

ПИТАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ-ПОПУГАЕВ (SCARIDAE) НА БУРЫХ МАСЛЯНИСТЫХ КОРАЛЛОВЫХ ПЕСКАХ В ЗАЛИВЕ НЯЧАНГ (ЮЖНО-КИТАЙСКОЕ МОРЕ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВЬЕТНАМ)

Д.А. Астахов, Ф.В. Сапожников

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Москва,
Нахимовский проспект, д. 36,
e-mail: dmastakhov@rambler.ru, fil_aralsky@mail.ru

Статья поступила в редакцию 10.11.2018, одобрена к печати 10.12.2018

Два вида рыб-попугаев (*Scarus psittacus* и *S. rivulatus*) впервые были отмечены питающимися на бурых коралловых песках во время пищевой миграции вдоль рифа о-ва Мун в зал. Нячанг. Наиболее интенсивное питание этих видов на песках было зафиксировано в диапазоне глубин 8–10 м, хотя отдельные экземпляры питались до глубины 15 м. Бентические микрофитные сообщества (микрофитобентос), обильно развивающиеся на поверхности кораллового песка в местах питания рыб-попугаев, придают ему характерную бурю окраску. В интервале глубин 8–10 м был отмечен переход от верхнесублиторальных ценозов, сформированных преимущественно мелкими формами диатомей, к ценозам средней сублиторали, где ведущие роли принадлежали крупным видам. Кроме того, во всех изученных сообществах были в изобилии отмечены крупнотрихомные формы цианопрокариот. Маслянистый характер пятен обусловлен выделением большого количества нейтральных липидов из клеток диатомей, отмирающих в результате высокой конкуренции, поскольку плотность развития микрофитов здесь очень высока. Поедая песок из таких бурых пятен, рыбы-попугаи заглатывают его вместе с огромным количеством диатомей и цианобактерий, представляющих для них существенную пищевую ценность (рыбы питаются «салатом» из микроводорослей, богатым диатомовым маслом и белками цианопрокариот). Таким образом, зона наиболее интенсивного питания рыб-попугаев на бурых коралловых песках (8–10 м) характеризуется наибольшим видовым и размерным разнообразием микрофитов и высокой их концентрацией.

Ключевые слова: питание рыб-попугаев, Scaridae, диатомей, цианопрокариоты, микрофитобентос, коралловые пески, зал. Нячанг, Вьетнам

Рыбы-попугаи (сем. Scaridae) относятся к одному из 6 ключевых индикаторных семейств рифовых рыб (Allen, Werner, 2002; Allen, Adrim, 2003). Представители этого семейства характеризуются сросшимися в 4 пластины челюстными зубами (у рода *Calotomus* зубы срастаются не полностью и видны с наружной стороны зубных пластин), мощными молярными глоточными зубами, предназначенными для перетирания кальцифицированного материала, отсутствием желудка и очень длинным кишечником (Bellwood, 1994, 2001). Питание рыб-попугаев весьма специфично: в пищевой рацион наиболее крупных представителей семейства (*Bolbometopon muricatum* и крупные терминальные самцы других родов) входят мяг-

кие ткани склерактиниевых кораллов вместе с фрагментами известкового скелета (Choat, Randall, 1986; Bellwood, 1994); в основном же рационы рыб-попугаев состоят из водорослей разных групп, включая талломные (*Sargassum* spp. и др.), инкрустирующие кораллиновые и нитчатые, с примесью кальцитного материала, детрита и седиментов (Harmelin-Vivien et al., 1992; Wilson et al., 2003; Wismer et al., 2009; Chong-Seng et al., 2014; Steneck et al., 2017). Некоторые виды (например, *Leptoscarus vaigiensis*) специализируются преимущественно на питании морскими травами и, в меньшей степени, саргассовыми водорослями (Chong-Seng et al., 2014). Питание рыб-попугаев бурыми коралловыми песками, содержащими большое количество одноклеточных водорослей с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот и цианобактериями, в литературе не отмечалось.

Материал и методики

Наблюдения за процессом питания и фотографирование различных видов рыб-попугаев проводились первым автором водолазным методом в рамках программы изучения рифовых рыб залив Нячанг Российско-вьетнамского тропического научно-исследовательского и технологического центра в мае–июле 2008 г., в мае 2010 г. и в июне 2018 г. В июне 2018 г. первым автором были отобраны пробы кораллового песка на глубинах 8.1, 8.6 и 10.0 м вдоль северного побережья о-ва Мун, в точках, где было отмечено массовое питание рыб-попугаев на бурых коралловых песках. Поверхностный слой грунта в точках отбора представлял собой смесь средне- и мелкозернистого ракушечно-кораллового песка с низкой степенью заиления. Пробы отбирали в местах локализации бурых пятен методом забора горлышком банки из ПЭТФ дорожки песка длиной 5 см с заглублением в грунт на 0.5–1.0 см. Банки завинчивали крышками сразу же, на поверхности грунта. На борту судна материал фиксировали 96% раствором этанола и далее хранили в темном месте.

Камеральная обработка проб в Институте океанологии и описание микрофитобентоса были проведены вторым автором. В лаборатории пробы грунта, содержащие избыток жидкости, мягко перебалтывали, а затем подвергали обработке ультразвуком (35 кГц, у/з ванна «Сапфир») на протяжении 10 мин. Таким образом проводили дезинтеграцию микрофитов от частиц осадка. Затем пробы переносили из банок в конические колбы объемом 250 мл и отделяли тяжелую минеральную фракцию донного осадка от легкой и органического компонента методом этерационной декантации.

Полученную взвесь от каждой пробы, содержащую преимущественно легкие компоненты осадка, включая микрофитов, по-отдельности тщательно перемешивали и сразу разливали по коническим пробиркам объемом 18 мл и осаждали центрифугированием (26 мин. при скорости 1700 оборотов/мин.). Осадок из пробирок переносили в банку ПЭТФ и доливали дистиллятом до объема 22 мл, а затем снова перемешивали, доводя до состояния максимально гомогенной взвеси. В свою очередь, этот объем взвеси делили на две части.

Из одной части делали сырые препараты для учета клеток, бывших живыми в момент фиксации пробы в море. Из второй части делали постоянные препараты для анализа таксономической принадлежности диатомей. При этом 11 мл взвеси разводили 5%-ным раствором H_2O_2 в двух конических пробирках, доводя до объема 18 мл, и оставляли на сутки для осуществления реакций окисления органической составляющей клеток. Затем содержимое пробирок центрифугировали уже рассмотренным выше методом, убирали надосадочную жидкость, а осадок разводили свежей водой, тщательно перемешивали, продувая взвесь с помощью одноразовой ПЭ пипетки. После чего центрифугировали снова.

Каждую пробу отмывали дистиллятом по три раза. После этого полученный осадок, максимально освобожденный от продуктов окисления органических компонентов, снова разводили дистиллятом до объема 10 мл, тщательно перемешивали и наносили ПЭ пипеткой на покровные стекла. Сушку препаратов проводили при температуре 70–75°C до белой окраски сухого осадка на стекле. Препараты фиксировали светопреломляющей средой «Канифоль». В отличие от традиционно используемых в этих целях сред «Канадский бальзам» и Ильяшева, «Канифоль» так преломляет свет, проходящий через конденсор микроскопа, что панцири диатомей выглядят более объемными. За счет игры света и тени становится возможным увидеть множество тонких признаков.

Сырые и постоянные препараты микроскопировали и фотодокументировали с помощью световых микроскопов Leica DMLS и Leica DM 2500, при увеличениях 400x и 1000x. Для съемки препаратов также был использован СЭМ ZEISS EVO, ООО «ОПТЭК».

Идентификацию видовой принадлежности микрофитов проводили с использованием современных литературных источников, в том числе интерактивных (Witkowski, 2000; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b; Kravesky et al., 2009; Fuerte et al., 2010; Martínez, Siqueiros-Beltrones, 2018; Al-Yamani, Saburova, 2011; Desikachary, 1988; Al-Kandari, 2009; Sterrenburg, 2014; Wachnicka, Gaiser, 2007; Byoung et al., 2017; Danielidis, Mann, 2002; Komárek, Anagnostidis, 1999, 2005).

Результаты и обсуждение

Фауна рыб-попугаев залива Нячанг чрезвычайно богата и насчитывает 28 видов (Астахов, неопубликованные данные). На рифах о-ва Мун (Astakhov, 2010, fig. 1) рыбы-попугаи отмечались во всех рифовых зонах, где подавляющее большинство видов питалось водорослевыми обрастаниями коралловых колоний (рис. 1) и коралловой плиты (рис. 2).

Вместе с тем нами были отмечены пищевые миграции в утренние часы некоторых видов рыб-попугаев (*Scarus psittacus* и *S. rivulatus*) с рифов северо-восточного побережья о-ва Мун на бурые коралловые пески (рис. 3) северо-западного побережья этого острова. На этих участках риф заканчивался на глубине 5–6 м и далее простирался слабо заиленные коралловые пески, окрашенные в бу-



Рис. 1. Рыба-попугай (*Chlorurus bowersi*) обгрызает водорослевую дернину на мертвом коралле, глубина 6 м (фото Д.А. Астахова).



Рис. 2. Рыба-попугай (*Scarus schlegeli*) сгрызает корковые кораллиновые водоросли, покрытые слоем седиментов, с коралловой плиты, глубина 7 м (фото Д.А. Астахова).



Рис. 3. Стая рыб-попугаев (*Scarus psittacus* и *S. rivulatus*) над бурыми коралловыми песками, покрытыми одноклеточными водорослями и цианобактериями, глубина 8 м (фото Д.А. Астахова).

рые тона различной интенсивности. Рыбы-попугаи (*Scarus psittacus* и *S. rivulatus*) питались на этих грунтах, захватывая зубными пластинами и проглатывая порции бурого песка (рис. 4). Наибольшее количество рыб-попугаев кормилось на бурых коралловых песках в диапазоне глубин 8–10 м, однако в меньших количествах они отмечались как на меньших (6–7 м), так и на больших глубинах (до 15 м).



Рис. 4. Рыба-попугай (*Scarus psittacus*) питается бурым маслянистым коралловым песком, содержащим одноклеточные водоросли и цианобактерии, глубина 10 м (фото Д.А. Астахова).

Анализ проб микрофитобентоса на песчаных грунтах, изученных на глубинах 8.1, 8.6 и 10.0 м, позволил выявить существование в этих биотопах единого микрофитного ценоза. В свою очередь, на разных глубинах, невзирая на практически одинаковый грунт, были проявлены три варианта этого ценоза, отличающиеся по количественной структуре и, в незначительной степени, по видовому составу. Смена вариаций этого сообщества, по сути, маркирует переход от верхней сублиторали к более глубоким областям склона.

Единый ценоз, обильно развивающийся на поверхности песка, состоял из более чем 50-ти видов диатомей и 9-ти видов цианопрокариот. Во всех трех местообитаниях развитие ценоза происходило столь обильно, что микрофиты создавали бурые пятна на поверхности дна. Бурая окраска пятен в данном случае обусловлена пигментами диатомей, такими как ксантофиллы, диатоксантин, диадиноксантин, виолаксантин, антраксантин и зеаксантин, а маслянистый характер поверхности пятен – маслоподобными веществами, обильно выделяемыми отмирающими диатомеями в среду обитания при их массовом развитии, когда часть особей гибнет вследствие интенсивной конкуренции. При этом одни из диатомей жили непосредственно на песчинках, плотно прикрепляясь к их поверхности и образуя эпипсаммон. Другие обитали в интерстициальных пространствах между песчинками, активно по ним перемещаясь, и, в совокупности, формировали интропсаммон.

К первым здесь относились виды *Amphora*, *Halamphora*, *Seminavis*, *Thalassiophysa*, *Cocconeis*, *Rhopalodia*, *Synedra*, *Cocconeiosys*, *Mastogloia*, а также мелкие

(до 15(18) мкм по наибольшей оси) виды *Fallacia*, *Lunella*, *Delphineis*, *Pseudostaurorsira*, *Opephora*, *Cocconeis*, *Cocconeopsis* и *Psammoneis*. К этой же группе условно относились мелкие виды *Navicula* и *Nitzschia* – с учетом соотношения размеров их панцирей и песчинок, их перемещения могли происходить на таком субстрате в основном по поверхности отдельных минеральных частиц, с редкими миграциями между ними.

Вторая адаптивная группа включала представителей родов *Donkinia*, *Rhoicosigma*, *Pleurosigma*, *Lyrella*, *Plagiotropis*, *Trachyneis*, *Auricula*, *Caloneis*, *Petroneis*, *Gyrosigma*, среднеразмерные ($\approx(18)20-40(45)$ мкм по наибольшей оси) и крупные (свыше (45)50 мкм по наибольшей оси) виды *Nitzschia*, *Cylindrotheca*, *Navicula* и *Fallacia*, а также *Diploneis* и *Psammodyctyon*. При этом самый верхний слой песка был фактически «армирован» относительно толстыми (18–25 мкм шириной) трихомными формами цианопрокариот, такими как *Oscillatoria limosa*, *Lyngbya majuscula*, а также более тонкими (до 10 мкм шириной) *Oscillatoria bonnemaisionii*, *Phormidium ambiguum* и *Komvophoron schmidlei*. Здесь же встречались – и чем глубже, тем чаще – колониальные хроококковые цианопрокариоты *Gomphosphaeria salina*, *Merismopedia* aff. *punctata*, *Aphanocapsa* aff. *roseana* и *Chroococcus turgidus* (рис. 5).

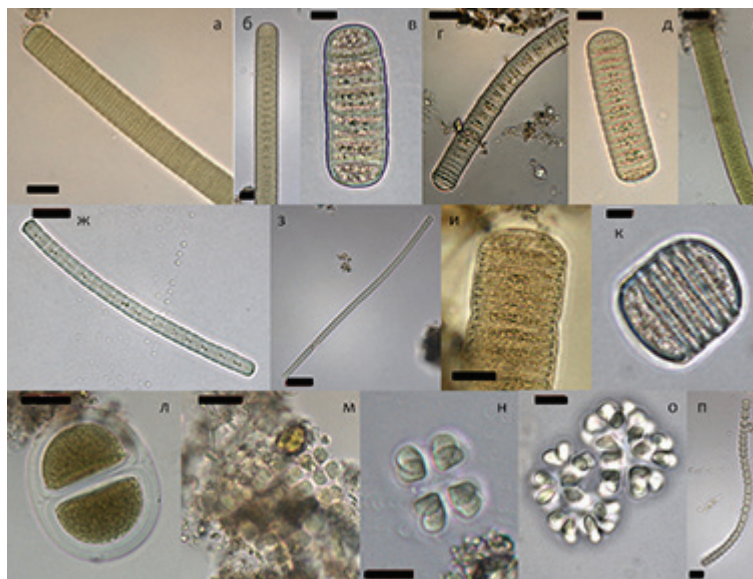


Рис. 5. Цианопрокариоты, формирующие фоновую группу микрофитобентоса бурых пятен на глубине 10,0 м: а, б, в, г, д, е – *Oscillatoria limosa*; ж, з – *Phormidium ambiguum*; и, к – *Lyngbya majuscula*; л – *Croococcus turgidus*; м – *Merismopedia* aff. *punctata*; н, о – *Gomphosphaeria salina*; п – *Komvophoron schmidlei*. Шкала: а, г, е, з, л, м – 20 мкм, б, д, ж, и, н, о, п – 10 мкм, в, к – 5 мкм (фото Ф.В. Сапожникова).

На глубине 8,1 м бурые пятна на песке были сформированы в основном мелкими эпипсаммическими формами диатомей, плотно покрывавшими песчинки. Здесь преобладали и встречались в массе *Amphora vadosini*, *A. pseudotenuissima*, *Halamphora subsalina*, *H. sardiniensis*, *H. tenerrima* (рис. 6, 7), *H. obscura*, *Cocconeis neothumensis*, *C. neodiminuta*, *Cocconeopsis patrickae*, *Opephora burchardtia*,

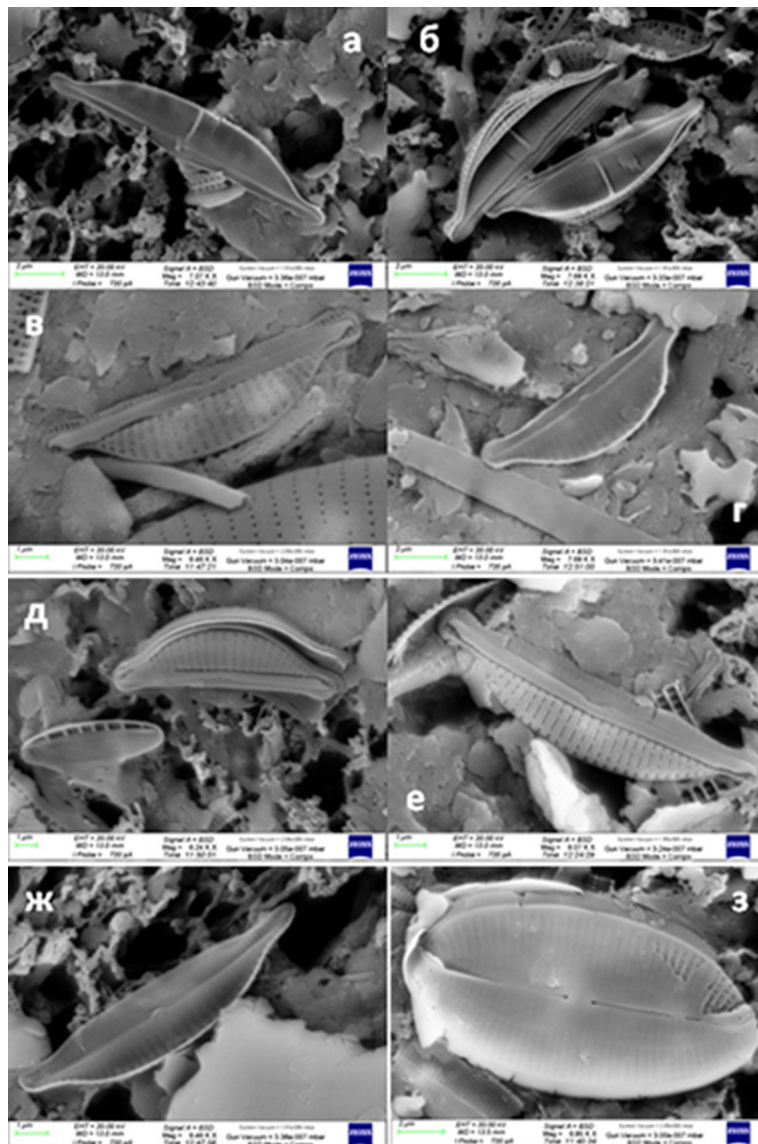


Рис. 6. Панцири мелких эпипсаммитических диатомей, массово и часто встречающихся в составе бурых пятен на песке, на глубинах 8.1–8.6 м: а, б – *Amphora vadosini*; в, г, д, е – *Halamphora tenerrima* (на д также присутствует *Nitzschia soratensis*); ж – *Halamphora sardiniensis*; з – *Fallacia schoemaniana* (фото Ф.В. Сапожникова).

O. oslenii, *Pseudostaurosira clavatum*, *Psammoneis japonica*, *Fallacia schoemaniana*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia soratensis* и *Nitzschia frustulum*.

Часто встречались *Lunella bisecta*, *Amphora helenensis*, *A. aff. profusa*, *A. maletractata* var. *constricta*, *A. staurophora*, *A. arcana*, *Cocconeis discrepans*, *Halamphora salinicola*, *H. nuwukiana*, *H. subturgida*, *H. punctata*, *H. dubiosa*, *H. moelleri*, *Psammoneis obaidii*, *Opephora pacifica*, *Navicula taraxa* и *N. cancellata*. В большинстве своем эти виды относились к категории мелких и вели прикрепленный образ жизни.

Крупные и среднеразмерные формы, такие как *Psammodyctyon panduriforme*, *Amphora hyalina*, *A. spriggerica*, *A. abludens*, *A. proteus*, *A. ostrearia*, *A. arenicola*, *Tabularia* sp. 1, *Seminavis strigosa*, *S. basilica*, *Nitzschia angularis*, *N. angularis* var. *affinis*, *Gyrosigma reversum*, а также виды *Mastogloia* spp., *Diploneis* spp., *Plagiotropis lepi-*

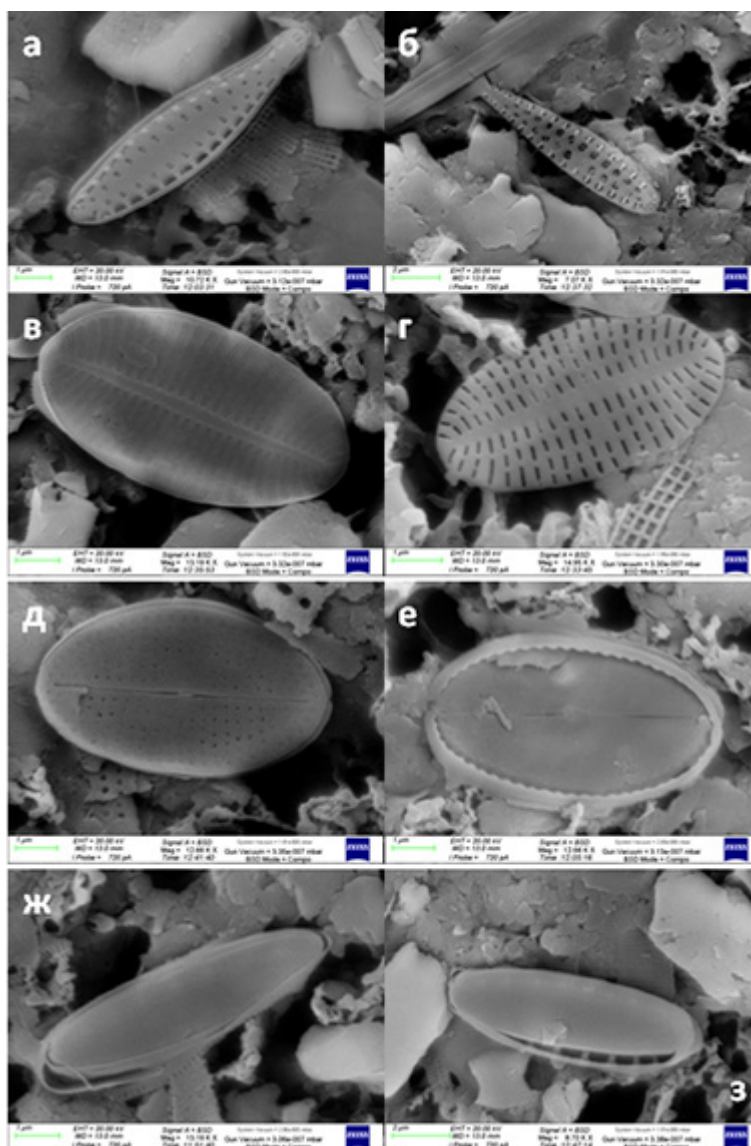


Рис. 7. Панцири мелких эпипсаммических диатомей, массово и часто встречающихся в составе бурых пятен на песке, на глубинах 8,1-8,6 м: а, б – *Pseudostaurosira clavatum*, в, г – *Cocconeis neothumensis*; д, е – *Cocconeopsis patrickae*; ж, з – *Nitzschia soratensis* (фото Ф.В. Сапожникова).

doptera, *P. lepidoptera* var. *delicatula*, *Auricula intermedia* и *Donkinia carinata* (рис. 8), встречались в этом биотопе относительно редко и очень редко.

В очень близком по характеру грунта биотопе на глубине 8,6 м, бурые пятна на песке были сформированы уже, в основном, крупными и среднеразмерными формами диатомей. Здесь преобладали виды *Seminavis* spp. (чаще всего *S. ventricosa* и *S. strigosa*), *Mastogloia* spp., *Navicula cancellata*, *N. flagellifera*, *N. flebilis*, *Nitzschia spathulata*, *Psammodictyon constrictum*, *P. panduriforme*, *Amphora archibaldii*, *Halamphora cymbifera*, *H. caroliniana*, *H. subangularis* и *Rhopalodia* aff. *Irimotensis*. Мало-размерный компонент сообщества был представлен в той же комбинации, что и в предыдущем биотопе. Однако полным составом эти виды уже не создавали фоновой группы сообщества. В число массовых вошли только *C. neodiminuta*, *H. subsa-*

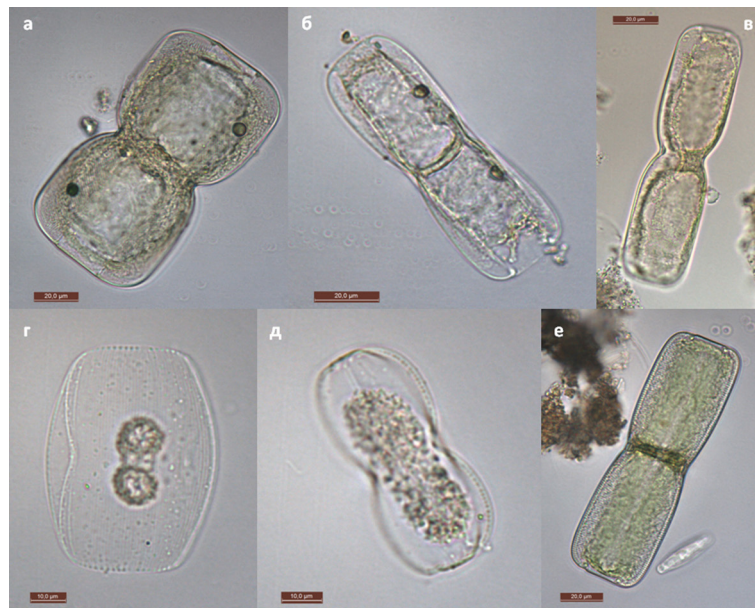


Рис. 8. Крупные интропсаммические диатомеи, образующие фоновую группу микрофитобентоса в структуре бурых пятен, покрывавших песчаное дно на глубине 10,0 м: а – *Donkinia carinata*; б – *Plagiotropis longa*; в – *Donkinia recta*; г – *Amphora lineolata*; д – *Auricula intermedia*; е – *Trachyneis aspera*. Шкала: а,б,в,е – 20 мкм, г,д – 10 мкм (фото Ф.В. Сапожникова).

lina, *H. sardinensis*, *H. tenerrima*, *H. sardiniensis*, *H. obscura*, *A. vadosini*, *N. soratensis*, *F. schoemania* и *P. clavatum*. Большинство же мелких эпипсаммических видов имели здесь статус часто встречающихся.

Также в сообществе часто встречались крупные и среднеразмерные *Nitzschia angularis*, *N. angularis* var. *affinis*, *N. distans*, *N. reversa*, *Cylindrotheca closterium*, *Amphora hyalina*, *A. spriggerica*, *A. maletracta* var. *constricta*, *A. ostrearia*, *Halamphora eunotia*, *H. costata*, *H. borealis*, *Lyrella* spp., *Cocconeis disculus* и *C. discrepans*.

Такие особенно крупные виды, как *Donkinia recta*, *D. carinata* (рис. 8), *Plagiotropis* spp., *Gyrosigma reversum*, *Amphora arenaria*, *A. spectabilis* и *Caloneis liber* var. *linearis*, а также другие крупные формы в диапазоне размеров свыше 60 мкм встречались по-прежнему единично.

Иерархия обилий разноразмерных форм диатомей еще больше изменилась в биотопе на глубине 10 м. Здесь в структуре бурых пятен отчетливо преобладали весьма крупные, в большинстве своем интропсаммические виды. Это были *Plagiotropis longa*, *P. gibberula*, *P. lepidoptera*, *P. lepidoptera* var. *delicatula*, *Auricula intermedia*, *Donkinia recta*, *D. carinata*, *Pleurosigma cuspidatum*, *Gyrosigma reversum*, *Staurophora salina*, *Diploneis crabro*, *Nitzschia reversa* и *Trachyneis aspera* (рис. 8). Эпипсаммические формы также были в массе представлены крупными видами, такими как *Amphora arenaria*, *A. lineolata* (рис. 8, 9), *Seminavis ventricosa*, *S. macilentia*, *Thalassiosiphia hyalina*, *Mastogloia erythraea* и *Halamphora costata*. Из числа форм среднеразмерных массово встречалась *Navicula cancellata* (рис. 9).

В сообществе этого биотопа вся остальная диатомовая флора, описанная выше, также присутствовала, однако была представлена в качестве минорного компонента.

По сути костяк интропсаммической группы здесь образовали весьма крупные виды с пропеллеровидной формой панциря, благодаря которой они способны легко перемещаться в интерстициальных пространствах с незначительным заилением. А поскольку таких форм в сообществе было большинство, то, в совокупности с крупными эпипсаммическими видами и крупнотрихомными цианопрокариотами *Oscillatoria limosa* и *Lyngbya majuscula*, они формировали здесь мощную биомассу, содержащую большое количество полиненасыщенных жирных кислот.

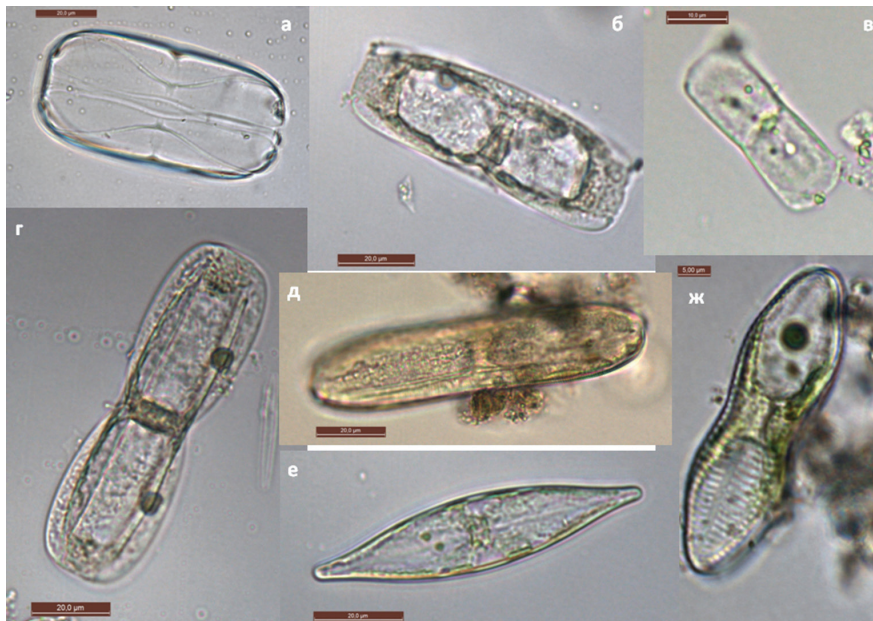


Рис. 9. Крупные и среднеразмерные интропсаммические диатомеи, образующие фоновую группу микрофитобентоса в структуре бурых пятен на глубине 10.0 м: а – *Amphora arenaria*; б – *Plagiotropis gibberula*; в – *Navicula cancellata*; г – *Plagiotropis lepidoptera*; д – *Caloneis liber* var. *linearis*; е – *Pleurosigma cuspidatum*; ж – *Diploneis crabro*. Шкала: а, б, г, д, е – 20 мкм, в – 10 мкм, ж – 5 мкм (фото Ф.В. Сапожникова).

Таким образом, зона наиболее интенсивного питания рыб-попугаев на бурых коралловых песках (8–10 м) приурочена к диатомово-цианопрокариотному сообществу, образующему здесь наиболее ценную для них кормовую базу в виде бурых маслянистых пятен на поверхности песка. Это диатомово-цианопрокариотное сообщество характеризуется наибольшим видовым и размерным разнообразием микрофитов и высокой их концентрацией.

Работа выполнена при поддержке темы госзадания №0149-2018-0008.

Литература

- Al-Kandari M., Al-Yamani F.Y., Al-Rifaie K.* Marine phytoplankton atlas of Kuwait's waters. Kuwait, Safat: Kuwait Institute for Scientific Research, 2009. 350 p.
- Allen G.R., Adrim A.* Coral reef fishes of Indonesia // *Zool. Stud.* 2003. Vol. 42. No. 1. P. 1–72.
- Allen G.R., Werner T.B.* Coral reef fish assessment in the 'coral triangle' of Southeastern Asia // *Environmental Biology of Fishes.* 2002. Vol. 65. No. 2. P. 209–214.

- Al-Yamani F.Y., Saburova M.A.* Illustrated guide on the benthic diatoms of Kuwait's Marine Environment. Kuwait, Safat: Kuwait Institute for Scientific Research, 2011. 351 p.
- Astakhov D.A.* Annotated list of species of the family Chaetodontidae (Actinopterygii, Perciformes) from Nha Trang Bay (South China Sea, Central Vietnam) // *J. Ichthyol.* 2010. Vol. 50. No. 10. P. 914–931.
- Bellwood D.R.* A phylogenetic study of the parrotfishes family Scaridae (Pisces: Labroidei), with a revision of genera // *Rec. Aust. Mus.* 1994. Suppl. 20. 84 p.
- Bellwood D.R.* 2001. Scaridae. Parrotfishes // *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific.* Eds. Carpenter K.E., Niem V.H. V. 6. Bony fishes part 4 (Labridae to Latimeriidae), estuarine crocodiles, sea turtles, sea snakes and marine mammals. Rome: FAO, 2001. P. 3468–3492.
- Byoung S.K., So Y.K., Jong-gyu P., Witkowski A.* New Records of the Diatom Species (Bacillariophyta) from the Seaweed and Tidal Flats in Korea // *Environmental Biology Research.* 2017. No. 35. P. 604–621. DOI: 10.11626/KJEB.2017.35.4.604.
- Choat J.H., Randall J.E.* A review of the parrotfishes (family Scaridae) of the Great Barrier Reef of Australia with description of a new species // *Rec. Aust. Mus.* 1986. Vol. 38. P. 175–228.
- Chong-Seng K.M., Nash K.L., Bellwood D.R., Graham N.A.J.* Macroalgal herbivory on recovering versus degrading coral reefs // *Coral Reefs.* 2014. Vol. 33. P. 409–419.
- Danielidis D.B., Mann D.G.* The systematics of *Seminavis* (Bacillariophyta): the lost identities of *Amphora angusta*, *A. ventricosa* and *A. macilenta* // *European Journal of Phycology.* 2002. No. 37. P. 429–448.
- Desikachary T.V.* Atlas of the diatoms; Marine diatoms of the Indian Ocean region. Vol. 5. (1–3). Madras: Madras Science Foundation, 1988. P. 401–621.
- Fuerte F.O.L., Beltrones D.A.S., Navarro N.* Benthic diatoms associated with mangrove environments in the northwest region of México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2010. 206 p.
- Harmelin-Vivien M.L., Peyrot-Clausade M., Romano J.-C.* Transformation of algal turf by echinoids and scarid fishes on French Polynesian coral reefs // *Coral Reefs.* 1992. Vol. 11. P. 45–50.
- Komárek J., Anagnostidis K.* Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales // *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* 19/1. Eds. Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D. Spektrum Akademischer Verlag, 1999. 548 p.
- Komárek J., Anagnostidis K.* Cyanoprokaryota 2. Teil: 2nd Part: Oscillatoriales. // *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/2. Eds. Büdel B., Krienitz L., Gärtner G., Schagerl M., Elsevier/ Spektrum, Heidelberg, Germany. 19/2. Heidelberg: Elsevier/Spektrum, 2005. 759 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae // *Süßwasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/1. Eds. Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag, 1986. 876 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/2. Eds. Ettl H., Gerloff J., Heynig, H. and Mollenhauer D. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1988. 596 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/3. Eds. Ettl H., Gerloff J., Heynig H. and Mollenhauer D. Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991a. 576 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1–4 // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/4. Eds. Ettl H., Gärtner G., Gerloff J., Heynig H. and Mollenhauer D. Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991b. 437 p.

- Krayesky D.M., Meave del Castillo M., Zamudio E., Norris J.N., Fredericq S.* Diatoms (Bacillariophyta) of the gulf of Mexico // Gulf of Mexico: origin, waters, and biota: biodiversity. Eds. J.W. Tunnell Jr., D.L. Felder, S.A. Earle. Texas: A & M University Press 2009. P. 155–186.
- Martínez Y.J., Siqueiros-Beltrones D.A.* New floristic records of benthic diatoms (Bacillariophyceae) from the Gulf of California // *Hidrobiológica*. 2018. Vol. 28. No. 1. P. 141–145.
- Steneck R.S., Bellwood D.R., Hay M.E.* Herbivory in the marine realm // *Current Biology*. 2017. Vol. 27. P. 484–489.
- Sterrenburg F.A.S., de Haan M., Herwig W.E., Hargraves P.E.* Typification and taxonomy of *Gyrosigma tenuissimum* (W. Sm.) J.W. Griffith & Henfr., comparison with *Gyrosigma coelophilum* N. Okamoto & Nagumo and description of two new taxa: *Gyrosigma tenuissimum* var. *gundulae* var. nov. and *Gyrosigma baculum* sp. nov. (Pleurosigmales, Bacillariophyta) // *Phytotaxa*. 2014. Vol. 172. No. 2. P. 071–080.
- Wachnicka A.H., Gaiser E.E.* Characterization of *Amphora* and *Seminavis* from South Florida, U.S.A // *Diatom Research*. 2007. Vol. 22. No. 2. P. 387–455.
- Wilson S.K., Bellwood D.R., Choat J.H., Furnas M.* 2003. Detritus in coral reef ecosystems and its use by coral reef fishes // *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* Vol. 41. P. 279–309.
- Wismer S., Hoey A.S., Bellwood D.R.* Cross-shelf benthic community structure on the Great Barrier Reef: relationships between macroalgal cover and herbivore biomass // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2009. Vol. 376. P. 45–54.

**FEEDING OF SOME SPECIES OF PARROTFISHES (SCARIDAE)
ON BROWN CORAL SANDS IN NHA TRANG BAY
(SOUTH CHINA SEA, CENTRAL VIETNAM)**

D.A. Astakhov, Ph.V. Sapozhnikov

*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36 Nahimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,
e-mail: dmastakhov@rambler.ru, fil_aralsky@mail.ru
Submitted 10.11.2018, accepted 10.12.2018*

Two species of parrotfishes (*Scarus psittacus* and *S. rivulatus*) were first observed feeding on brown coral sands during the food migration along the reef of Mun Island in the Nha Trang Bay. The most intensive feeding of these species on sands was recorded in the depth range of 8–10 m, although some specimens were fed up to a depth of 15 m. Benthic microphytic communities (microphytobenthos), abundantly developing on the surface of coral sand in the places of feeding of parrotfishes, give it a characteristic brown color. In the interval of depths of 8–10 m, there was a transition from upper sublittoral coenoses, formed mainly by small forms of diatoms, to coenoses of middle sublittoral, where the leading roles belonged to large species. In addition, large-trichome forms of cyanoprokaryotes were abundantly observed in all the studied communities. The oily nature of the spots is due to the release of a large number of neutral lipids from diatom cells, which die off as a result of high competition, since the density of microphytes development is very high here. Eating sand from such brown spots, parrot fish swallow it together with a huge number of diatoms and cyanobacteria, which are of significant nutritional value for them (fish feed on “salad” from microalgae, rich in diatom oil and cyanoprokaryote proteins). Thus, the zone of the most intensive feeding of parrotfishes on brown coral sands (8–10 m) is characterized by the greatest species and size diversity of microphytes and their high concentration.

Keywords: feeding of parrotfishes, Scaridae, diatoms, cyanoprokaryotes, microphytobenthos, coral sands, Nha Trang Bay, Vietnam

References

- Al-Kandari M., Al-Yamani F.Y., and Al-Rifaie K.* Marine phytoplankton atlas of Kuwait's waters. Kuwait, Safat: Kuwait Institute for Scientific Research, 2009, 350 p.
- Allen G.R. and Adrim A.* Coral reef fishes of Indonesia, *Zool. Stud.*, 2003, Vol. 42, No. 1, pp. 1–72.
- Allen G.R. and Werner T.B.* Coral reef fish assessment in the 'coral triangle' of Southeastern Asia. *Environmental Biology of Fishes*, 2002, Vol. 65, No. 2, pp. 209–214.
- Al-Yamani F.Y. and Saburova M.A.* Illustrated guide on the benthic diatoms of Kuwait's Marine Environment. Safat, Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research, 2011, 351 p.
- Astakhov D.A.* Annotated list of species of the family Chaetodontidae (Actinopterygii, Perciformes) from Nha Trang Bay (South China Sea, Central Vietnam). *J. Ichthyol.*, 2010, Vol. 50, No. 10, p. 914–931.
- Bellwood D.R.* A phylogenetic study of the parrotfishes family Scaridae (Pisces: Labroidei), with a revision of genera. *Rec. Aust. Mus.*, 1994, Suppl. 20, 84 p.
- Bellwood D.R.* Scaridae. Parrotfishes. In *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific*, eds. Carpenter K.E., Niem V.H. V. 6. Bony fishes part 4 (Labridae to Latimeriidae), estuarine crocodiles, sea turtles, sea snakes and marine mammals, Rome: FAO, 2001, pp. 3468–3492.
- Byoung S.K., So Y.K., Jong-gyu P., and Witkowski A.* New Records of the Diatom Species (Bacillariophyta) from the Seaweed and Tidal Flats in Korea. *Environmental Biology Research*, 2017, No. 35, pp. 604–621, doi:10.11626/KJEB.2017.35.4.604.
- Choat J.H. and Randall J.E.* A review of the parrotfishes (family Scaridae) of the Great Barrier Reef of Australia with description of a new species. *Rec. Aust. Mus.*, 1986, Vol. 38, pp. 175–228.
- Chong-Seng K.M., Nash K.L., Bellwood D.R., and Graham N.A.J.* Macroalgal herbivory on recovering versus degrading coral reefs. *Coral Reefs*, 2014, Vol. 33, pp. 409–419.
- Danielidis D.B. and Mann D.G.* The systematics of *Seminavis* (Bacillariophyta): the lost identities of *Amphora angusta*, *A. ventricosa* and *A. macilenta*. *European Journal of Phycology*, 2002, No. 37, pp. 429–448.
- Desikachary T.V.* Atlas of the diatoms; Marine diatoms of the Indian Ocean region. Vol. 5. (1–3). Madras: Madras Science Foundation, 1988, pp. 401–621.
- Fuerte F.O.L., Beltrones D.A.S., and Navarro N.* Benthic diatoms associated with mangrove environments in the northwest region of México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2010, 206 p.
- Harmelin-Vivien M.L., Peyrot-Clausade M., and Romano J.-C.* Transformation of algal turf by echinoids and scarid fishes on French Polynesian coral reefs. *Coral Reefs*, 1992, Vol. 11, pp. 45–50.
- Komárek J. and Anagnostidis K.* Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 19/1, eds. Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D., Spektrum Akademischer Verlag, 1999, 548 p.
- Komárek J. and Anagnostidis K.* Cyanoprokaryota 2. Teil: 2nd Part: Oscillatoriales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/2, eds. Büdel B., Krienitz L., Gärtner G., Schagerl M., Elsevier/Spektrum, Heidelberg, Germany. 19/2. Heidelberg: Elsevier/Spektrum, 2005, 759 p.

- Krammer K. and Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In Süßwasser flora von Mitteleuropa, eds. Ettl H., Gerloff J., Heynig H., Mollenhauer D., Band 2/1. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag, 1986, 876 p.
- Krammer K. and Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Süßwasserflora von Mitteleuropa, eds. Ettl H., Gerloff J., Heynig H., Mollenhauer D. Band 2/2, Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1988, 596 p.
- Krammer K. and Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In Süßwasserflora von Mitteleuropa, eds. Ettl H., Gerloff J., Heynig H., Mollenhauer D. Band 2/3, Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag: 1991a, 576 p.
- Krammer K. and Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In Süßwasserflora von Mitteleuropa, eds. Ettl H., Gärtner G., Gerloff J., Heynig H., Mollenhauer D. Band 2/4, Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991b, 437 p.
- Kravesky D.M., Meave del Castillo M., Zamudio E., Norris J.N., and Fredericq S.* Diatoms (Bacillariophyta) of the gulf of Mexico. In: Gulf of Mexico: origin, waters, and biota: biodiversity, eds. J.W. Tunnell Jr., D.L. Felder & S.A. Earle. Texas: A & M University Press, 2009, pp. 155–186.
- Martínez Y.J. and Siqueiros-Beltrones D.A.* New floristic records of benthic diatoms (Bacillariophyceae) from the Gulf of California. *Hidrobiológica*, 2018, Vol. 28, No. 1, pp. 141–145.
- Steneck R.S., Bellwood D.R., and Hay M.E.* Herbivory in the marine realm. *Current Biology*, 2017, Vol. 27, pp. 484–489.
- Sterrenburg F.A.S., de Haan M., Herwig W.E., and Hargraves P.E.* Typification and taxonomy of *Gyrosigma tenuissimum* (W. Sm.) J.W. Griffith & Henfr., comparison with *Gyrosigma coelophilum* N. Okamoto & Nagumo and description of two new taxa: *Gyrosigma tenuissimum* var. *gundulae* var. nov. and *Gyrosigma baculum* sp. nov. (Pleurosigmaataceae, Bacillariophyta). *Phytotaxa*, 2014, Vol. 172, No. 2, pp. 071–080.
- Wachnicka A.H. and Gaiser E.E.* Characterization of *Amphora* and *Seminavis* from South Florida, U.S.A. *Diatom Research*, 2007, Vol. 22, No. 2, pp. 387–455.
- Wilson S.K., Bellwood D.R., Choat J.H., and Furnas M.* Detritus in coral reef ecosystems and its use by coral reef fishes. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 2003, Vol. 41, pp. 279–309.
- Wismer S., Hoey A.S., and Bellwood D.R.* Cross-shelf benthic community structure on the Great Barrier Reef: relationships between macroalgal cover and herbivore biomass. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2009, Vol. 376, pp. 45–54.