascigera* (Demospongiae: Haplosclerida). – Соколова А. М., Марин И. Н. – На тропических сублиторальных губках *Haliclona fascigera* в заливе Нячанг (Вьетнам) обнаружено 28 видов животных, из которых минимум 10 являются облигатными спонгиобионтами. Показано, что видовое богатство симбиотического сообщества возрастает с увеличением объёма губки, в то время как для индекса разнообразия и выравнинности сообщества чёткой корреляции не обнаружено, что даёт основания считать сообщества на небольших губках полностью сформированными за счёт вклада специфичных спонгиобионтов.

Ключевые слова: Porifera, *Haliclona fascigera*, симбиоз, симбионты губок, спонгиобионты, Вьетнам.

The relationship between biodiversity of symbiotic community and host's size in the case of the sponge *Haliclona fascigera* (Demospongiae: Haplosclerida) and its inhabitants. – Sokolova A. M. and Marin I. N. – The community of macroscopic animals associated with *Haliclona fascigera* in the Nhatrang Bay (Vietnam) is represented by at least 28 species, 10 of which are obligate sponge-dwellers. The number of such species positively correlates with the volume of the host while Shannon's index does not. It can be supposed that inhabitants of small sponges form complete community as well as large-hosts dwellers because of specific sponge symbionts contribution.

Key words: Porifera, *Haliclona fascigera*, symbiosis, sponge-associated animals, Vietnam.

ВВЕДЕНИЕ

Заселяя все глубины Мирового океана от литорали до ультраабиссали, морские губки (Porifera) предоставляют условия для обитания многочисленных животных различных таксонов. Благодаря сложной трёхмерной структуре морские губки являются богатейшим бентическим биотопом после коралловых рифов (Bacescu, 1971). Во внутренних полостях губок симбиотические животные способны укрываться от хищников (Henkel, Pawlik, 2005; Huang et al., 2008), а их ткани могут служить источником пищи для симбионтов (Đuriš et al., 2011).

В заливе Нячанг Южно-Китайского моря более 30 лет проводится комплексное исследование биологического разнообразия морских экосистем (Benthic fauna..., 2007, 2012), в том числе симбиотического населения различных морских беспозвоночных (например, Marin, 2007, 2008, 2009), однако роль губок как центральных членов консорциев изучена недостаточно. Подходящим объектом для ис-

следования спонгиобионтных сообществ послужил комплекс животных, ассоциированный с крупной сублиторальной губкой *Haliclona fascigera* (Hentschel, 1912) (Demospongiae: Haplosclerida). В данной работе представлены основные данные об ассоциации – видовой состав и связь характеристик симбиотического сообщества с объёмом (в данном случае принятого за размер) хозяина.

Стоит оговориться, что под симбиотическим сообществом в этой работе подразумевается ассоциация сосуществующих на губке видов без рассмотрения связей между ними.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал собран в заливе Нячанг (южный Вьетнам) во время водолазных погружений в трёх точках: вблизи островов Дун (12°17'6"N, 109°21'54"E), Мун (12°10'10"N, 109°18'54"E) и Нок (12°11'22"N, 109°20'34"E) в 2009, 2012 и 2013 гг. Для измерения внутреннего объема губку оборачивали полиэтиленовой плёнкой так, чтобы она плотно прилегалла к поверхности, затем помещали в сосуд с водой и замечали количество вытесненной жидкости (в мл). Материал представлен сывами с 46 губок объёмом от 100 до 3000 мл (17, 10 и 19 губок собраны у островов Дун, Мун и Нок соответственно).

Статистическая обработка проведена при помощи стандартного пакета программ Windows Excel, Past, Statistica. При количественной обработке не учитывались копеподы *Asterocheres* sp. (Copepoda: Siphonostomatidae), полихеты *Polydorella dawydoffi* Radashevsky, 1996 (Polychaeta: Spionidae), трудно поддающиеся подсчёту, и брюхоногие моллюски семейства Triphoridae. Всего обработано 1552 животных. Губку также населяют несколько неидентифицированных видов мелких полихет, амфипод и копепод, не принятых в расчёт при количественной и качественной обработке.

В качестве меры разнообразия сообщества использованы широко употребляемые индекс Шеннона ($H' = -\sum n_i \ln n_i$, где n_i – доля особей i -го вида) и показатель выравненности ($J' = H' / \ln S$, где S – количество видов), характеризующий однородность видового комплекса.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Состав сообщества. Симбиотическое сообщество, населяющее *H. fascigera*, включает в себя минимум 28 видов животных, большинство из которых представлено в таблице. Помимо них на губке, как и на других субстратах, встречается ряд неидентифицированных видов офиур и морских пауков, голотурий, голожаберных моллюсков, раков-отшельников и мелких свободноживущих крабов.

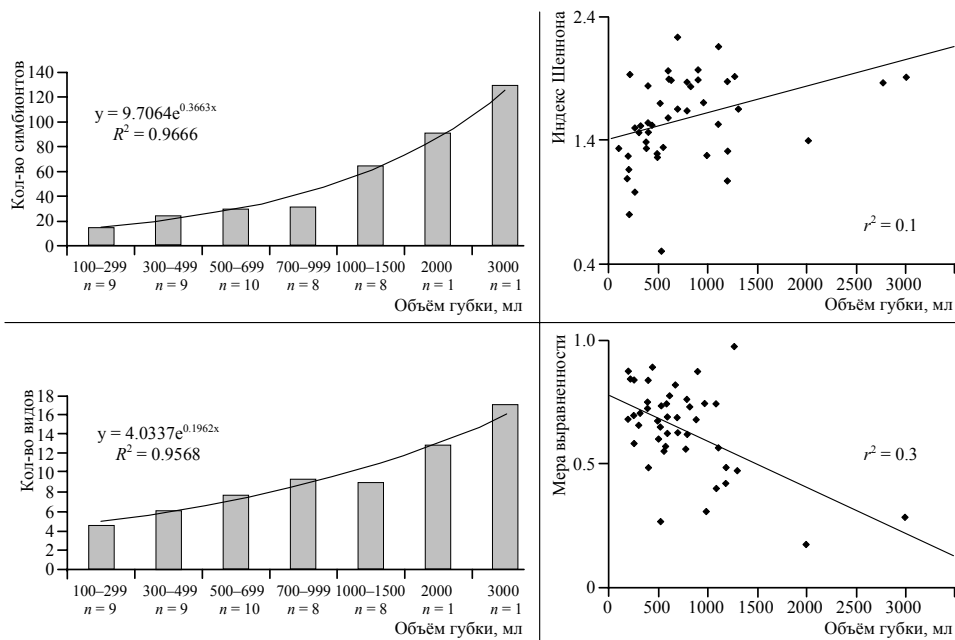
Сведения об основных обитателях *H. fascigera*

Название вида	Таксономическая принадлежность
1	2
<i>Polydorella dawydoffi</i> Radashevsky, 1996	Polychaeta: Spionidae
<i>Costatophora serrana</i> (Fischer, 1927)	Caenogastropoda: Triphoridae
<i>Costatophora iniqua</i> (Jousseaume, 1898)	Caenogastropoda: Triphoridae

Окончание таблицы

1	2
Gen. sp. 1	Caenogastropoda: Triphoridae
Gen. sp. 2	Caenogastropoda: Triphoridae
<i>Asterocheres</i> sp.	Copepoda: Siphonostomatoida
<i>Thaumastocaris streptopus</i> Kemp, 1922	Decapoda: Caridea: Palaemonidae
<i>Periclimenes incertus</i> Borradaile, 1915	Decapoda: Caridea: Palaemonidae
<i>Pilumnus</i> sp.	Decapoda: Brachyura: Pilumnidae
<i>Lauriea</i> sp.	Decapoda: Anomura: Galatheididae
<i>Galathea</i> sp.	Decapoda: Anomura: Galatheididae
<i>Lissoporcellana</i> sp.	Decapoda: Anomura: Galatheididae
<i>Ophiothrix exigua</i> Lyman, 1874	Ophiuroidea: Ophiotrichidae
<i>Macrophiothrix nereidina</i> Lamarck, 1816	Ophiuroidea: Ophiotrichidae
<i>Ophiactis savignyi</i> Muller & Troschel, 1842	Ophiuroidea: Ophiactidae
<i>Pleurosicya</i> sp.	Osteichthys: Gobiidae

Зависимость характеристик сообщества от объёма хозяина. Общее число видов и количество симбионтов положительно коррелирует с размером хозяина, тогда как индексы биоразнообразия и выравненности сообщества (J') не имеют чёткой связи с объёмом губки. На рисунке показана зависимость между объёмом хозяина и параметрами симбиотического комплекса – количеством видов и особей симбионтов.



Связь параметров симбиотического сообщества с объёмом губки (H' – индекс Шеннона, J' – мера выравненности)

ОБСУЖДЕНИЕ

На основе литературных и оригинальных данных из общего числа симбионтов, обнаруженных на губке, выделен ряд животных, являющихся облигатными спонгиобионтами (см. таблицу). Так, креветки *T. streptopus* и *P. incertus* известны как облигатные симбионты губок (Chase, Bruce, 1993). Крабы, по всей видимости, являются представителями неопisanного вида рода *Pilumnus*, однако частота их встречаемости (100%) не оставляет сомнений в облигатной природе симбиоза этих крабов с *H. fascigera*. Другие ассоциированные с *H. fascigera* животные, чей образ жизни, согласно литературным данным, связан с губками – это полихеты *Polydorella dawydoffi*, брюхоногие моллюски семейства Triphoridae (Marshall, 1983), копеподы рода *Asterocheres* (не исключительно спонгиобионтный род, однако богатый ассоциированными с губками видами) (Mariani, Uriz, 2001), галатеиды рода *Lauriea* (сборы других видов этого пока немногочисленного рода производились преимущественно с губок) (Macpherson, Robainas-Barcia, 2013). Симбиотический образ жизни известен для галатеид рода *Lissoporcellana* (симбионты губок, кораллов, гидроидов) (Haig, 1978), *Galathea* (симбионты кораллов и морских лилий) (Baeza, 2011) и рыб-бычков рода *Pleurosicya* (являются поликсенными симбионтами по данным интернет-базы FishBase). По-видимому, последних перечисленных животных стоит рассматривать как факультативных симбионтов *H. fascigera*, так как *Lissoporcellana* sp. встречена в единственном экземпляре, *Galathea* sp., вероятнее всего, является симбионтом соседних с губкой кораллов, а бычки способны менять хозяина.

Офиуры *Macrothrix nereidina*, *Ophiothrix exigua*, *Ophiactis savignyi*, обнаруженные на *H. fascigera*, не являются облигатными симбионтами (так как часто встречаются на неживых субстратах (например, Price, Rowe, 1996)), но имеют тенденцию к сожительству с крупными прикрепленными организмами, т. е. могут считаться факультативными симбионтами. Остальные участники ассоциации рассмотрены как случайные симбионты, так как были замечены на других субстратах (Марин И. Н., личн. сообщ.) и имели, в отличие от офиур, очень низкую экстенсивность заселения *H. fascigera*.

Таким образом, по предварительным данным, из 28 обнаруженных видов 10 видов специфичны для губок, 6 видов являются факультативными спонгиобионтами, а 12 видов – случайными обитателями губок. На других губках видовое богатство ассоциированного сообщества может быть выше, а доля облигатных симбионтов, особенно спонгиобионтов, – значительно ниже вплоть до полного отсутствия (Long, 1968; Frith, 1976; Peattie, Hoare, 1979; Wendt et al., 1985; Voultsiadou-Koukoura et al., 1987; Villamizar, Laughlin, 1991; Duarte, Nalesso, 1996; Çinar et al., 2002). Во многом показатели специфичности спонгиобионтного сообщества зависят от широты обитания губки, увеличиваясь в тропических водах и снижаясь в умеренной зоне (Klitgaard, 1995).

На основании полученных данных можно утверждать, что **число видов (видовое богатство)** и **количество симбионтов** явно коррелируют с объемом хозяина – губки *H. fascigera*. Эти выводы соответствуют данным других исследователей (Uebelacker, 1977; Westingia, Hoetjes, 1981; Koukouras et al., 1992, 1996; Gherardi et

al., 2001; Riberio et al., 2003; Abdo, 2007; Palpandi et al., 2007). Позитивную корреляцию можно интерпретировать как увеличение ёмкости среды для ассоциированных животных с возрастанием размера полости *H. fascigera*. Связь количества симбионтов с объёмом хозяина означает полноценное использование жилого пространства внутри губки. Кроме того, подобная взаимосвязь позволяет судить об объёме губки как о более сильном факторе, оказывающем влияние на симбионтов, чем другие (гидродинамические условия внешней среды, конкуренция в сообществе спонгиобионтов, морфология губки, субстрат и др.). Авторы ряда работ стали кивались с обратной ситуацией, не обнаружив связи между объёмом изученных губок и количеством или числом видов спонгиобионтов (Long, 1968; Pansini, 1970; Firth, 1976; Koukouras et al., 1985; Voultsiadou-Koukoura et al., 1987; Klitgaard, 1995; Duarte, Nalesso, 1996; Çinar et al., 2002; Huang et al., 2008; Padua et al., 2013). При этом **разнообразие сообщества** не имеет выраженной корреляции с объёмом хозяина, а показатели **выравненности сообщества** показывают только тенденцию к снижению с увеличением размера губки. На основании этих данных можно считать, что даже на некрупных хозяевах симбиотическое сообщество уже сформировано, что связано с его высокой специфичностью: на губках большого размера видовое богатство ассоциации велико за счёт животных, не являющихся спонгиобионтами.

Авторы благодарны дирекции Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН и Российско-Вьетнамского тропического центра, а также лично доктору биологических наук Т. А. Бритаеву за предоставленную возможность проведения работ во Вьетнаме.

Работа выполнена на базе Совместного Российско-Вьетнамского научно-исследовательского и технологического тропического центра при частичной финансовой поддержке Гранта Президента РФ (проект № МК-4481.2014.4) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-04-00540-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Abdo D. A. Endofauna differences between two temperate marine sponges (Demospongiae : Haplosclerida : Chalinidae) from southwest Australia // *Mar. Biol.* 2007. Vol. 152. P. 845 – 854.
- Bacescu M. Les spongiaires : un des plus interessants biotopes benthiques marins // *Rapports de la Commission International de la Mer Merditerranere*. 1971. Vol. 20. P. 239 – 241.
- Baeza J. A. 8. Squat lobsters as symbionts and in chemo-autotrophic environments // *The Biology of Squat Lobsters* / ed. G. C. B. Poore. Melbourne : CSIRO Publ., 2011. P. 249 – 270.
- Benthic fauna of the Bay of Nhatrang, Southern Vietnam. Moscow : KMK Scientific Press, 2007. Vol. 2. 258 p.
- Benthic fauna of the Bay of Nhatrang, Southern Vietnam / eds. T. A. Britayev, D. S. Pavlov. Moscow : KMK Scientific Press, 2012. Vol. 2. 492 p.
- Chace F. A., Bruce A. J. The Caridean Shrimps (Crustacea : Decapoda) of the Albatross Philippine Expedition 1907 – 1910, Part 6 : Superfamily Palaemonoidea // *Smithsonian Contributions to Zoology*. 1993. Vol. 543. P. 1 – 152.
- Çinar M. E., Katakun T., Ergen Z., Sergin M. Zoobenthos-inhabiting *Sarcotragus muscarum* (Porifera : Demospongiae) from the Aegean Sea // *Hydrobiologia*. 2002. Vol. 482. P. 107 – 117.
- Duarte L. F. L., Nalesso R. C. The Sponge *Zygomyscale parishii* (Bowerbank) and its Endobiotic Fauna // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 1996. Vol. 42, № 2. P. 139 – 151.

- Đuriš Z., Horká I., Juračka P. J., Petrusek A., Sandford F. These squatters are not innocent : the evidence of parasitism in sponge-inhabiting shrimps // PloS one. 2011. Vol. 6, №. 7. P. 21987.
- Frith D. W. Animals associated with sponges at North Hayling, Hampshire // Zoological J. of the Linnean Society. 1976. Vol. 58. P. 353 – 362.
- Gherardi M., Giangrande A., Corriero G. Epibiontic and endobiontic polychaetes of *Geodia cydonium* (Porifera, Demospongiae) from the Mediterranean Sea // Hydrobiologia. 2001. Vol. 443. P. 87 – 101.
- Haig J. Contribution toward a revision of the porcellanid genus *Porcellana* (Crustacea : Decapoda : Anomura) // Proceedings of the Biological Society of Washington. 1978. Vol. 91, № 3. P. 706 – 714.
- Henkel T. P., Pawlik J. R. Habitat use by sponge-dwelling brittlestars // Marine Biology. 2005. Vol. 146. P. 301 – 313.
- Huang J. P., McClintock J. B., Amsler C. D., Huang Y. M. Mesofauna associated with the marine sponge *Amphimedon viridis*. Do its physical or chemical attributes provide a prospective refuge from fish predation? // J. Experimental Marine Biology and Ecology. 2008. Vol. 362, № 2. P. 95 – 100.
- Klitgaard A. B. The fauna associated with outer shelf and upper slope sponges (Porifera, Demospongiae) at the Faroe Islands, Northeastern Atlantic // Sarsia. 1995. Vol. 80. P. 1 – 22.
- Koukouras A., Russo A., Voultsiadou-Koukoura E., Dounas C., Chintiroglou C. Relationship of sponge macrofauna with the morphology of their hosts in the North Aegean Sea // Intern. Review Hydrobiology. 1992. Vol. 77, № 4. P. 609 – 619.
- Koukouras A., Russo A., Voultsiadou-Koukoura E., Arvanitidis C. Macrofauna associated with sponge species of different morphology // Marine Ecology. 1996. Vol. 17, № 4. P. 569 – 582.
- Koukouras A., Voultsiadou-Koukoura E., Chintiroglou H., Dounas C. A comparison of the macrobenthic animal assemblages associated with seven sponge species // Cahiers de Biologie Marine. 1985. Vol. 26, № 3. P. 301 – 319.
- Long E. R. The Associates of Four Species of Marine Sponges of Oregon and Washington // Pacific Science. 1968. Vol. 22. P. 347 – 351.
- Macpherson E., Robainas-Barcia A. A new genus and some new species of the genus *Lauriea* Baba, 1971 (Crustacea, Decapoda, Galatheididae) from the Pacific and Indian Oceans, using molecular and morphological characters // Zootaxa. 2013. Vol. 2. P. 136 – 160.
- Mariani S., Uriz M.-J. Copepods of the genus *Asterocheres* (Copepoda : Siphonostomatoida) feeding on sponges: behavioral and ecological traits // Invertebrate Biology. 2001. Vol. 120, № 3. P. 269 – 277.
- Marin I. N. Pontoniine shrimps (Caridea: Palaemonidae, Pontoniinae) inhabiting boring sponges (Demospongia : Porifera) in Vietnam with description of three new species // Zoologische Mededelingen. 2007. Vol. 81. P. 217 – 240.
- Marin I. N. Description of two new species from genera *Palaemonella* Dana, 1852 and *Vir* Holthuis, 1952 (Caridea : Palaemonidae : Pontoniinae) // Zoologische Mededelingen. 2008. Vol. 82. P. 375 – 390.
- Marin I. N. A review of pontoniine shrimp genus *Rapipontonia* Marin, 2007 (Decapoda : Caridea : Palaemonidae), with the description of a new species from the Indo-West Pacific // Zootaxa. 2009. Vol. 2289. P. 1 – 17.
- Marshall B. A. A revision of the Recent Triphoridae of southern Australia (Mollusca : Gastropoda) // Records of the Australian Museum. 1983. Vol. 2. Suppl. P. 1 – 119.
- Padua A., Lanna E., Klautau M. Macrofauna inhabiting the sponge *Paraleucilla magna* (Porifera : Calcarea) in Rio de Janeiro, Brazil // J. of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 2013. Vol. 93, № 4. P. 889 – 898.

Palpandi C., Ananthan G., Shanmugam A. Cryptofaunal associates of *Spirastrella inconstans* (Dendy) and *S. inconstans* var. *digitata* (Dendy), the coral reef sponges of Palk Bay // J. of Fisheries and Aquatic Sciences. 2007. Vol. 2, № 1. P. 71 – 76.

Peattie M. E., Hoare R. The sublittoral ecology of the Menai Strait. I. Temporal and spatial variation in the fauna and flora along transect // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 1979. Vol. 9. P. 663 – 675.

Price A., Rowe W. Indian Ocean echinoderms collected during the Sindbad Voyage (1980 – 81) : 3. Ophiuroidea and Echinoidea // Bull. of the Natural History Museum. Zoology Ser. 1996. Vol. 62, № 2. P. 71 – 82.

Riberio S. M., Omena E. P., Muricy G. Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2003. Vol. 57. P. 951 – 959.

Uebelacker J. M. Cryptofaunal species/area relationship in the coral reef sponge *Gelliodes digitalis* // Third Intern. Coral Reef Symp. 1977. Vol. 1. P. 69 – 73.

Villamizar E., Laughlin R. A. Fauna Associated with the Sponges *Aplysina archeri* and *Aplysina lacunosa* in a Coral Reef of the Archipelago de Los Roques, National Park, Venezuela // Fossil and Recent Sponges / eds. J. Reitner, H. Keupp. Berlin : Springer, 1991. P. 522 – 542.

Voultsiadou-Koukoura H. E., Koukouras A., Eleftheriou A. Macrofauna associated with the sponge *Verongia aerophoba* in the North Aegan Sea // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 1987. Vol. 24. P. 265 – 278.

Wendt P.H., van Dolah R., O'Rourke C. B. A comparative study of the invertebrate macrofauna associated with seven sponge and coral species collected from the south atlantic bight // J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 1985. Vol. 101, № 3. P. 187 – 203.

Westinga E., Hoetjes P. C. The intrasponge fauna of *Spheciospongia vesparia* (Porifera, Demospongiae) at Curacao and Bonaire // Marine Biology. 1981. Vol. 62. P. 139 – 150.