



# Морской аквариум

От планирования  
к успешному содержанию

Д-р Дитер Брокманн

МОРСКОЙ  
АКВАРИУМ **MA**

НА ЧИСТЫХ ПРУДАХ



# Морской аквариум

От планирования к успешному содержанию

Д-р Дитер Брокманн

МОРСКОЙ  
АКВАРИУМ **МА**

НА ЧИСТЫХ ПРУДАХ

Д. Брокманн. Морской аквариум: от планирования к успешному содержанию  
Перев. с нем. А.А. Григоров – М.: ООО «Асфур», 2008. – количество страниц 192 с., цв. илл.

Фотографии на обложке:

Сверху: аквариум Б. Гесселе, г. Ульм (Германия)

Слева внизу: комбинация различных фильтров

Слева внизу: коралл *Seriatopora hystrix* в аквариуме автора

На заднем плане: коралл *Sarcophyton* sp. Фото: W. Fiedler

Фотографии, графики и схемы без указания источника сделаны автором.

Все приведенные в книге данные, результаты, рекомендации по дозированию и т.д. были составлены автором самостоятельно и тщательно проверены. Но поскольку исключить ошибки полностью невозможно, издательство и автор не несут ответственность за содержание и возможные неточности.

Охраняется законом РФ об авторском праве. Все права защищены. Перевод, копирование и распространение книги запрещены. Полная или частичная обработка с помощью компьютерных программ, копирование в любой его форме (печать, фотокопия, микрофильм или другие способы) и распространение без письменного разрешения издательства запрещены. Любые попытки нарушения закона будут преследоваться в судебном порядке.

Тираж 1000 экз.

ISBN: 978-5-9901131-2-1 (ООО «Асфур», 2008)

ISBN: 978-3-86659-058-8 (нем., 2008)

© ООО «Асфур», 2008

101000, Москва, Чистопрудный бульвар, д. 14, стр. 3.

Тел. +7 (495) 623-17-19, 623-22-61, факс +7 (495) 623-47-04

© 2008 Natur und Tier – Verlag GmbH

An der Kleimannbrücke 39/41

48157 Münster

Tel.: 0251-13339-0, Fax: 0251-13339-33

E-Mail: verlag@ms-verlag.de

Home: www.ms-verlag.de

# Содержание

Предисловие	4
Биотоп – коралловый риф	8
Биотоп – морской аквариум	14
Аквариум	20
Размеры	20
Откачка поверхностной воды	21
Место для аквариума	22
Оформление внешней задней стенки	23
Заводская комплектация или модульный принцип?	23
Установка аквариума	24
<b>Основное техническое оснащение морского аквариума</b>	<b>26</b>
Освещение	27
Течение	39
Фильтрация	46
Температура: подогрев и охлаждение	74
Дополнительные приборы	76
Озонатор	76
Ультрафиолетовая лампа	77
<b>Морская вода</b>	<b>78</b>
Плотность	79
Приготовление морской воды	81
Компенсация испарившейся воды	85
Частичная подмена воды	85
<b>Важнейшие параметры воды, контроль за ними и поддержание</b>	<b>87</b>
Значение pH	87
Буферная ёмкость, карбонатная жёсткость и щёлочность	89
Содержание кальция	90
Добавление микроэлементов	99
<b>Оформление и запуск аквариума</b>	<b>101</b>
Шаг 1: выбор и установка аквариума	101
Шаг 2: установка оборудования	101
Шаг 3: декорирование аквариума	101
Шаг 4: наполнение водой	103
Шаг 5: «затравка» аквариума и окончательное декорирование «живыми» камнями	103
Шаг 6: фаза запуска	106
<b>Первые животные для морского аквариума</b>	<b>113</b>
Приобретение	113
Адаптация	117
Кормление рыб и беспозвоночных	118
Первые рыбы	120
Первые беспозвоночные животные	148
<b>Библиография</b>	<b>190</b>
<b>Предметный указатель</b>	<b>191</b>

Морская аквариумистика – увлекательнейшее хобби. У коралловых рифов уже давно множество поклонников – будь то дайвер, телезритель или читатель книги, рассказывающей о подводном мире. Трудно сравнить с чем-либо красоту и буйство красок коралловых рифов и их обитателей, видовое разнообразие, стратегии поведения и взаимодействия между различными морскими организмами. А потому и неудивительно, что все больше и больше людей ощущают желание завести такой риф у себя дома.

Часто это желание соседствует с потребностью внести свой вклад в сохранение природы и исчезающих видов. Все происходит, как в круговороте: ежедневно наблюдая за красотой и интересным поведением животных в морском аквариуме, мы знакомимся с ними и начинаем их любить, затем передаём наш опыт и любовь детям, а они, в свою очередь, делятся своими знаниями друг с другом по принципу «снежного кома». И почти всегда возникает желание защитить этот хрупкий подводный мир. Уже сегодня число морских аквариумистов, активно участвующих в экологических программах, не под-





Рифовый аквариум, владелец Б. Гесселе, г. Ульм.

даётся счёту. Так, например, в рамках программы «Reef Watch Programm», аквариумисты-любители во время своего отпуска ведут мониторинг за состоянием коралловых рифов, чтобы составить каталог нанесённых экосистеме рифа повреждений и отследить её дальнейшее развитие. Реализация столь важной и дорогостоящей программы была бы невозможна без энтузиазма аквариумистов. Подобная защита рифов – это непосредственный результат увлечения морским аквариумом!

Впрочем, морская аквариумистика не «просто» хобби. Многие научные данные о рифах и их обитателях были собраны и продолжают собираться аквариумистами-любителями, ими же разработаны методы и технология содержания морских аквариумов. Именно эти системы жизнеобеспечения (от английского выражения life

supporting systems) используются сегодня многими профессиональными аквариумистами. Развитие научной аквариумистики или, например, эксплуатация огромных выставочных аквариумов, немислимы без наблюдений любителей. И даже такие великие систематики кораллов, как J.E.N. VERON, объявляют себя сторонниками живого и плодотворного диалога между аквариумистами и учёными (см. об этом VERON, 2000). Но и это ещё не всё! Благодаря увлечённым аквариумистам, несколько лет назад в Германии был разработан метод размножения твёрдых кораллов фрагментами. В наши дни подобные технологии применяются для восстановления сильно пострадавших коралловых рифов. А ведь не будь нас, аквариумистов-любителей, этот метод мог бы вообще не появиться или возникнуть гораздо позже.



Японский хирург, *Acanthurus japonicus*, в аквариуме с твердыми кораллами.

И всё же достаточно долгое время морская аквариумистика находилась на «периферии» виваристики. Её во многом упрекали, среди прочего – в «дороговизне», в «трудности» и «значительных временных затратах на содержание по сравнению с пресноводными аквариумами». Не буду спорить, техническое оснащение и содержание аквариума обходятся любителю «моря» дороже, чем владельцу пресноводной «банки». Однако времена, когда морской аквариум служил показателем статуса и состоятельности, давно прошли. Животные и оборудование стали доступнее. Размножение животных в неволе, особенно кораллов, не является чем-то экстраординарным, что также влияет на снижение цен (исключение – настоящие экзоты, но ведь они присутствуют и в любой

другой сфере виваристики). Членство в соответствующих местных клубах (вступить хотя бы в один я рекомендую каждому начинающему морскому аквариумисту) – ещё одна возможность сэкономить: там вы не только получите ценные советы, но и сможете приобрести недорогих разводных животных.

Морская аквариумистика сегодня не так сложна, как в начале своего становления. Годы активных экспериментов и поисков прошли, проблемы содержания большинства рыб и беспозвоночных решены. Специальное оборудование было в значительной мере модернизировано и приспособлено к запросам «обыденной» морской аквариумистики. За это время нами накоплено столько знаний о химии морской воды и естественных условиях су-

ществования наших питомцев, что содержание большинства из них не составляет вообще никаких проблем, а многие виды даже удалось размножить!

Крупнейшие производители аквариумного оборудования и аксессуаров сейчас предлагают на мировой рынок уже полностью сбалансированные морские аквариумные системы, которые позволяют создать свой домашний морской аквариум без всяких хлопот и буквально за считанные недели!

В качестве примера таких систем, всем морским аквариумистам можно порекомендовать довольно оригинальные и качественные итальянские аквариумные комплексы Elos, профессиональные немецкие аквариумы Deltac и некоторые другие.

Аргумент, что морской аквариум отнимает много времени, не имеет основания. Своему 1000-литровому аквариуму с твёрдыми кораллами я еженедельно посвящаю в среднем два часа (включая ежедневное кормление рыб!). Это сравнимо с временными затратами на уход за голландским аквариумом... впрочем, здесь будет уместно заметить, что как раз желание заниматься аквариумом и является причиной его приобретения.

Ещё какое-то время назад было типичным сначала приобрести опыт содержания пресноводных животных, а уже потом заниматься морскими. Сегодня многие пропускают эту переходную фазу, не боясь столкнуться с какими-либо проблемами (залог успеха – правильный выбор рыб и беспозвоночных). Конечно, с одной стороны, на начальном этапе определённые затруднения возможны. Но, с другой стороны, на ошибках учатся и становятся опытнее. Впрочем, количество ошибок можно свести к минимуму – именно с этой целью я решил написать данную книгу. Её задача – помочь начинающим морским аквариумистам избежать ошибок и гибели животных и тем самым не потерять жела-

ния – по причине неудач – завести свое домашнее «море».

Структура книги проста, но соответствует главной цели. Главы, одна за другой, постепенно ведут «новичка» от покупки аквариума к его заселению первыми рыбами и кораллами. Все важные действия дополнительно отображены в рамках. Там же можно найти подсказки для тех случаев, когда что-то в аквариуме происходит не так, как вы задумали. Я постарался создать легко читаемую и всем понятную книгу, однако и здесь вам будут попадаться химические формулы и технические детали, которые, возможно, выходят за рамки школьной программы. Они предназначены для тех читателей, кто хотел бы чуть глубже вникнуть в суть дела. Их вы найдёте в таблицах под заголовком «В деталях». Написание подобной книги было бы невозможным без поддержки друзей. В первую очередь мне хотелось бы поблагодарить моего издателя Маттиаса Шмидта (издательство «Натур унд Тир Ферлаг», Мюнстер), который ненавязчиво подталкивал меня к созданию книги. Я говорю «спасибо» Даниэлю Кнопю за полезные дискуссии, команде издательства «Натур унд Тир Ферлаг», а в особенности Критону Кунцу и Нику Надольны, – за поддержку и великолепную верстку. Я также благодарен своим друзьям из «Общества морской аквариумистики» (г.Ульм) за многочисленные содержательные беседы. Только за счёт активного участия таких аквариумистов возможен тот огромный прогресс, который наблюдается в хобби сегодня. И наконец – last, but not least – я хотел бы высказать слова благодарности своей жене Ютте и дочери Саре, которые благосклонно отнеслись к тому, что я, вопреки своим же заверениям, снова написал книгу и при этом, энергично поддерживали меня на всех этапах моего творчества.

*Дитер Брокманн,  
Ульм, осень 2007 года*



## Биотоп – коралловый риф

Наряду с тропическими дождевыми лесами, коралловые рифы относятся к самым продуктивным, сложным экосистемам нашей планеты, отличающимся также самым богатым видовым многообразием. Всего до нас было описано более 100000 животных и растений, живущих в коралловых рифах. По оценкам экспертов, истинное число видов намного больше: от 500000 до 2000000 и даже ещё больше (SPALDING et al. 2001). Коралловые рифы мелководья покрывают площадь в 284300 км<sup>2</sup>. Самый крупный из них – Большой Барьерный риф у северного побережья Австралии. Его протяжённость от острова Торрес Стрейт на севере до группы островов Каприкон-Банкер на юге составляет свыше 2000 км.

Большой Барьерный риф у северного побережья Австралии – самое большое сооружение на нашей планете, построенное живыми организмами. «Комплекс» состоит почти из 3000 отдельных рифов. На фотографии представлен Хастингс Риф в северной части Большого Барьерного рифа.



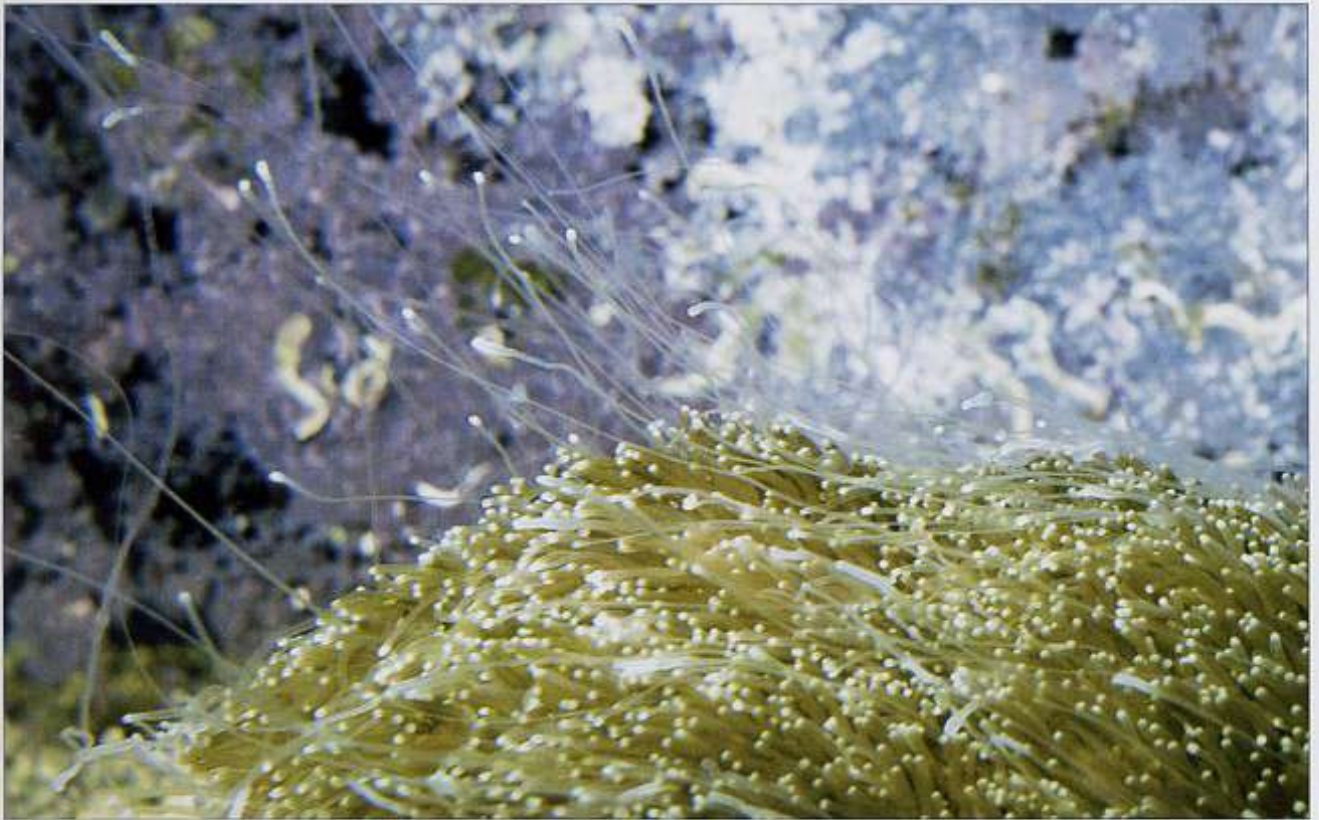
Это, можно сказать, самая грандиозная стройка, где архитекторами выступали живые организмы: её видно даже с Луны (NILSEN, 2006/2007). Почти 3000 отдельных рифов образуют этот гигантский тихоокеанский рифовый комплекс.

Количество различных биотопов в общей системе рифа неизмеримо. Здесь и пронизанные солнечным светом крыши рифа, его откосы, и отвесные рифы, атоллы, коралловые рифы вдоль береговой линии, и отдаленные от побережья рифы, лагуны, морские луга, гроты, пещеры и т.д. Все эти биотопы населяют, в зависимости от силы течения, света и наличия пищи, самые разные животные и водоросли. Здесь выживает сильнейший: в биотопе «коралловый риф» субстрата на всех не хватает, поэтому за него ведутся настоящие войны. Особым разнообразием «оружия» отличаются сидячие беспозвоночные.

Жизнь коралловых рифов зависит от целого ряда химических, физических и биологических факторов, на которые влияет географическое положение.

Именно низкие концентрации неорганических питательных веществ и, следова-

Важными факторами, оказывающими влияние на коралловый риф, являются, к примеру, высокая интенсивность света тропического солнца, температура (оптимальное значение для рифообразующих кораллов – 25–26 °С), интенсивная циркуляция воды за счет волн и течений, наличие карбонатов и кальция, источники пищи, как фитопланктон, и крайне низкие концентрации неорганических питательных веществ (концентрации нитратов и фосфатов, см. также стр 47 и 52), которые, в свою очередь, могут ограничивать размножение фитопланктонных организмов и водорослей, и таким образом влиять на многочисленные пищевые цепочки.



Субстрат, на котором можно поселиться, – настоящий дефицитный товар в биотопе «коралловый риф». Кораллы борются за него всеми имеющимися в их распоряжении видами оружия. На фотографии кристаллический коралл, *Galaxea fascicularis*, выпустил «боевые» щупальца, чтобы своим стрекочущим ядом отогнать или даже убить своих конкурентов.

тельно, ограниченные источники питания заставили кораллы выработать новую стратегию выживания – удивительный и эффективный симбиоз со специальными водорослями.

Зооксантеллы – так называются симбиотические водоросли – являются крошечными одноклеточными организмами, живущими огромными колониями в ткани многих кораллов. На 1 см<sup>2</sup> поверхности коралла при-

ходится около 14 миллионов клеток водорослей (SOROKIN, 1995). Все они выполняют функцию своеобразных электростанций, которые с помощью солнечного света производят органические соединения.

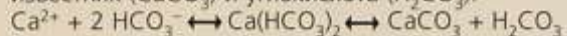
Кораллы, образующие симбиотическую общность с зооксантеллами, принято называть зооксантелльными кораллами. Для роста им, естественно, нужен свет, но, с другой стороны, они не зависят от поиска других источников энергии, например, ловли планктона. Становится ясно, почему коралловые рифы занимают хорошо освещённые поверхностные районы тропических морей. Их «строители», зооксантелльные кораллы, для выживания нуждаются в свете: если его нет, они умирают от голода. В качестве дополнительного источника пищи зооксантелльные кораллы используют планктон, бактерий и растворённые

- В качестве исходных материалов для фотосинтеза, как называют данный процесс, зооксантеллы используют углекислый газ и воду, имеющиеся в избытке в их среде обитания. Конечные продукты затем передаются животному-хозяину, то есть кораллу. Среди них глицерин, жирные кислоты и некоторые аминокислоты (LOYA & KLEIN, 1997). Эти – по-научному – транслируемые соединения покрывают до 90% ежедневной потребности коралла в энергии (более подробно см. BROCKMANN, 2000).

в воде органические соединения. В комплексе все эти источники пищи гарантируют зооксантелльным кораллам хорошие условия для роста и размножения, а это является основой возникновения пышных тропических рифов.

Использование симбиоза в качестве источника энергии в такой бедной питательными веществами среде, как коралловые рифы, – это только одна сторона медали. В этой связи также важно производство известняка, которым в большей или мень-

С точки зрения химиков (SCHUMACHER, 1982), описать синтез кальция у кораллов достаточно просто: из ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и гидрокарбоната ( $\text{HCO}_3^-$ ) сначала возникает промежуточный продукт – гидрокарбонат кальция ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ), а затем известняк ( $\text{CaCO}_3$ ) и углекислота ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ):



Возникшую в результате реакции углекислоту зооксантеллы используют вновь для фотосинтеза. Лишь тесная взаимосвязь фотосинтеза и синтеза кальция делает возможным быстрый рост зооксантелльных кораллов. Так как водоросли потребляют выделяющуюся углекислоту, известняк выпадает в осадок и способствует быстрому наращиванию скелета.

За усиленное производство известняка у зооксантелльных кораллов отвечают симбиотические водоросли, находящиеся в их ткани. Поскольку они извлекают углекислоту из равновесной реакции, уравнение смещается вправо. Это приводит к повышенному отложению известняка и быстрому росту скелета.

Количество ионов кальция и объем углекислоты, ежегодно расходуемое на производство известняка, огромны. Каждый год на нормально обросшей крыше рифа кораллами производится  $4 \pm 1$  кг известняка на  $1 \text{ м}^2$  (BARNES & CHALKER, 1990). Это соответствует  $1,76 \pm 0,44$  кг углекислоты ( $\text{CO}_2$ ) на  $1 \text{ м}^2$  ежегодно. В год общая производительность известняка составляет около 900 миллионов тонн и, соответственно, 400 миллионов тонн углекислоты и 500 миллионов тонн кальция.

шей степени управляют зооксантеллы. Вместе с кальциевыми водорослями твердые кораллы являются важнейшими «строителями» рифов. У них известковый скелет, фрагменты скелета у кожистых и мягких кораллов также содержат известняк. Скелет должен надстраиваться очень быстро,



Многие кораллы, на фотографии – *Hydrophora* sp., культивируют в своих тканях так называемые симбиотические водоросли. С помощью света эти водоросли производят питательные вещества, которые затем поступают в тело их хозяев, а именно – в коралловые полипы. Таким образом коралпы покрывают большую часть своей ежедневной потребности в энергии. Многие кораллы, приютившие в своих тканях водоросли, вследствие этого симбиоза при оптимальных параметрах воды и хорошем освещении легки в содержании.

поскольку только в этом случае у кораллов будет шанс пережить атаки хищников и одержать верх в борьбе за субстрат.

Насколько такая высокая производительность известняка благоприятна для жизни зооксантелльных твердых кораллов, настолько же сильно она ограничивает географическое распространение рифов. Пышные коралловые рифы находятся только в тропических широтах, в пределах так называемых 20-градусных изотерм, где средняя минимальная температура поверхностных слоев воды никогда не опускается ниже  $18^\circ\text{C}$ . При температурах ниже этой отметки синтез известняка зооксантелльных кораллов резко снижается, а то и вовсе останавливается (LOYA & KLEIN, 1997).

Оптимальной для роста кораллов является среднегодовая температура в  $25\text{--}26^\circ\text{C}$ .

Совсем по-другому протекают эти жизненно важные процессы у неззооксантелльных кораллов, то есть тех видов,



Кораллы, не имеющие симбиотических водорослей, как этот редкий мягкий коралл из рода *Chironephtha*, полностью зависят от наличия в воде планктона. В этой связи их содержание в неволе связано с определёнными трудностями.



Количество извести, которое производится организмами кораллового рифа ежегодно по всему миру, оценивается в 900 миллионов тонн в год. Один квадратный метр крыши рифа в Красном море ежегодно производит 4 килограмма извести.



Удильщики – забавные охотники. С помощью «удочки», отростка кожи на лбу, они привлекают свою добычу и затем полностью заглатывают её. Фото: D. Кноп.

которые не образуют симбиоза с зооксантеллами. По причине их отсутствия эти кораллы растут намного медленнее, чем их зооксантелльные сородичи. Кроме того, чтобы выжить, им приходится ловить планктон. Вследствие этого они не зависят от источника света, но полностью зависят от силы течения, которое приносит планктонные организмы. Следовательно, незooksантелльные кораллы находятся преимущественно в районах с сильным течением. Они также адаптировались к биотопам, находящимся в полутени и темноте. Незooksантелльные кораллы живут под навесами скал и в пещерах, то есть везде, где из-за отсутствия света не могут существовать быстро растущие зооксантелльные кораллы. Таким образом, у незooksантелльных кораллов в борьбе за субстрат нет конкурентов. Теснота, ограниченная площадь коралловых рифов и невообразимо огромное количество животных привели к тому, что

в процессе эволюции здесь между различными видами установились невероятнейшие по своим формам отношения.

Перечислю кратко лишь некоторые из них: отношения «рыба-рыба» (например, симбиоз чистильщиков с другими рыбами) или «рыбы-актиния», симбиоз между раками-шелкунами и бычками и, не в последнюю очередь, «коралл-водоросли» – без этого симбиоза возникновение коралловых рифов было бы вовсе невозможно. Но и в наши дни практически ежедневно обнаруживаются и описываются новые интересные формы этих взаимоотношений. По многообразию форм и красок коралловые рифы можно было бы сравнить лишь с царством насекомых, а вот по набору тех уловок, которые используют морские хищники, чтобы поймать свою жертву, им точно нет равных. Так, к примеру, у рыб-удильщиков на голове, прямо перед ртом, формируются червеобразные отро-

стки, шевеля которыми, они приманивают мелких голодных рыбок.

Особую роль играют маскировка и имитация. Расцветка и формы, скрывающие контуры животного, подражание ядовитым рыбам или имитация водоросли на морском лугу – всё это можно найти в коралловых рифах. Но за многим из этого можно наблюдать в домашнем биотопе под названием «морской аквариум».



Без маскировки в коралловом рифе не прожить: рыба-крокодил, *Cociella sp.*, поджидает свою жертву, «затерявшись» на фоне рифовых декораций Красного моря.

Пожалуй, самое известное сообщество в коралловом рифе: тесные симбиотические отношения между амфипрionsами (на фото – *Amphiprion nigripes* с кладкой икры) и актиниями (на фото – *Heteractis magnifica*).

## Биотоп – морской аквариум

### Хорошие условия – успех в содержании.

Морской аквариум должен наиболее полно имитировать биотоп кораллового рифа. Главная цель – это создание хороших условий для рыб и беспозвоночных животных, насколько это вообще возможно в аквариуме. В нём низкие концентрации питательных веществ важны не меньше, чем «правильное» освещение, течение, кормление и подбор животных. Только при соблюдении всех этих критериев в морской аквариумистике можно добиться успеха.

Прежде чем заняться установкой аквариума, необходимо определиться с его типом. В принципе, различают три типа морских аквариумов: 1) рыбный аквариум без беспозвоночных, как это было в начале становления морской аквариу-

мистики; 2) аквариум, где главное место занимают беспозвоночные, а рыбам отведена второстепенная роль; 3) аквариум смешанного типа с рыбами и беспозвоночными.

Аквариумы последнего типа сегодня доминируют над остальными, их часто называют рифовыми аквариумами. У каждого типа своя «изюминка» и различные требования к размерам, техническому оснащению и владельцу. Но даже среди аквариумов одного и того же типа эти требования могут варьироваться: например, в отношении объёма, качества воды и даже таких простых вещей, как высоты грунта. Возьмём рыб-хирургов: это весьма под-

Примером для подражания морскому аквариумисту должен служить биотоп «коралловый риф» во всём многообразии его обитателей.





Королевскую грамму (*Gramma loreo*) можно успешно содержать в небольших аквариумах объёмом 100–150 литров. Впрочем, у себя на родине, в Карибском море, эта рыбка защищает территорию, редко превышающую площадь больше одного квадратного метра.

вижные существа, к тому же они вырастают очень большими. Им необходимы просторные аквариумы с мощным течением. Столитровой «банки» хирургам, по определению, будет мало.

А вот для пары королевских грамм (*Gramma loreo*) этого объёма вполне достаточно. Если нырнуть где-нибудь в Карибском море, природном месте обитания королевских грамм, то можно увидеть, как эта красивая рыбка, живущая часто большими стаями у скалистого утёса, занимает и защищает территорию площадью 30x30 см. Такие «запросы» удовлетворить в аквариуме очень легко.

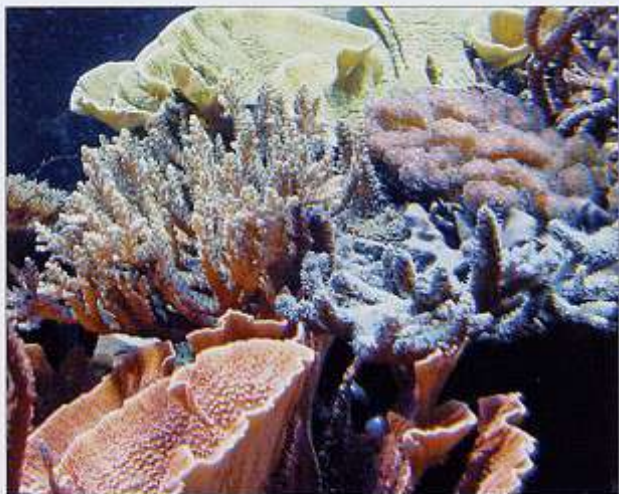
Другой немаловажный момент при содержании рыб – их агрессия. Некоторые морские рыбы настолько воинственны, что стараются уничтожить конкурентов, похожих на себя. Можно представить, как это сказывается на рыбе, которую постоянно третируют. Существуют также рыбы, например, мандаринки (*Synchiropus picturatus*), которые в маленьких аквариумах – даже с множеством укрытий – убивают однополых особей своего же вида. Многих рыб можно содержать парами или небольшими группами. Если это возможно, то к этому надо стремиться, так как только в этом случае вас ждут интересные наблюдения за рыбами, особенно, если

они начнут нереститься. О специфической агрессии я ещё буду говорить в главе о рыбах и дам несколько рекомендаций (см. стр.120).

Альтернативой естественным декорациям в рыбных аквариумах могут служить искусственные кораллы, из которых также можно построить «риф». В любом случае, искусственные кораллы очень быстро зарастут водорослями, в результате чего их придётся часто чистить.







В «банках» с твёрдыми кораллами обычно содержат небольшое количество рыб. Основное внимание здесь уделяется «строителям рифа».

Если же вы хотите сконцентрироваться исключительно на содержании беспозвоночных животных (морской аквариум второго типа), то размеры аквариума будут играть скорее второстепенную роль. У них нет ни нижних, ни верхних пороговых величин, однако новичкам из практических и финансовых соображений хотелось бы посоветовать начать с объемов в 250–500 литров.

Для аквариумов, населённых исключительно беспозвоночными, приоритетное значение имеет качество воды, течение и количество света. При приобретении питомцев следует обращать внимание на то, чтобы у них были примерно одинаковые потребности. Это в существенной мере облегчит запуск и содержание аквариума. Животных размещают так, чтобы они не соприкасались друг с другом, при этом нужно учитывать скорость роста и агрессивность (токсичность) кораллов. В природе кораллы борются за каждый сантиметр субстрата, используя для этого физические и химические средства (BROCKMANN, 2000). Быстрорастущие виды затеняют своими ветками медленнорастущие, при соприкосновении более токсичные кораллы поражают ткань менее токсичных. Подобная тактика ведения «военных действий» развилась до такого уровня, что некоторые кораллы (например, галаксея обыкновенная *Galaxea fascicularis*) обзавелись настоящим биологическим оружием – стрекочущими щупальцами длиной до 10 см. С их помощью они держат своих конкурентов на расстоянии. Эти примеры призваны показать необходимость представления кораллам достаточной для их роста и развития площади. При описании кораллов, подходящих для начинающих аквариумистов, я более обстоятельно рассмотрю этот аспект (см. стр.148).



Хирурги, на фотографии белогрудый хирург (*Acanthurus leucosternon*), – очень резвые рыбы, нуждающиеся в относительно просторных аквариумах.



Аквариумы с хорошо продуманным соотношением беспозвоночных и рыб представляют собой фантастическое зрелище. Однако на то, чтобы создать такие сообщества животных, как это сделал Р. Гриссмар из Ульма (на фото), понадобится несколько лет, в течение которых будет накапливаться драгоценный опыт.

Третий тип аквариума – с рыбами и кораллами (так называемый рифовый аквариум) – является, на мой взгляд, самым красивым из всех, но и самым проблематичным, поскольку здесь мы имеем дело с комбинацией сложностей содержания двух других типов. Но, пожалуй, именно это обстоятельство делает этот тип самым привлекательным для аквариумистов, так как возможности формирования гармоничного подводного сообщества из рыб и кораллов бесконечно велики, наблюдения за ним часто превосходят все ожидания. В рифовых аквариумах необходимо учитывать потребности и рыб, и кораллов,

то есть требуется большое пространство для плавания, отличное качество воды, идеальное течение, качественный свет для беспозвоночных. Кроме того, следует учитывать взаимную переносимость или, лучше сказать, непереносимость кораллов и рыб. Не каждый морской анемон подходит к каждой рыбе, и, наоборот, не всех рыб можно содержать с кораллами. Одна из причин – предпочтения рыб в пище. Отдельные виды (особенно семейство рыб-бабочек, *Chaetodontidae*) специализируются на коралловых полипах. Их соседство с кораллами в рифовом аквариуме неминуемо привело бы к гибели последних.



Несмотря на проблемы с адаптацией, рыба-пинцет (*Chelmon rostratus*) довольно частый гость рифовых аквариумов. К сожалению, всегда сохраняется опасность того, что многие особи рано или поздно проявят гастрономический интерес в ракушкам и крупнополипным твёрдым кораллам.

Одни виды рыб поедают моллюсков, у других – гастрономические предпочтения даже в рамках своего вида варьируются от рыбы к рыбе. Лучше всего это проиллюстрировать на рыбе-пинцете (*Chelmon rostratus*), которую аквариумисты нередко используют для борьбы со стеклянными розами (аиптазиями). Некоторые пинценты совсем равнодушны к моллюскам, другие, напротив, с самого начала проявляют к ним интерес, у третьих он просыпается позже: лишь спустя несколько лет они резко меняют свои привычки и принимаются за моллюсков. Эти немногочисленные примеры показывают, насколько важно хотя бы в общих чертах иметь представление о том, каких животных вы хотите содержать, чтобы соответствующим образом оформить аква-

риум и избежать ненужных жертв. С другой стороны, ясно, что морской аквариум является динамичной системой, подверженной постоянным изменениям. Со временем он будет меняться, причем не всегда в запланированном аквариумистом направлении. Возможно, интерес аквариумиста также изменится, и тогда аквариум с мягкими кораллами превратится в «банку» с твёрдыми кораллами, или же владелец аквариума захочет поэкспериментировать с другими видами рыб. А может быть, он откроет для себя всю прелесть актиний и рыб-клоунов, чтобы затем стать свидетелем завораживающего симбиоза между ними. Всё это возможно при соответствующем планировании и оборудовании морского аквариума.



Как это ни печально звучит, но многие рыбы-бабочки, как этот *Chaetodon reticulatus* из Новой Гвинеи, не годятся для содержания в аквариуме. А всё из-за их специфического рациона: бабочки специализируются на коралловых полипах. В большинстве случаев они отказываются принимать суррогатный корм.

### Характерные черты различных типов морского аквариума: о важном – коротко

Тип 1: Рыбные аквариумы населены исключительно рыбами

- Характеристика:
- низкие концентрации неорганических питательных веществ (см. стр. 46)
  - хорошее качество света (см. стр. 27)
  - очень хорошее течение (см. стр. 39)
  - при выборе аквариума необходимо учитывать длину взрослых рыб и их «стиль» плавания

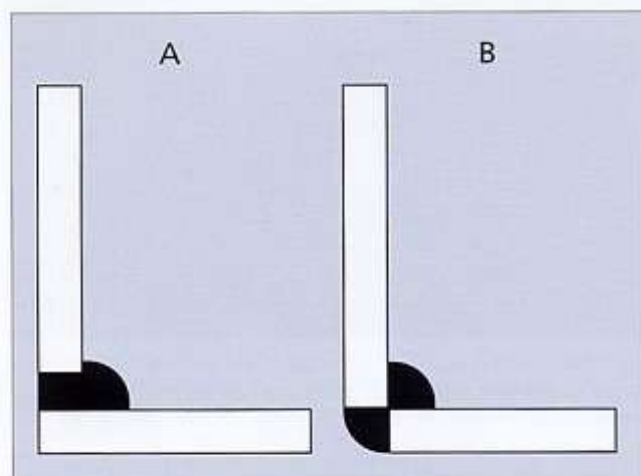
Тип 2: Аквариумы с беспозвоночными населены преимущественно беспозвоночными

- Характеристика:
- крайне низкие концентрации неорганических питательных веществ (см. стр. 46)
  - очень хорошее качество и количество света (см. стр. 27)
  - очень хорошее течение (см. стр. 39)
  - размер аквариума играет второстепенную роль

Тип 3: Рифовые аквариумы населены рыбами и кораллами

- Характеристика: складывается из свойств типов 1 и 2
- Важно обеспечить:
- крайне низкие концентрации неорганических питательных веществ (см. стр. 46)
  - очень хорошее качество и количество света (см. стр. 27)
  - очень хорошее течение (см. стр. 39)
  - при выборе аквариума необходимо учитывать длину взрослых рыб и их «стиль» плавания

Стандартный аквариум в морской аквариумистике является цельностеклянным, при этом его дно и боковые стенки склеены силиконовым клеем. Такие аквариумы отличаются особой прочностью и служат более 15 лет. Сегодня, как правило, используется черный силиконовый клей, чтобы предотвратить вращение водорослей в клеевой шов.



Цельностеклянные аквариумы – стандарт в современной морской аквариумистике. Слева (А) схематически показана склейка внахлест, справа (В) – склейка встык. Оба вида склейки рекомендуются в одинаковой степени.

Существует два вида склейки – внахлест и встык. В первом случае стёкла соединяются друг с другом тонким слоем клея (герметика) и проклеиваются с внутренней стороны аквариума по углам ещё одним слоем, во втором стёкла ставятся под прямым углом так, что касаются друг друга внутренними краями, а образовавшийся угол между ними заполняется герметиком. Какой вид предпочесть – личное дело каждого. По своему опыту могу сказать, что оба способа зарекомендовали себя одинаково хорошо. Правда, у склейки встык всё же есть своё преимущество: швы, соединяющие стекла, дополнительно защищены наплывом силикона. Однако эти аквариумы из-за большего расхода клея стоят дороже.

## Размеры

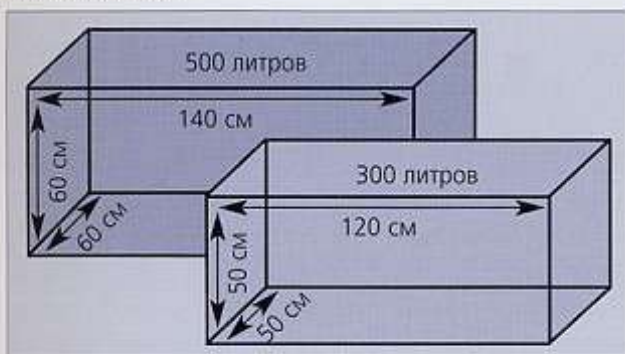
Размеры аквариума зависят от двух факторов: во-первых, от имеющегося в наличии места, во-вторых, от собственных финансовых возможностей. Очень маленькие аквариумы, вмещающие всего несколько литров (так называемые наноаквариумы, КНОР 2003) и огромные «банки» на несколько тысяч литров очаровывают по-своему. Но большие объёмы требуют немалых расходов. В первую очередь, с ростом аквариумных габаритов очень резко повышается плата за потребляемую электроэнергию, которая составляет основную часть затрачиваемых средств. Приведу пример: аквариумы с размерами 200x80x60 см (длина x ширина x высота) сегодня обычно оснащаются как минимум двумя лампами HQI мощностью по 250 ватт каждая. При ежедневной продолжительности освещения по 9 часов и средней цене за 1 киловатт/час в 0,155 евро стоимость использования только двух ламп (500 ватт) составит в день 0,70 евро или 21 евро в месяц. А ведь здесь ещё не учтены другие электроприборы.

Рифовый наноаквариум Даниэля Кнопа. Фото: D. Кноп.





Большой рифовый аквариум Вильгельма Циммерманна, г. Мундеркинген.



Размеры аквариума зависят исключительно от площади квартиры и наполняемости собственного кошелька. Содержание маленьких аквариумов (например, нано) для новичков связано с большими проблемами, чем уход за крупными «банками». Правда, большие аквариумы влекут за собой косвенные расходы (особенно траты на электроэнергию). Для начала я могу посоветовать объёмы от 300 до 500 литров.

### Не большой и не маленький

Начинающим можно посоветовать аквариумы от 300 литров (например, 120x50x50 см) до 500 литров (например, 140x60x60 см), хотя лично я склоняюсь к высшей из этих границ. В аквариумах меньшего объёма и упомянутых наноаквариумах новичкам в нашем хобби очень трудно вести химический и биологический контроль, большие же аквариумы, наоборот, имеют более стабильную систему и прощают любителю мелкие ошибки, но они, как уже говорилось, и более затратные.

Если длина аквариума, в основном, зависит от свободного места в квартире, то его глубину уже определяет эстетика. В любом случае, выбирая между глубокими и неглубокими аквариумами, следует отдать предпочтение первым. Аквариумы глуби-



В узких аквариумах ветки кораллов очень быстро достигают передней стенки и начинают использовать её в качестве субстрата. Поэтому лучше использовать широкие «банки» (к примеру, 80 см). Фотография показывает, как твёрдый коралл акропора закрепляется своей ногой на смотровом стекле.

ной в 80 см проще обслуживать (практически не нужны вспомогательные средства), а также проще и интереснее декорировать, чем узкие и неглубокие. В глубоких аквариумах кораллы имеют более естественный вид, тогда как «мелководные» аквариумы с доросшими до передней стенки кораллами выглядят переполненными. Наконец, рыбы чувствуют себя в глубоких аквариумах лучше. Поэтому если вы стоите перед выбором покупать более длинный и широкий или более глубокий аквариум, то стоит пожертвовать парой-тройкой сантиметров в пользу глубины.

### Откачка поверхностной воды

В зависимости от фильтрующей системы аквариум может иметь отверстия (см. стр. 22), через которые аквариумная вода поступает по трубкам в фильтрующий аквариум. Решающим здесь является то, чтобы поверхностная вода проходила через фильтр, поскольку именно на поверхности образуется бактериальная плёнка, состоящая из всевозможных бактерий, водорослей и других мельчайших частиц. Эта плёнка увеличивает нагрузку на биологическое равновесие аквариума, нарушает его эстетическое восприятие, а также изменяет качество и коли-

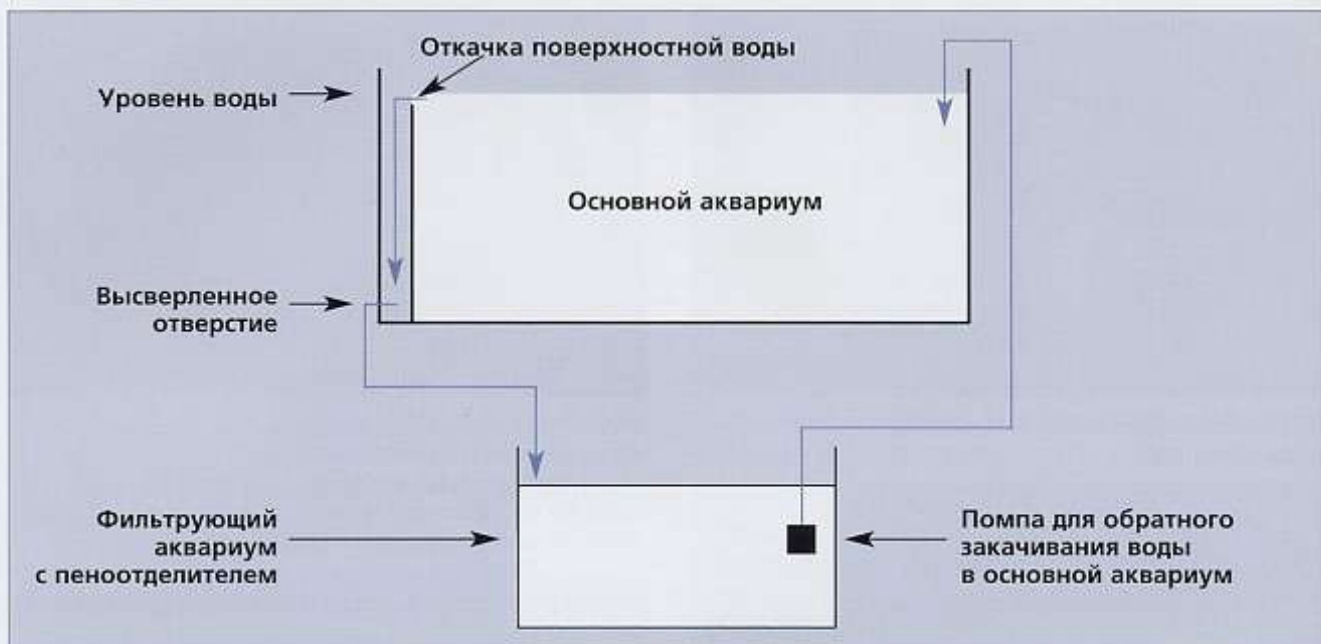


Схема системы откачки поверхностной воды: сильно загрязнённая вода течёт через высверленное отверстие по трубкам в фильтрующий аквариум, в котором, к примеру, находится пеноотделитель (на схеме не представлен). С помощью помпы очищенная вода закачивается обратно в основной аквариум. Вся система из двух аквариумов функционирует так, чтобы при каком-либо сбое ни один из них не переполнился. Направление течения воды указано стрелками.



Откачка поверхностной воды предотвращает образование заплесневелой плёнки. Эта плёнка аккумулирует вредные органические соединения и кроме того снижает качество и количество света, который попадает в аквариум.

чество света, который попадает в аквариум (см. стр. 27). К тому же, она препятствует пассивному газообмену на поверхности воды. Чтобы не допустить образования плёнки, используется откачка поверхностной воды. Для этого в одном из задних углов приклеивается небольшая коробочка, верхние края которой находятся непосредственно

под поверхностью воды. Поверхностная вода переливается через край и попадает через высверленное отверстие, расположенное ниже коробочки, в фильтрующий аквариум. Чтобы рыб или беспозвоночных не засосало течением, верхний край коробочки нужно закрыть частым гребнем, через зубцы которого может пройти только вода. Из фильтрующего аквариума вода возвращается в основной аквариум с помощью соответствующей помпы.

## Место для аквариума

Место, где будет стоять аквариум, выбирается по чисто эстетическим соображениям. Единственное правило – вода не должна нагреваться. Температура выше 30° С приводит к обесцвечиванию и в большинстве случаев – к гибели кораллов (см. стр. 74). Это следует учитывать особенно при размещении аквариумов в зимних садах, которые при прямом солнечном свете очень быстро нагреваются даже зимой.

Раньше считалось, что нужно избегать попадания прямого солнечного света на аквариум. Вкупе с высокой концентрацией питательных веществ (прежде всего фосфатов и нитратов) это нередко приводило к нежелательному росту водорослей. Сегодня благодаря эффективным фильтрам это положение больше не действует. И даже наоборот, многие публичные аквариумы сконструированы так, чтобы принимать солнечный свет по максимуму. Он дополняет искусственное освещение, в результате чего кораллы растут быстрее и приобретают насыщенную окраску.

## Оформление внешней задней стенки

Как правило, внешняя задняя и боковые стенки декорируются снаружи, чтобы скрыть видимую через стекло стену или обои. Если нет желания применять декорации, имеющиеся в продаже, то можно покрасить стенки водоотталкивающей эмалевой краской или лаком. Лично я использую для этой цели либо чёрную краску, которая усиливает контраст между декорацией и живыми животными, либо синюю, которая при правильном освещении и регулярной чистке стенок улучшает оптический эффект глубины. К какому в итоге варианту вы придёте, зависит от вашего вкуса. В любом случае подобное оформление не влияет на поведение рыб. Следует, однако, взять на заметку, что в прохладных помещениях необходимо изолировать заднюю и боковые стенки от влияния низких температур, чтобы сэкономить на стоимости электроэнергии. Для этого можно использовать пластины из полистирольного пенопласта (полистирола), как это показано на стр. 25. Чтобы эти пластины не портили общий вид аквариума, их следует заклеить или покрасить в цвет, гармонирующий с общим интерьером комнаты.



Если вы комплектуете аквариум самостоятельно, желательно приобрести для задней стенки фон, который будет скрывать вид стены с обоями. Вместо фона с морскими мотивами лучше всего использовать чёрный водоустойчивый лак, который будет усиливать контраст между декорациями и животными.

## Заводская комплектация или модульный принцип?

Многие производители предлагают полностью укомплектованные системы для рифовых аквариумов (сам аквариум, тумбочка и оборудование). Они работают безукоризненно. Тем не менее, эти системы имеют стандартные размеры, что подчас мешает оптимально использовать имеющуюся в наличии любителя площадь. Иногда они оснащены такими техническими компонентами, использование которых для «нормального» рифового аквариума не подходит. Альтернативой в этом случае служит приобретение отдельных компонентов. Такой подход позволяет не только варьировать размеры и форму аквариума, но и оснащать его оборудованием, точно отвечающим потребностям животных, которых планируется содержать. Ведь, к примеру, рыбные аквариумы имеют технические требования, отличные, скажем, от требований аквариумов, в которых содержатся только твёрдые кораллы.

Использование модульного принципа, то есть приобретение необходимых компонентов оборудования по отдельности, предполагает, что ещё до фазы планирования вы должны чётко знать, каких





Если вы планируете аквариум с нестандартными размерами, то сваренная металлическая подставка будет служить ему стабильной основой. Подставку можно обклеить или облагородить каким-то другим образом, чтобы она не выделялась на фоне интерьера комнаты.

животных будете содержать. Лучшие источники подобной информации – специализированные книги, журналы, профессиональные продавцы и аквариумные клубы, занимающиеся содержанием и размножением морских животных. Настоятельно советую начинающим аквариумистам вступать в такие клубы. Здесь вы получите полезные советы: может быть, они и не исключат всех ошибок на начальном этапе (а куда же без них?!), но смогут свести их к минимуму.

## Установка аквариума

Подыщите для установки аквариума надежное место: следует исключить факторы, вызывающие колебания основы, на которой он будет находиться. В качест-

ве подставки подойдут различные тумбочки, продающиеся в аквариумных салонах. Существуют, впрочем, и другие возможности. Подставку можно смастерить собственноручно, имея лишь сварочный аппарат. Готовую конструкцию можно обклеить специальной плёнкой, подходящей под цвет мебели в комнате. Ну а проще всего изготовить её из газобетонных блоков: их стоимость невелика, а продаются они в любом строительном супермаркете. Разумеется, их тоже следует обклеить декоративной пленкой. При использовании этих блоков необходимо склеить их между собой. Изготавливая подставку самостоятельно, помните, что она должна прочно и стабильно выдерживать вес аквариума. В этой связи короткий пример: один литр воды весит при 4 °C 1 килограмм. Однако

в зависимости от плотности воды этот показатель может быть выше. Это означает, что чистый вес 200-литрового аквариума будет больше 200 кг. Сюда же стоит прибавить вес самого аквариума и декораций. Необходимо также помнить о максимальной допустимой нагрузке на пол в квартире. В новостройках с железобетонными перекрытиями вес стандартного аквариума, как правило, не создает никаких проблем. Несколько хуже дело обстоит со старыми зданиями, где всю тяжесть на себя принимают деревянные балки. В них очень проблематично установить крупные аквариумы, особенно когда весь вес аквариума приходится на одну продольную балку, а не распределяется на несколько поперечных. Тем не менее, и в таких домах можно иметь большие «банки». Если вы сомневаетесь, обратитесь за консультацией в соответствующие эксплуатационные службы.

Аквариумы должны стоять ровно, значит, тумбочку следует установить, используя уровень (ватерпас) или, ещё лучше, прикрыв его к ней. Для самостоятельного изготовления тумбы рекомендуется взять цельную деревянную панель. Минимальная толщина плит, которые использую я, составляет 30 мм, они покрыты водоотталкивающим лаком. Закрепляя плиту на стойках, следите за тем, чтобы на её поверхности не было выступающих шурупов или гвоздей. Такого рода неровности могут привести к точечной нагрузке на стекло и его растрескиванию. Только не стоит ставить аквариум непосредственно на деревянную плиту, положите на неё для начала слой стиропоровых плит толщиной примерно 10 мм. Его можно поместить полностью на одну или несколько стиропоровых плит или на фрагменты



Дно аквариума

Полоски из стиропора (ширина примерно 10 см)

Столярная плита, пропитанная водоотталкивающим лаком

Подставка для аквариума

Если вы конструируете тумбочку для аквариума самостоятельно, то в качестве подкладки под «банку» можно использовать пропитанную водоотталкивающим лаком столярную плиту. Однако сам аквариум ставится не на плиту, а на 10-миллиметровый слой стиропора, который, соответственно, кладётся на столярную плиту. При этом аквариум размещают на одну или несколько стиропоровых пластин или же на стиропоровые полоски шириной около 10 см, расстояние между которыми составляет несколько сантиметров. Однако боковые стенки аквариума должны полностью опираться на стиропоровые полоски или пластины.

шириной около 10 см, расстояние между которыми равняется нескольким сантиметрам. При этом боковые стенки должны стоять полностью на стиропоровых пластинах. Лично я предпочитаю вариант с фрагментами, поскольку в этом случае аквариумы получают оптимальную основу, за счёт которой сглаживаются последние неровности тумбы.

#### Аквариум: о важном – коротко

Оптимальные размеры для начинающих:

Особые меры предосторожности:

300–500 л (например, 120x50x50 см или 140x60x60 см)

Аквариум должен занять ровное положение на стиропоровых пластинах или их фрагментах (полосках)

## Основное техническое оснащение морского аквариума

Как было описано выше, в принципе, существует три типа морских аквариумов: 1) рыбный аквариум, 2) аквариум с беспозвоночными и 3) «смешанный» аквариум с беспозвоночными и рыбами. Эти различные типы аквариумов и их обитатели определяют техническое оснащение «банки». Оно может быть очень простым и отвечать «запросам» определенных ви-

дов животных (например, специальный аквариум для морских анемонов и анемоновых рыбок) или очень сложным, предназначенным для содержания групп животных с «узкой специализацией», скажем, таких, как незооксантелльные мягкие и твёрдые кораллы. Впрочем, основное техническое оснащение всех морских аквариумов включает в себя четыре ком-

Техническое оснащение аквариума зависит от того, каких животных вы собираетесь содержать в нём. На фотографии представлен анемоновый аквариум с рыбой-клоуном *Amphiprion percula* и его симбиотической актинией *Entacmaea quadricolor*. Тем не менее, технические основы для любого типа аквариума остаются неизменными: адекватное освещение и течение, а также наличие пеноотделителя и системы обогрева.





Аквариумы, в которых будут содержаться зооксантелльные кораллы (на фото – красная *Distichopora* sp. на заднем фоне) и губки, несомненно, чрезвычайно красивы. Однако для создания такой «банки» потребуются немалые вложения: как финансовые, так и временные.

понента: освещение, течение, фильтрация, а также подогрев или охлаждение. Далее мне бы хотелось представить все эти компоненты.

## Освещение

Освещение морского аквариума имеет два важных значения: эстетическое и биологическое.

### Эстетическая составляющая

Только в правильно освещённых аквариумах ваши питомцы смогут показать себя во всей своей красе. Существуют различные способы и типы освещения, позволяющие сделать из аквариума украшение или, лучше сказать, живую картину. От лабиринта из пещер до крыши рифа, от имитации лунных фаз до спецэффектов с применением вспышек – технически можно

сделать всё! Можно даже пускать по поверхности солнечные блики с помощью ламп HQI. Однако в первую очередь нужно учитывать не эстетические соображения, а биологические потребности животных. Содержание зооксантелльных кораллов, чей рост зависит от интенсивности освещения, в «пещерных» аквариумах было бы таким же опрометчивым, как и размещение губок, предпочитающих тёмные гроты и ниши, под лампами HQI. Итак, прежде чем купить животное, следует найти информацию об условиях его жизни в природе и в соответствии с ними оснастить аквариум «правильным» светом.

### Биологическая составляющая

В рыбных аквариумах освещение играет скорее второстепенную роль и потому выбор соответствующего светильника в определённом смысле зависит от вашего



Энергию для жизни большинство кораллов черпает из солнечного света. С его помощью симбиотические водоросли производят необходимые для своих хозяев питательные вещества. Другими словами, без сильного солнечного света тропические рифы с зооксантелльными кораллами просто не смогли бы существовать.

эстетического вкуса. В отношении светового климата большинство видов рыб невзыскательны: особенно это касается интенсивности освещения и его спектрального состава. А вот в рифовых аквариумах, напротив, освещение играет очень важную роль. Как уже было описано в разделе о коралловом биотопе (см. стр. 8), многие кораллы имеют в своих тканях одноклеточные водоросли, производящие в ходе фотосинтеза питательные вещества для коралла-хозяина. Таким образом кораллы покрывают львиную долю своих ежедневных потребностей в энергии, которую они затем используют для поддержания всех процессов жизнедеятельности и роста. Энергию для осуществления самого фотосинтеза в коралловый риф поставляет солнечный свет, который в наших аквариумах заменяется системами искусственного освещения. Иначе говоря, все животные, содержащиеся в своих ор-

ганизмах зооксантеллы, нуждаются для питания и роста в очень хорошем освещении, а это, в свою очередь, касается и интенсивности освещения, и качества источника света.

### Интенсивность излучения, освещённость и световой спектр

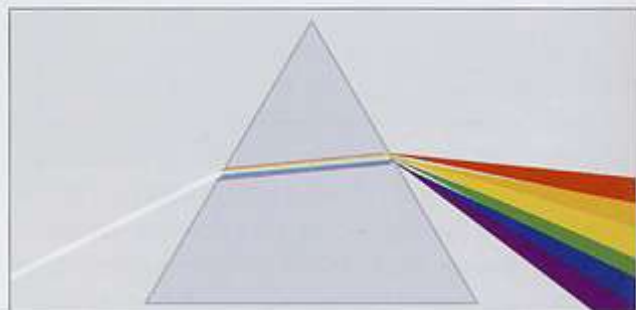
Под «интенсивностью излучения» и «освещённостью» подразумевается количество света, исходящее от его источника и попадающее в аквариум.

Освещённость (единица измерения – люкс, lx) отображает соотношение падающего потока света (единица измерения – люмен, lm) к освещаемой поверхности (единица измерения – квадратный метр, m<sup>2</sup>). Освещённость равна 1 lx, когда поток света в 1 lm попадает на площадь, равную 1 м<sup>2</sup>. На мелководье коралловых рифов освещённость очень высокая (VAN OMMEN, 1992). В полуденное время её значение колеблется между 114000 и 126000 lx. Чем глубже, тем меньше становится освещённость: на глубине 5 метров она уже составляет 28000–31000 lx, на отметке в 10 метров – 16000–17000 lx, а на 20 метрах – между 9100 и 10100 lx.

Так как большинство подходящих для аквариумного содержания кораллов в природе растут на мелководье, нам приходится обеспечивать им очень высокую освещённость.

К сожалению, измерение освещённости требует больших расходов и вряд ли может быть проведено в домашних условиях, поэтому в аквариумистике применяются данные опытов и экспериментов. Они были рассчитаны на основе мощности источника света (единица измерения ватт, W) и в зависимости от высоты аквариума. Например, в продаже можно найти металлогалогенные лампы мощностью 70, 150, 250, 400 и 1000 W, которые применяются в аквариумистике (см. ниже).

Разделение солнечного света на спектральные цвета: когда белый (солнечный) свет попадает на призму, то он распадается на цвета – красный, оранжевый, жёлтый, синий и фиолетовый.





Твёрдый коралл из рода *Fungia*: слева под дневным светом, справа – после стимуляции синтеза флуоресцирующих протеинов. Фото: J.Wiedenmann.

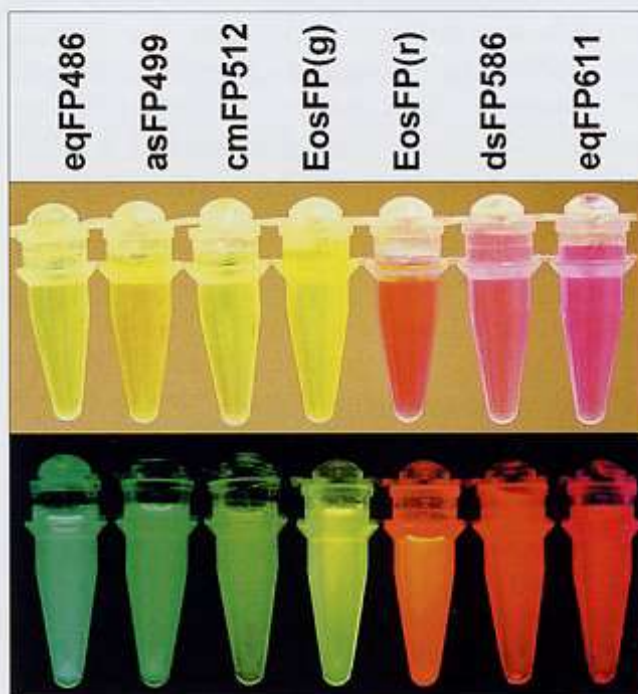


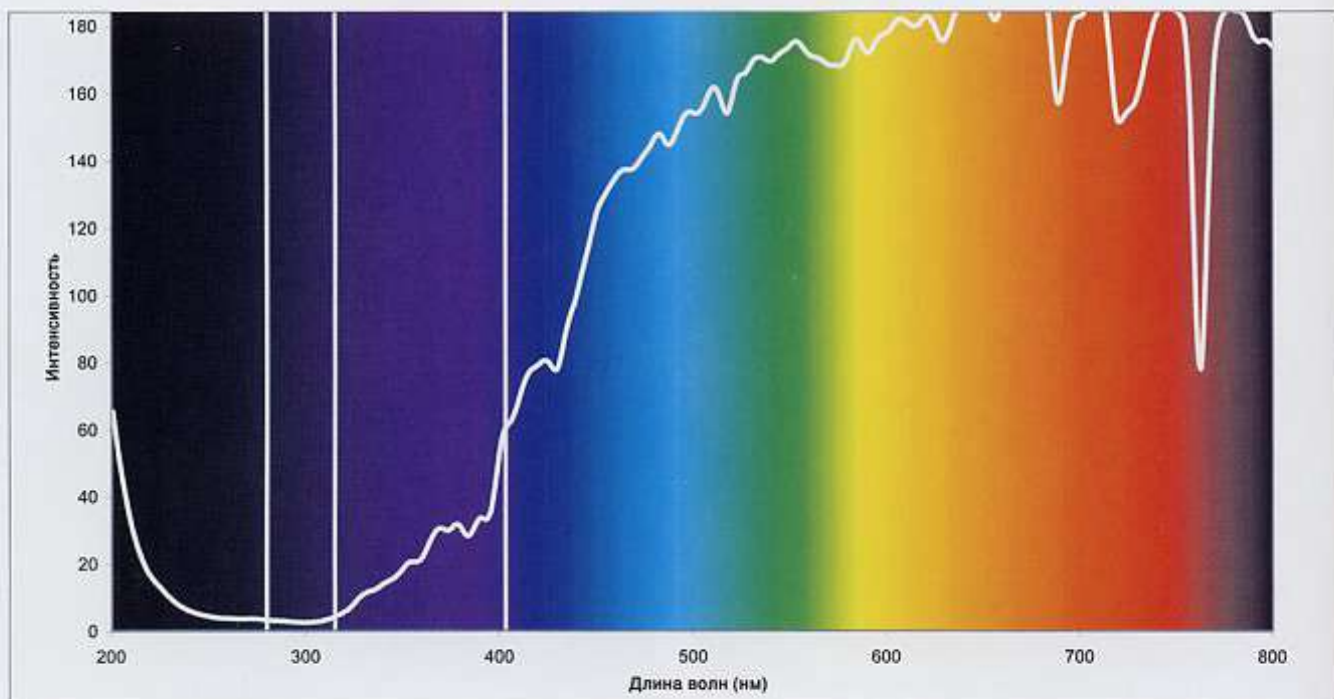
Цвет освещения говорит о спектральном составе света. Свет – это электромагнитное излучение, состоящее из волн различной длины (единица измерения – нанометр, nm).

Видимая человеческому глазу часть электромагнитного излучения находится в диапазоне 380–780 nm. Если разложить её, к примеру, с помощью призмы на составляющие, то фиолетовые тона займут диапазон между 380 и 420 nm, синие – между 420 и 490 nm, зелёные – между 490 и 575 nm, жёлтые – между 575 и 585 nm, оранжевые – между 585 и 650 nm, а красные – между 650 и 750 nm. Кроме того, существует излучение, которое не воспринимается человеческим глазом. К нему относится инфракрасное и тепловое излучение (в длинноволновом диапазоне свыше 750 nm), а также рентгеновское и гамма-излучение (короткие волны).

Наряду с видимым светом определённое значение в аквариумистике имеет и ультрафиолетовое излучение. Выделяют три поддиапазона ультрафиолетового излучения: UV-A, UV-B и UV-C.

У стрекающих животных были выделены флуоресцирующие протеины, которые применяются в современных биологических и медицинских исследованиях. У самих животных они выполняют самые различные функции. Верхний ряд показывает нормальную окраску, нижний ряд окраску после стимуляции синтеза флуоресцирующих протеинов. Фото: J.Wiedenmann.



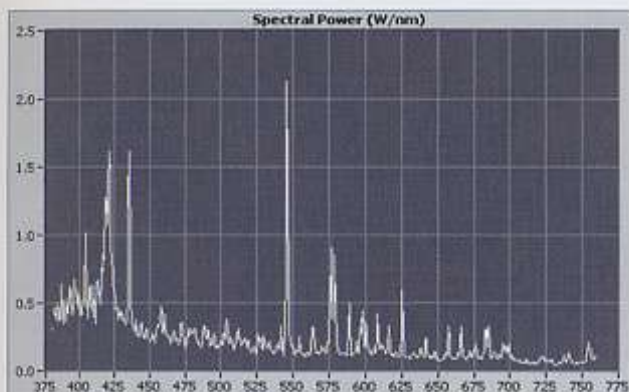


Спектр солнечного света, на фотографии – в погожий зимний день на юге Германии – можно измерить и представить в виде диаграммы. Белая линия показывает интенсивность света при определённой длине волны к определённому моменту времени. Интенсивность может меняться в зависимости от таких параметров, как положение солнца или облачность. Диаграмма: S. Brunnengräber.

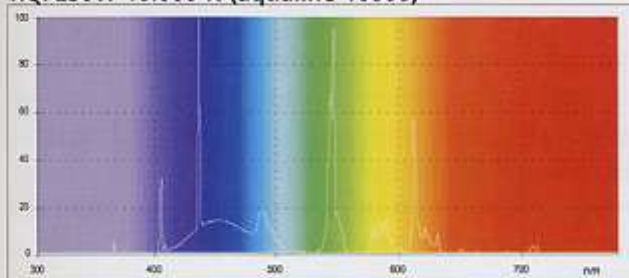
UV-A-излучение (315–400 nm), которое проникает через обыкновенное силикатное стекло, вызывает флуоресценцию кораллов. Этому явлению способствует целый ряд различных флуоресцирующих пигментов, биологические функции которых различны. С одной стороны, пигменты защищают кораллы от опасного ультрафиолета и высокой интенсивности света в чистой прибрежной воде (см. об этом WIEDENMANN, 2005), отражая, например, яркий видимый свет, который может тормозить процесс фотосинтеза зооксантелльных водорослей и даже вызывать у кораллов стресс. С другой стороны, флуоресцирующие пигменты кораллов, живущих на большей глубине или в тени, выполняют, видимо, абсолютно противоположные функции. Очевидно, они усиливают действие получаемого солнечного света и повышают эффективность фотосинтеза симбиотических водорослей, что, естественно, способствует лучшему снабжению кораллов питательными веществами.

UV-B (280–315 nm) – это излучение, вызывающее у людей солнечные ожоги. То есть UV-B-излучение очень опасно и потому не должно попадать в аквариум. К счастью, нормальное силикатное стекло поглощает UV-B-волны, так что при использовании соответствующих защитных стёкол никакого вреда животным не наносится.

UV-C-излучение охватывает диапазон между 100 и 280 nm. Для живых тканей этот вид излучения чрезвычайно опасен. В аквариумистике UV-C-излучение применяется в UV-стерилизаторах (UV-лампах), с помощью которых вода освобождается от вредоносных бактерий. Очень часто UV-лампы применяются в аквариумах с рыбами и беспозвоночными в профилактических целях: ультрафиолет убивает паразитов, чьё развитие проходит в толще воды. Разумеется, попадание UV-C-излучения в аквариум недопустимо. Осветительные приборы, испускающие излучение поддиапазонов UV-C и UV-B, следует использовать только с за-



HQI 250W 10.000 K (aqualine 10000)

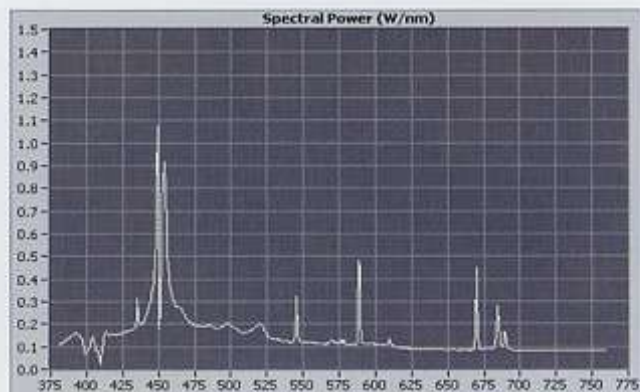


T5 54W 10.000 K (aqualine Reef White)

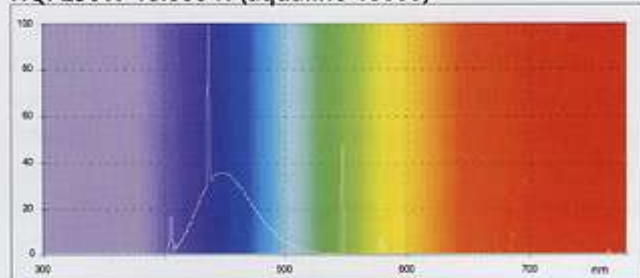
Цель каждого аквариумиста, планирующего запустить рифовый аквариум, – обеспечить своих животных светом, который по своему качеству и количеству будет соответствовать естественному солнечному свету. Только в этом случае кораллы хорошо растут и демонстрируют натуральную окраску. Для достижения этой цели наиболее подходящими источниками света будут светильники HQI 250 ватт с температурой 10000 K (спектр слева сверху) и HQI 250 ватт с температурой 16000 K (спектр справа сверху), а также трубки T5 10000 K (слева внизу) и T5 Reef Blue (справа внизу). Лампы с температурой света 10000 K наиболее точно имитируют естественный солнечный свет коралловых рифов. Источники света с температурой 16000 K и актинические лампы (Reef Blue) могут использоваться только в комбинации с цветностью света, равной 10000 K, или дневным светом (спектры любезно предоставлены фирмой Aqua Medic).

щитными стёклами, иначе очень быстро у рыб и беспозвоночных возникнут неизлечимые болезни (см. об этом THALER, 2005). Спектр дневного света можно измерить и представить в виде диаграммы. Целью каждого морского аквариумиста, особенно того, кто содержит рифовые аквариумы, является создание системы освещения, которая наиболее полно будет имитировать природный спектр света. Только в этом случае кораллы будут расти хорошо и покажут свои естественные цвета. В этой связи нужно упомянуть и ещё об одном понятии – температуре света, которая измеряется в кельвинах (K).

Какая же температура цвета наиболее благоприятна для рифового аквариума? Чтобы ответить на этот вопрос, предлагаю ещё раз



HQI 250W 16.000 K (aqualine 16000)



T5 54W Reef Blue (aqualine)

Объяснение температуры света физиками выглядит несколько запутанным: «Температура света – это температура абсолютно чёрного тела, при которой оно испускает излучение с той же цветностью (хроматичностью), что и рассматриваемое излучение».

В деталях

#### «Холодный» и «тёплый» свет

Для нас, практиков, это означает следующее: чем выше температура цвета, тем «белее», или «холоднее», свет. В этом случае преобладают фиолетовые, синие и зелёные составляющие цвета. Если температура цвета низкая, то свет становится «тёплым», при этом доминируют оранжевые и красные компоненты излучения.

обратиться к естественным условиям обитания аквариумных животных. Температура цвета солнца составляет примерно 5800 K. Но поскольку дневной свет представляет собой смесь из солнечного и отража-



емого атмосферой света, температура цвета в зависимости от погоды и времени года может достигать 30000 K (FOSSÅ & NILSEN, 2001). Исходя из этих величин, для рифовых аквариумов я рекомендую источники света с температурой цвета от 5200–6000 K (то есть лампы так называемого дневного света, для обозначения которых обычно используется английский термин «Daylight», сокращенно D). Если вы хотите, чтобы ваши кораллы имели оптимальную окраску, то приобретайте лампы с высокой температурой цвета (10000–13000 K). Светильники с ещё большим количеством кельвинов подходят только для специальных аквариумов или используются в качестве источников дополнительного освещения. Лампы с температурой цвета меньше 5000 K (отметка NDL = «холодный белый») не годятся для рифовых аквариумов, но используются в чисто рыбных «банках».

### Типы освещения для морских аквариумов

Для освещения аквариумов стандартных объёмов от 250 до 500 литров известны два типа ламп, отвечающих вышеназванным требованиям: HQI и T5.

### Освещение HQI

Сокращение HQI используется для обозначения металлогалогенных ламп производства фирмы Osram и уже давно стало нарицательным для такого типа ламп.

Говоря о металлогалогенных лампах, мы имеем в виду газоразрядные лампы высокого давления, принцип действия которых основывается на дуговом разряде. Выглядит это так: между обоими электродами лампы возникает искра, которая вызывает загорание лампы. В зависимости от наполнения излучается свет различной температуры цвета.

Как уже говорилось, для рифовых аквариумов подходят только лампы с цветовой температурой от 5200 K и выше. Из своего опыта могу сказать, что наиболее оптимальными являются HQI-лампы с температурой цвета между 10000 и 13000 K.

Для аквариумов с максимальной поверхностью 80x80 см и высотой водного столба 60 см, в которых содержатся нуждающиеся в хорошем свете мягкие кожистые и твёрдые кораллы, потребуется HQI-лампа мощностью 250 W с подходящим рефлектором. Для более высоких аквариумов (например, 80 см) следует приобретать 400-ваттные трубки, для «мелководных» аквариумов (высота до 50 см) будет достаточно лампы на 150 W. При этом расстояние между светильником и поверхностью воды должно составлять 35–40 см (берегите HQI-лампы от брызг; о том, как адаптировать кораллы к высокой интенсивности света, см. на стр. 37). Обратите внимание, что HQI-лампа с цоколем должна находиться за защитным стеклом, поскольку лампы этого типа излучают ультрафиолет, который может вызвать ожоги у животных и у самого аквариумиста (см. также стр. 29)!

Дополнительное преимущество освещения HQI-лампами состоит в том, что они создают в аквариуме эффект солнечных «зайчиков». Кто уже хотя бы раз нырял в тропических морях с аквалангом или маской, тот видел, особенно при ясной погоде и легкой волне, солнечные блики на песчаном дне лагун или известняковых отложениях коралловых рифов. HQI-светильники создают этот эффект на дне или декорациях аквариума. Солнечные «зайчики» имеют исключительно эстетическое значение и не выполняют никакой биологической функции.



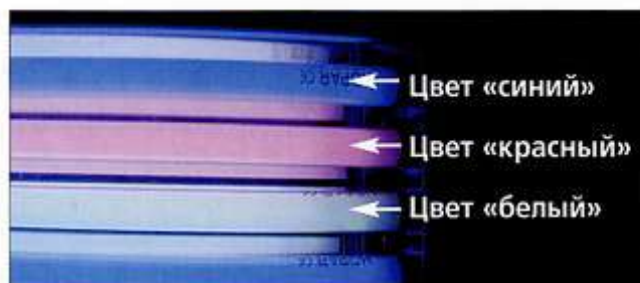
HQI-лампы – великолепное решение для рифовых аквариумов. На фотографии – лампа мощностью 250 ватт с температурой света 10000 K.

## Люминесцентные лампы

Люминесцентные лампы – это газоразрядные лампы. Принцип их действия достаточно прост. На концах длинной трубки (колбы), наполненной газовой смесью и окрашенной изнутри люминесцентным веществом, расположены два полюса. Как только трубка подключается к электрическому току, на полюсах создаётся высокое напряжение. В результате этого газовая смесь ионизируется и возникает электрический разряд. Образовавшееся в ходе электрического разряда излучение воздействует на люминесцентное вещество, и оно начинает светиться.

Если ещё до недавнего времени HQI-лампа считалась верхом совершенства в аквариумном освещении, то в последние годы альтернативу ей создают люминесцентные T5-лампы с диаметром трубки 16 мм. В отличие от использовавшихся T8-ламп (диаметр 26 мм), популярных главным образом у пресноводных аквариумистов, T5-светильники обладают большей мощностью света при меньшем потреблении электроэнергии и таким образом на 30% эффективнее. Кроме того, эти люминесцентные лампы имеют разную длину и цветность. А поскольку они ещё и очень узкие, то аквариумист без труда может разместить нужное количество трубок над аквариумом. Собрав все эти факты воедино, делаем вывод, что T5-лампами можно оптимально осветить почти любой аквариум. Правда, от них вы не получите типичных для морских лагун солнечных «зайчиков».

Для рифового аквариума особенно подходят T5-светильники различных производителей с цветностью Daylight (примерно 6000 К) или 10000 К. Эти трубки следует комбинировать вместе с «актиническими синими» или синими люминесцентными лампами в пропорции 2:1 (Daylight/10000 К: актинический синий/синий). Актинические синие лампы излучают практически только фиолетовый или синий цвет в волновом диапазоне 400 нм. Считается, что



Работают трубки T5: «синяя», «красная» и «белая». «Синий» и «белый» цвета подходят для морских аквариумов, «красный» – нет.

этот свет стимулирует рост кораллов, кроме того, благодаря различным пигментам, которые образуются за счёт света актинических синих ламп, кораллы выглядят более красиво. Ну и наконец использование люминесцентных трубок позволяет создавать эффект сумерек, что благоприятно отражается на самочувствии рыб.

В последнее время производители всё чаще предлагают как HQI-трубки, так и люминесцентные лампы с большей температурой цвета (15000 и 20000 К). В США они пользуются огромным успехом. Однако качество излучаемого ими света ниже и по сравнению с описанными выше светильниками (10000 К) их свет темнее, поэтому не все аквариумисты – из эстетических соображений – любят эти лампы. В этой связи я не рекомендую использовать трубки с очень высокой цветностью как единственный источник света в стандартных аквариумах, а вот комбинация



Морские аквариумы можно также хорошо осветить люминесцентными трубками. Вверху – трубка T8, внизу – T5.

с Daylight или лампами с цветовой температурой 10000 К видится мне вполне рациональной.

Количество люминесцентных ламп для оптимального освещения аквариума зависит, конечно же, от содержащихся в нём животных. Для аквариумов размерами 120–140x50x50 см (ДxШxВ), в которых будут расти зооксантелльные кораллы, ориентировочно понадобятся как минимум 4 T5-лампы длиной от 115 см (мощность каждой 54 W).

### Лунный свет

Многие аквариумисты создают имитацию лунного света. Этот лунный свет либо уже интегрирован в светильники, либо в крышку дополнительно встраивается «синяя» лампа накаливания низкой мощности (например, 25 W). Освещение лунным светом должно начинаться ещё при включённых «дневных» лампах или непосредственно после их отключения. Рано утром, после того как первые лучи естественного света попадут на аквариум, искусственную луну можно отключить.

Имитация лунного света выполняет две функции. Во-первых, в ночное время он помогает рыбам, испугавшимся чего-ли-

Имитировать лунный свет в морских аквариумах необязательно. Однако если вы хотите использовать лунный свет, то для этого подойдёт простая лампочка мощностью 25 ватт, которая будет включаться и отключаться с помощью реле времени.



бо, сориентироваться и избежать ненужных повреждений и стресса. Во-вторых, лунный цикл регулирует стратегию размножения беспозвоночных. Половое размножение кораллов, с одной стороны, способствует широкому распространению отдельного вида, а с другой – предотвращает близкородственное скрещивание. Однако проблема при половом размножении заключается в том, что сидячие беспозвоночные не могут объединяться в пары или нерестовые группы так же легко, как рыбы. Кроме того, нескоординированный выброс половых продуктов не принесёт никакого успеха, так как вероятность того, что два коралла одного и того же вида находятся близко друг от друга в момент нереста, очень мала. Я уже не говорю о том, что половые продукты кораллов служат пищей для многих рыб и животных-фильтровальщиков. Именно поэтому кораллы должны были развить «скоординированную» стратегию размножения, чтобы обойти эти проблемы. И стратегия эта регулируется в том числе и лунным светом. Речь идёт о так называемом массовом нересте, который происходит, к примеру, на Большом Барьерном рифе у северного побережья Австралии один раз в год (HARRISON & WALLACE, 1990). Во время такого нереста почти все кораллы и другие беспозвоночные одновременно выделяют в воду свои половые продукты. Это делает возможным успешное оплодотворение гамет и повышает шансы огромного числа образовавшихся организмов на выживание. Одним из факторов, вызывающих массовый нерест, является лунная фаза незадолго до полнолуния. Однако очевидно, что одного только лунного цикла недостаточно, поэтому существует и второй фактор – температура, которая должна достичь своего максимума. В том же Большом Барьерном рифе этот температурный максимум приходится на раннюю весну.



«Массовое икрOMETание» кораллов и ракушек вполне может привести к проблемам. Мало того, что их половые продукты загрязняют воду, так они ещё и снижают её качество, что может вызывать гибель отдельных животных.

На этом коротком примере видно, что одной только имитации лунного света будет недостаточно, чтобы вызывать в аквариуме нерест кораллов: требуется имитация отдельных лунных фаз – новолуния и полнолуния. В наши дни для этого существуют технические возможности, однако подобное оборудование стоит очень дорого (см., к примеру, FOSSÅ & NILSEN, 2001). В любом случае, если только вы не собираетесь специализироваться на половом размножении кораллов, такие затраты вам не нужны. Стоит также отметить, что в нормальном аквариуме массовый нерест беспозвоночных может повлечь за собой серьезные проблемы. Так, гигантские ракушки семейства *Tridacnidae* выделяют такое количество половых продуктов, что очень быстро качество воды ухудшается,

и многие животные погибают. Тем не менее, простая (без чёткого соблюдения фаз) имитация лунного света в аквариуме по названным выше причинам целесообразна. Кроме того, она облегчает ночные наблюдения за животными.

#### Имитация лунного света: о важном – коротко

Функции:

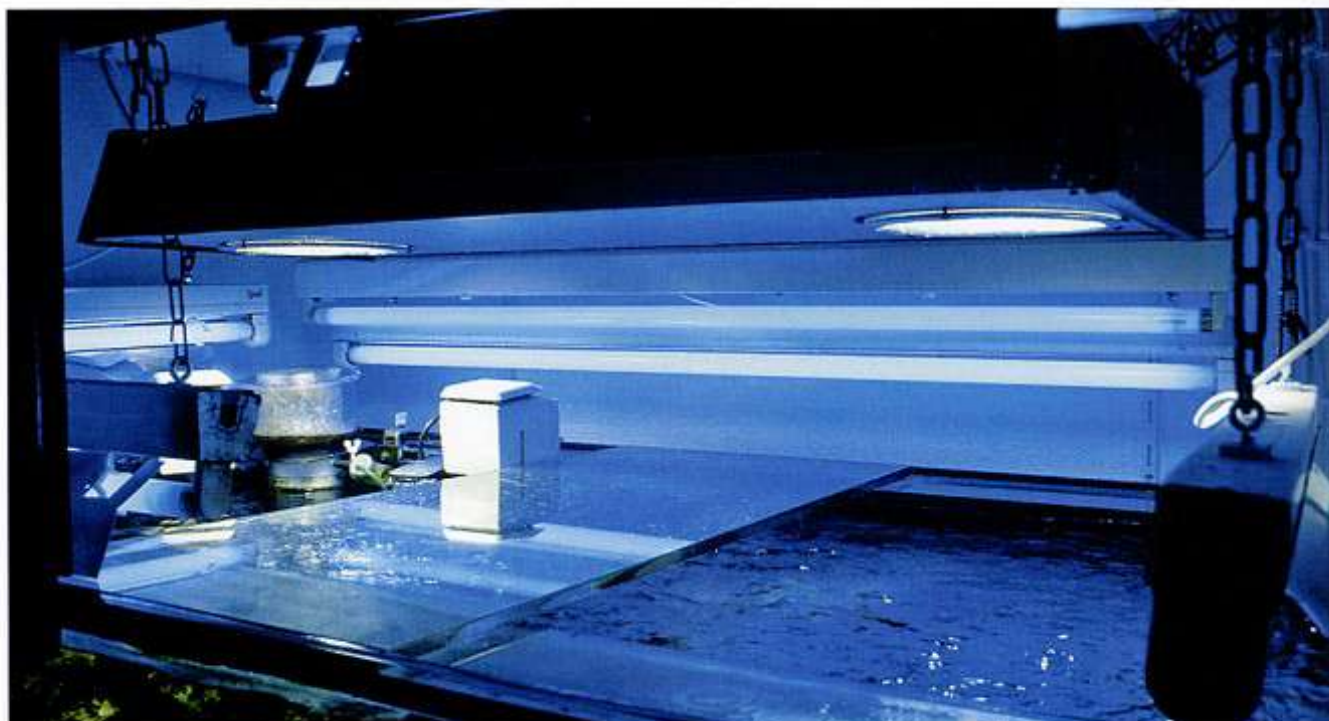
- помощь животным в ночном ориентировании;
- ключевой фактор в половом размножении кораллов.

Сфера применения:

во всех типах аквариумов.

Долгота освещения:

начало: либо совмещение с работой последней люминесцентной лампы, либо сразу после отключения освещения; окончание: рано утром, когда естественный свет начнёт падать на аквариум.



Комбинация различных источников света уже давно зарекомендовала себя. Рекомендуется совмещать HQI-лампы с синими или актиническими синими люминесцентными лампами. Кораллы под таким светом особенно хороши. С помощью реле времени в своём аквариуме можно «устроить» восход солнца, зарию и сумерки.

### Комбинация источников света

В большинстве случаев источники света комбинируются. Обычно HQI-светильники дополняются одной или двумя синими и актиническими синими люминесцентными лампами. При таком освещении кораллы выглядят особенно ярко и естественно. В подобной комбинации актинические синие лампы, как правило, подключают так, чтобы работать они начинали за полчаса до включения HQI-ламп и светились на полчаса дольше последних. Такая последовательность включения положительно сказывается на рыбах, поскольку возникает 30-минутный сумеречный период, во время которого они могут спрятаться в свои укрытия.

### Не пугайте рыб!

Если подобной сумеречной паузы не предусмотрено, то при внезапном включении и отключении света некоторые рыбы пугаются и могут пораниться об острые края кораллов и даже выпрыгнуть из аквариума.

### Длительность освещения, срок службы ламп и регулярное профилактическое обслуживание

Минимальная ежедневная длительность основного освещения должна составлять минимум 8 часов (рыбные аквариумы, аквариумы с кожистыми и мягкими кораллами) и максимум 10–12 часов (аквариумы с восприимчивыми твёрдыми кораллами). Мои светильники работают с обеда и до вечера (с 13 до 23 часов). Синие трубки включаются в 12:30 и выключаются 23:30. Лунный свет горит с 23:30 и до 08:00. Лампы включаются с помощью реле времени (обратите внимание на максимальную мощность HQI-ламп, которые вы будете подключать к реле!).

Срок службы HQI-светильников и люминесцентных трубок ограничен. С течением времени они теряют как в интенсивности света, так и в цветовой температуре. Последнее особенно хорошо заметно у HQI-трубок, если поместить их на белом фоне,



Возможный режим освещения для рифового аквариума. Основное освещение (HQI-светильники или люминесцентные лампы T5) включается в 12.00 и выключается в 22.00. Синие трубки включаются и выключаются позже на полчаса: в 11:30 и 22:30 соответственно. При использовании лунного света можно включать его, например, в 22:30, а выключать утром в 08:00. Время освещения можно увеличить или сократить.

на котором виден красноватый оттенок «постаревшей» лампы. По причине старения и люминесцентные, и HQI-лампы необходимо регулярно менять на новые каждые 12 месяцев. При этом следует тщательно почистить отражатели, чтобы добиться оптимальной светодачи. По этой же причине нужно регулярно очищать защитные стёкла HQI-ламп от следов брызг.

### Адаптация кораллов к новым лампам HQI и T5

После замены HQI-трубок и люминесцентных ламп необходимо заново адаптировать сидячих беспозвоночных к увеличившейся освещённости и изменившейся цветности, поскольку особенно те из них, кто находится в верхних слоях воды, могут получить ожоги. Существует несколько способов адаптации. На несколько дней лампы можно повесить чуть выше обычного уровня, что увеличит расстояние между ними и поверхностью воды, или прикрыть аквариум стеклом. Я предпочитаю сократить длительность освещения наполовину, а затем каждую неделю постепенно увеличивать его продолжительность на один час, пока не будут достигнуты первоначальные параметры. Благодаря этим действенным мерам можно избежать нанесения вреда беспозвоночным. При переходе с HQI-ламп на люминесцентные T5-светильники и наоборот следует также прибегать к подобным мерам.

При покупке кораллов также осторожно

адаптируйте их к новым условиям освещения. Особое внимание нужно уделить тому, при каком освещении животные находились у продавца: если освещение было тёмным, то сажать их под очень яркий свет категорически нельзя. Лучше всего постепенно, в течение нескольких недель, приучать их к новому «искусственному» солнцу. Я рекомендую поместить кораллы сначала у самого дна, а через несколько дней чуть-чуть поднять их и действовать так, пока наконец они не займут окончательное, запланированное для них место. Разумеется, в течение всего периода акклиматизации нужно очень внимательно следить за животными, чтобы вовремя замедлить или, наоборот, ускорить процесс адаптации. Тревожный симптом плохого самочувствия кораллов – закрытые даже при наилучшем качестве воды и режиме течения полипы.

### Нужно ли прикрывать аквариум стеклом?

Обычно морские аквариумы не прикрываются стёклами. Исключение составляют чисто рыбные аквариумы или «банки» с пугливыми рыбами (например, великолепный красноплавничный бычок *Nemateleotris magnificus*), которые легко могут выпрыгнуть, или с рыбами, постоянно пытающимися вылезти из аквариума (например, мурены). Покровное стекло отражает или частично поглощает свет и, соответственно, изменяет освещённость



Чтобы не ухудшить качество и количество света, морские аквариумы, как правило, не накрывают стеклом. Исключение составляют аквариумы с пугливыми рыбками, например, огненными бычками, *Nemateleotris magnificus*. Кроме того, иногда требуется прикрывать аквариумы стеклом в зимнее время, чтобы сократить объём испарений и не допустить оседания конденсата на холодные стены помещения.

и цветность. Особенно это проблематично в рифовых аквариумах, на оптимальное освещение которых тратится больше средств и времени. Однако, в некоторых случаях, использовать защитное стекло просто необходимо: к примеру, зимой в ночное время, так как при подобных условиях испаряется большое количество воды (в 800-литровых аквариумах до 5–6 литров ежедневно), которая конденсируется на самых холодных стенах и образует там очаги плесени. Если вы накрываете аквариум, то как минимум раз в неделю вам придётся чистить стекло, чтобы сквозь него проходило оптимальное количество света. В прохладное время аквариум можно накрывать только ночью,

а днём чаще проветривать помещение и таким образом контролировать оседание паров воды на стены.

А вот летом накрывание аквариума может привести к нежелательному нагреву воды. И поскольку температура не должна превышать 28° С (см. стр. 74), придётся включать специальный охлаждающий прибор или – после снятия стекла – использовать вентилятор. При этом испарение усилится, и вода начнет охлаждаться.

Само по себе испарение воды из открытых аквариумов проблемой не является. Оно компенсируется добавлением либо чистой пресноводной воды, либо кальквассера (см. стр. 85 и 92). Никогда не используйте для этой цели морскую воду! Вливая пресную воду, следите за тем, чтобы она не попадала непосредственно на беспозвоночных.

#### Освещение: о важном – коротко

Типы освещения морских аквариумов:  
HQI-лампы или люминесцентные T5-трубки.

Оптимальная температура для нормальных аквариумов:  
дневной свет (5200–13000 К), рекомендуется комбинировать с актиническими синими лампами.

Освещённость для аквариумов с беспозвоночными:

- HQI: 1x250 W для площади 80x80 см и высотой водного столба 60 см.
- T5: для аквариума следующих размеров 120x50x50 см (ДхШхВ) 4 T5-трубки по 54 W каждая.

Длительность освещения:

- Рыбные аквариумы: 8–12 часов.
- Аквариумы с кожистыми и мягкими кораллами: 8–12 часов.
- Аквариумы с твёрдыми кораллами: 10–12 часов.

Регулярная профилактика:

- замена трубок и ламп на новые каждые 12 месяцев, очистка отражателей;
- по необходимости очистка покровного стекла или защитных стёкол HQI-трубок от разводов.

Особые меры безопасности:

- никогда не используйте HQI-светильники без защитного стекла!
- после смены HQI-трубок на T5-лампы постепенно адаптируйте кораллы к новому освещению, вновь купленные кораллы также должны пройти период привыкания.



Течение выполняет несколько функций в морском аквариуме. С одной стороны, оно снабжает кораллы частичками пищи и удаляет нежелательные продукты обмена веществ или наслоения вредных субстанций. С другой стороны, течение помогает кожистым и мягким кораллам избавиться от кожи во время линьки. На фотографии карибский рогатый коралл *Pterogorgia* sp. во время линьки. Фото: V. Göbele.

## Течение

Многие из аквариумных питомцев в естественных условиях проживают в рифах с интенсивным течением, играющим очень важную роль, например, для кораллов. С одной стороны, оно снабжает их пищей в виде планктона, растворённых питательных веществ и элементов (кислород, кальций, карбонаты). С другой стороны, течение уносит с собой продукты обмена веществ. Кроме того, циркуляция воды способствует механической очистке кораллов. Многие кораллы привыкли к мощному, постоянно меняющемуся течению, ко-

торое, следовательно, необходимо имитировать в аквариуме: этим вы гарантируете поддержание хорошего самочувствия рыб и беспозвоночных и влияете на формирование внешней формы кораллов. Проиллюстрирую это положение на двух примерах: кожистые и рогатые кораллы могут «линиться». С помощью «линьки» они избавляются от крошечных водорослей, поселяющихся на их ткани. Этот процесс был бы невозможен без сильного рифового течения. Если же из-за слабого течения сброса водорослей не происходит, то эти паразиты могут вызвать гниение и отмирание ткани и даже гибель всего коралла.





Многие зооксантелльные кораллы тянутся к солнечному свету в поперечном направлении к течению. Если во время посадки аквариумистом это обстоятельство было проигнорировано, кораллы начнут изменять свою форму, чтобы вновь занять оптимальное положение. Это очень хорошо видно на сфотографированном рогатом коралле *Pterogorgia*, верхние точки роста которого направлены вертикально к поверхности воды и, таким образом, к источнику света.

Многие зооксантелльные рогатые кораллы тянутся к солнцу и оказываются прямо на пути течения. Причина – в питании. Кораллы, в том числе и зооксантелльные рогатые кораллы, питаются отчасти планктоном (см. об этом стр. 9). Эффективность поимки планктона в течении выше, чем при нахождении рядом с ним. Если при посадке в аквариуме коралл занимает положение «параллельно течению», то в скором времени животное начнёт менять свою форму, стремясь «залезть» своими ветками в поток воды.

В принципе, существует два типа течения: ламинарное и вихревое (турбулентное). Ламинарное течение равномерное, без завихрений. Часто его можно наблюдать у отвесных скал, уходящих на большую глубину, или, например, в мелко-

водных биотопах Карибского моря, где доминируют горгонии. Из-за ламинарного течения многие из этих горгоний имеют плоскую форму. В качестве подвида ламинарного течения можно назвать «маятниковое» течение, при котором вода во время волнения на море движется в направлении берега и возвращается назад. Кораллы с мягким скелетом колышутся по течению, словно маятники часов.

Ламинарное течение возникает там, где потоку воды не мешают коралловые рифы или подводные скалы. Однако если ламинарное течение встречает на своем пути риф, то возникают завихрения, и минипотоки начинают менять своё направление. Это течение усиливается разбивающимися о рифы волнами, увлекающими воду в каналы, которыми испещрён риф.



Типы течения: А = ламинарное, В = турбулентное; направление течения показано стрелками.

### Помпы течения

За циркуляцию воды в аквариуме отвечают так называемые помпы течения, или перемешивающие помпы. Они не имеют ничего общего с фильтрами и применяются исключительно для создания течения, поэтому их не нужно присоединять к фильтрующим канистрам.

#### Не используйте фильтровальную вату с помпами течения!

Не прикрепляйте к всасывающему патрубку помпы течения фильтровальную вату. С одной стороны, вата снижает интенсивность перемешивания воды, а с другой – начинает функционировать как биологический фильтр, что рано или поздно повысит концентрацию нитратов в аквариуме (см. стр. 61).

В настоящее время многие производители предлагают очень хорошие помпы различной мощности, так что для каждого типа аквариума можно подыскать подходящее оборудование.

В большинстве аквариумов используется вихревое течение, поскольку создание исключительно ламинарного течения – очень трудное занятие. Для него аквариумы обычно слишком малы (вернее сказать, слишком коротки). Кроме того, аквариумные декорации вызывают многочисленные завихрения, которые кораллами, взятыми из рифа, только приветствуются. В подобных условиях живут многие кожистые и мягкие кораллы, а также актинии. И только уже упоминавшиеся «плоские» виды привыкли к ламинарному течению. Однако в условиях аквари-



Помпа фирмы Tunze (Tunze Turbelle stream 6101) создаёт течение в рифовом аквариуме.

ума они обычно начинают «куститься», причём это никак не влияет на состояние их здоровья.

Пожалуй, единственная возможность для имитации ламинарного «маятникового» течения – это так называемый вэйвбокс. Речь идёт об аппарате, который с помощью помпы создаёт подобие волн. Когда генератор волн включается, помпа выталкивает воду из



Чтобы предотвратить засасывание рыб, всасывающий штуцер перемешивающей помпы должен быть закрыт защитной сеткой.



Один из самых простых способов создания ламинарного течения – использование так называемого вэйвбокса фирмы Tunze. Фото: С. Hug, фирма Tunze Aquarientechnik.

вэйвбокса в направлении к противоположной стенке аквариума. Контроллер отключает помпу, и вода течёт обратно в вейвбокс. Посредством регулярного включения и отключения помпы возникает «маятниковое», практически ламинарное течение. Главное условие: вода должна течь параллельно декорациям, а не наталкивается на них. Необходимо помнить, что высота искусственной волны в зависимости от размеров аквариума и настроек помпы может достигать 2 см, и вода при определённых обстоятельствах может вылиться через край. «Маятниковое» течение особенно важно в специальных аква-

риумах, где содержатся животные, привыкшие к ламинарному течению (например, морская трава, горгонии). С помощью вэйвбокса вы сможете воссоздать естественные для этих организмов условия и придать специальным аквариумам более эстетичный вид.

Для поддержания нормальной работы помп течения необходимо проводить регулярные профилактические работы. Время от времени нужно очищать защитные решётки, находящиеся у всасывающего патрубка помпы, от водорослевых нарастаний. Ту же процедуру следует проделывать с пропеллером и выходным отверстием

помпы. Периодичность таких чисток зависит от скорости роста водорослей, но в среднем они должны проводиться каждые 4–8 недель.

#### Уксусная ванночка

Если вы используете кальциевый реактор (см. стр. 96), то, кроме водорослей, на детали помпы может откладываться кальций, что может заметно снизить её мощность и препятствовать охлаждению. В этом случае поможет уксус (длительность процедуры зависит от толщины отложений), который разъедает кальций. Понимается, уксус следует развести водой.

#### Сила течения

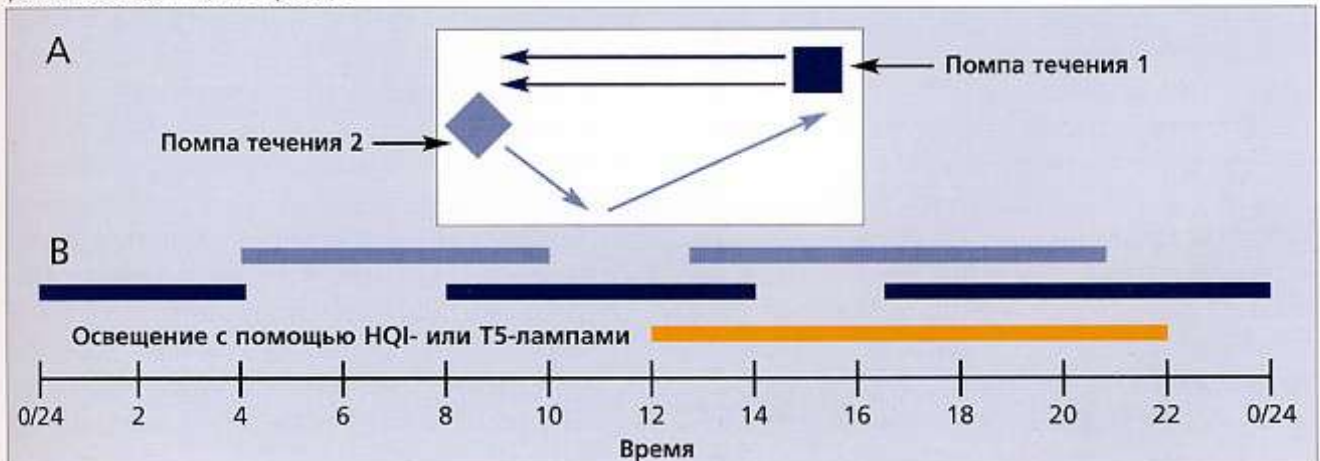
Насколько сильным должно быть течение в аквариуме? Привести точные данные – например, сколько сантиметров в секунду должна течь вода – непросто, поскольку сделать замеры подобных параметров очень тяжело, поэтому в морской аквариумистике принято измерять течение суммой прокачанных помпами объёмов аквариума за один час. Для расчёта берутся только помпы течения. Помпы, качающие воду из фильтров, во внимание не принимаются: они никак не влияют на течение в «банке». Для рифового аквариума течение измеряется как минимум 10-ю или 15-ю прокачанными объёмами в час. Для 300-литро-

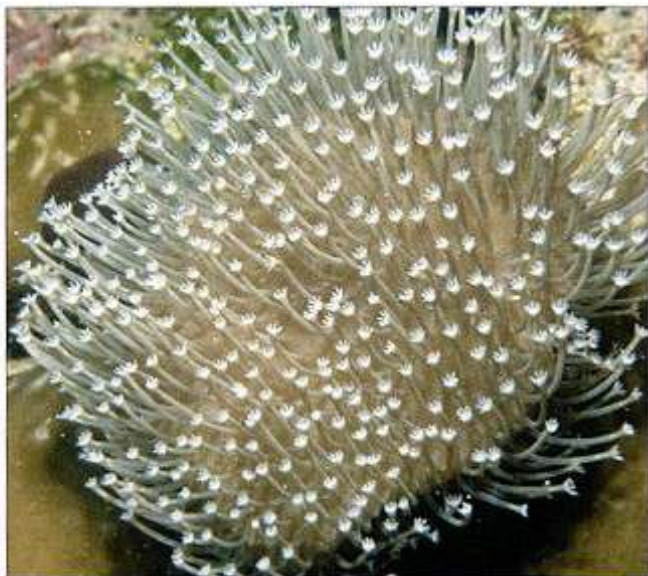
вых аквариумов нужно использовать перемешивающие помпы с общим объёмом рециркуляции 3000–4500 литров в час. Лучше всего распределить эту мощность на две помпы, размещённые напротив друг друга по разные стороны аквариума: таким образом вы сможете имитировать течение естественного кораллового рифа. Также можно подключить помпы к реле: импульсная подача воды создаст «маятниковое» течение, в котором некоторые беспозвоночные выглядят привлекательнее и которое никак не влияет на здоровье животных. Кроме того, с помощью реле можно включать помпы попеременно и тем самым избегать появления «мёртвых» зон, в которых застаивается вода. При двух помпах, расположенных на противоположных сторонах аквариума, рекомендуемая длительность работы каждой помпы составляет 6–8 часов. Спустя 4–6 часов после начала работы первой помпы

#### Вихри в аквариуме? Нет проблем!

Расположите помпы течения так, чтобы производимый ими поток воды ударял, например, о переднюю стенку аквариума. Возникшая в результате столкновения турбулентность придаёт аквариуму вполне естественный вид.

Расположение помп течения (А) и возможный режим течения для рифового аквариума (В). Режим течения зависит от содержащихся в «банке» организмов. Следует также заметить, что приведённый здесь интервал течения подстроен под режим освещения (см. стр. 37).





Если полипы, как у этого кожистого коралла, раскрываются полностью, значит, в аквариуме оптимальное течение.

включается вторая помпа. Пару часов помпы качают воду вместе, затем первая помпа отключается и работает только вторая помпа. Ещё через 4–6 часов первая помпа включается и цикл начинается заново. Однако сильной смены направления течения в ночное время следует избегать, чтобы предотвратить засасывание спящих рыб илидвигающихся беспозвоночных животных. Если вы нашли оптимальный режим течения, при котором беспозвоночные чувствуют себя особенно хорошо, то желательно не менять его, дабы избежать негативных последствий для кораллов и полипов.

Если вы планируете содержать беспозвоночных, нужно подыскать для них наиболее оптимальное место с учётом течения. Поместите коралл на запланированное место среди декораций и наблюдайте за ним в течение нескольких дней. Если коралл раскрывается полностью (например, кожистый коралл открывает все свои полипы), значит, его местоположение правильное. Если же коралл не открылся, то минимум через 5–6 дней и самое позднее – через 14 дней – его надо пересадить. Правда, необходимо учитывать, что тече-

ние является не единственным параметром, который определяет хорошее самочувствие кораллов. Сюда также относятся освещение, качество воды и общее состояние животного на момент покупки. Сильно повреждённый коралл, вероятно, даже при оптимальных условиях не сможет регенерироваться.

Чтобы читатель получил представление о разнице требований к течению, которые предъявляют разные аквариумные животные, я попытался разделить их по группам и дать самые общие рекомендации (более подробную информацию вы найдёте в описании каждого конкретного животного):

1. Для большинства видов рыб течение не играет какой-то особой роли. Для них желательно менять силу течения: от очень сильного до умеренного и слабого.
2. Крупнополипные твёрдые кораллы (например, пузырчатые кораллы, виды родов *Trachyphyllia*, *Mussa* и *Cynarina*) не любят сильное течение. Если ткань этих кораллов прижимается мощным потоком воды к скелету, то рано или поздно это приведёт к повреждениям, вылечить которые очень непросто.
3. Мелкополипные твёрдые и многие кожистые, мягкие и рогатые кораллы предпочитают сильное течение.
4. Незооксантелльные кораллы (например, *Tubastrea* spp.) вследствие своего способа питания нуждаются в очень сильном течении. В природе они тоже обитают в биотопах с интенсивной циркуляцией воды.
5. Гигантским ракушкам семейства *Tridacnidae* подойдёт и слабое, и сильное течение.
6. Нельзя допускать, чтобы течение было направлено прямо на коралловые кусты – оно должно «прокладывать» себе маршрут параллельно этим сидячим животным. Нежные полипы кораллов не открываются, если они находятся на пути течения.



Установление правильной интенсивности течения зависит от животных, которых вы планируете содержать. Крупнопольные твёрдые кораллы, как эта трахифиллия (*Trachyphyllia geoffroyi*), не переносят сильного течения, поскольку оно может повредить нежную ткань животного.

#### **Течение: о важном – кратко**

Оптимальное течение:

Прокачка 10–15 объёмов аквариума в час через помпу (например: для 300-литрового аквариума необходимы помпы течения с общим объёмом циркуляции 3000–4500 литров в час).

Регулярная профилактика помп:

Защитные решётки на входном отверстии, пропеллер и выходное отверстие необходимо регулярно очищать от водорослевых нарастаний (каждые 4–8 недель).

**Что делать**, если мощность помпы снизилась?

Очистите помпу от водорослей или кальция (с помощью разведённого водой уксуса).

**Что делать**, если кораллы, несмотря на самые лучшие параметры воды и оптимальное освещение, не раскрываются?

- Увеличьте силу течения за счёт более сильной или дополнительной помпы.
- Проверьте, не попадает ли течение прямо на коралл, при необходимости пересадите коралл на другое место или измените направление течения.
- В случае с крупнопольными твёрдыми кораллами, возможно, течение очень сильное. Немного отодвиньте коралл от течения.



Высокая концентрация нитратов часто приводит к нежелательному обильному росту водорослей, которые начинают конкурировать с сидячими беспозвоночными за субстрат.

## Фильтрация

Очищение воды от вредных веществ в морской аквариумистике чрезвычайно важно. Органические отходы и продукты их распада (неорганические питательные вещества) попадают с калом рыб, кормом а также в результате реакций обмена бактерий и водорослей в воду, где они – если не предпринимать никаких мер – накапливаются в той или иной форме. Высокие концентрации неорганических питательных веществ (к примеру, нитратов или фосфатов) очень негативно влияют на аквариумный биотоп. Начинается интенсивный рост водорослей, особенно нежелательных «мажущихся» и нитчатых водорослей. Рыбы очень чутко реагируют на высокий уровень отдельных биологических продуктов распада (например, нитрита), а многие ко-

раллы, в особенности твёрдые кораллы, приостанавливают свой рост и даже погибают. Следовательно, для удаления органических и неорганических вредных веществ из аквариумной воды нужна эффективная система фильтрации. Оба круговорота – и органики, и неорганики – а именно круговорот азота и круговорот фосфора очень интересны для аквариумистики – и будут представлены ниже.

### Круговорот азота

Азот (химический знак N) – очень важное питательное вещество для всех живых организмов, он имеет центральное значение для всех процессов жизнедеятельности. Азот входит в состав многочисленных органических соединений.

Азот и азотосодержащие соединения попадают в морской аквариум двумя путя-

ми. С одной стороны, молекулярный азот (химический знак  $N_2$ ) проникает в воду из атмосферы. В морском аквариуме существуют организмы, которые включают молекулярный азот в пищевую цепочку. На профессиональном языке это называется «фиксировать азот». К этим организмам относят, например, цианобактерии (Sорокин, 1995). В коралловом рифе фиксация азота – один из очень важных процессов, в ходе которого азот, «дефицитная молекула», попадает в пищевую цепочку, тогда как для морской аквариумистики фиксация азота играет второстепенную роль, поскольку в аквариуме азота и его соединений и так в избытке.

Второй и более важный для нас путь попадания азота в воду – это пища для животных. С кормом (сухим, живым или замороженным) в воде оказывается огромное количество азотсодержащих органических веществ, которые усваиваются рыбами и беспозвоночными, а в процессе пищеварения расщепляются и частично снова попадают в воду. Там и происходит их окончательное расщепление на простые неорганические азотсодержащие соединения (к примеру, нитрат).

Неважно, каким путём – через фиксацию или кормление азот попадает в воду, – в ней он подвергается очень сложному процессу расщепления, который представлен на графике.

Упрощённая схема расщепления азотсодержащих соединений в коралловом рифе и морском аквариуме. В ней названы лишь некоторые источники азота.



Важные для нас, морских аквариумистов, азотистые соединения – это аммиак/аммоний ( $NH_3/NH_4^+$ ), нитрит ( $NO_2^-$ ) и нитрат ( $NO_3^-$ ). Возникает лишь вопрос: в какой концентрации каждое из этих соединений может присутствовать в морском аквариуме, не причиняя животным вреда?

Для ответа на этот вопрос лучше всего подвергнуть анализу воду природных рифов, поскольку если уж за миллионы лет кораллы, рыбы и водоросли физиологически приспособились к ней, значит, регистрируемая там концентрация аммиака/аммония, нитрита и нитрата является для них идеальной, и мы можем взять этот показатель за некий эталон.

В зависимости от географической широты и длины, на которых находится море, уровень содержания нитратов может составлять от 0,001 до 0,6 мг/л (TAIT, 1971). Причём эти параметры зависят от глубины. В поверхностных слоях, где обитают водоросли и зооксантелльные кораллы, из-за быстрого потребления нитрата колебания могут быть большими: от 0,001 и до 0,12 мг/л. С увеличением глубины и, соответственно, уменьшением количества потребителей концентрация нитрата снижается и становится более стабильной. Согласно учёному SPOTTE (1979), общая концентрация азота (то есть сумма соединений  $N_2$ ,  $NH_3/NH_4^+$ ,  $NO_2^-$  и  $NO_3^-$ ) в тропических морях нередко составляет 0,001–0,002 мг/л.

Первые промежуточные продукты, показанные на круговороте азота, – это аммиак ( $NH_3$ ) и аммоний ( $NH_4^+$ ). Оба вещества образуют смесь, при этом их пропорция зависит от уровня pH. При pH меньше 7,0 доминировать будет аммоний. При pH выше



7,0 львиную долю в образующейся смеси составляет аммиак. Если водородный показатель (pH) равен 8,3, что наблюдается в большинстве аквариумов, то 10% приходится на аммиак и 90% на аммоний.

Аммиак/аммоний – самое токсичное азотсодержащее соединение, возникающее в морском аквариуме при распаде органических субстанций. В специальной литературе приводятся данные, согласно которым, уже при концентрации 0,07–1,4 мг/л некоторые виды рыб погибают (SPOTTE, 1979). Такой уровень обычно регистрируется во время фазы запуска аквариума с использованием «живых» камней (WILKENS, 1980). Если концентрация аммиака/аммония так высока, то запускать рыб в аквариум категорически нельзя.

К счастью, в природе существуют бактерии, которые перерабатывают аммиак/аммоний в менее токсичные соединения. Этот процесс называют нитрификацией. Нитрификация состоит из двух этапов. На первом этапе аммиак/аммоний окисляется и превращается в нитрит.

Превращение аммиака/аммония в нитрит с помощью бактерий:

Nitrosomas

Аммиак/Аммоний  $\rightarrow$  нитрит  
( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ )  $\rightarrow$   $\text{NO}_2^-$

К бактериям, которые расщепляют аммиак/аммоний на нитрит, среди прочих, принадлежат виды рода *Nitrosomas*.

Однако нитрит является дыхательным ядом. Согласно литературе, его максимально допустимая концентрация в морском аквариуме должна составлять 0,1 мг/л (SPOTTE, 1979).

Для рифовых аквариумов нитрит (пожалуй, кроме фазы запуска) не представляет опасности. Раньше в рыбных «банках» высокий уровень нитритов приводил к гибели рыб: работа бактерий, превращающих нитрит в нитрат (см. ниже), нарушалась, и нитрит начинал накапливаться в воде.

Подобный эффект наблюдался также при лечении рыб медикаментами, которые убивали полезных бактерий. Нитрит может накапливаться, когда в рыбные аквариумы со слабой фильтрацией вносится большое количество корма. В главе о фильтрах я ещё раз вернусь к этой теме (см. стр. 56).

Во время запуска и в чисто рыбных аквариумах концентрация нитрита должна замеряться каждую неделю. Если после запуска она превышает отметку в 0,1 мг/л, нужно немедленно произвести объёмную подмену воды (см. стр. 85).

#### Нитрит: о важном – коротко

Максимальная концентрация нитрита: 0,1 мг/л (обычно этот уровень должен быть значительно ниже).

Регулярные процедуры: во время фазы запуска и в рыбных аквариумах концентрацию нитритов нужно определять раз в неделю.

**Что делать**, если концентрация нитритов выше 0,1 мг/л?

- Срочно произведите большую подмену воды.
- Попробуйте определить причину повышенной концентрации нитритов. Возможно, это следствие применения медикаментов или недостаточная мощность фильтрующей техники.

**Что делать**, если уровень содержания нитритов слишком низкий?

Уровень содержания нитритов в морском аквариуме никогда не бывает слишком низким.

На втором этапе нитрификации нитрит окисляется и превращается в нитрат:

Превращение нитрита в нитрат с помощью бактерий:

Nitrobacter

Нитрит  $\rightarrow$  нитрат  
 $\text{NO}_2^-$   $\rightarrow$   $\text{NO}_3^-$

В этой реакции среди прочих участвуют бактерии рода *Nitrobacter*.



Высокая концентрация нитратов стимулирует рост различных сверлящих водорослей, живущих в скелетах твёрдых кораллов и ракушек. Как только они достигают хитиновой матрицы твёрдых кораллов (это место, где синтезируется кальций, необходимый для роста кораллов), коралловые полипы покидают известковый скелет и погибают. Больше всего от сверлящих водорослей страдают такие крупнопольные твёрдые кораллы, как эта симфиллия (*Symphyllia* sp.).

В принципе нитрат не является ядовитым. Даже очень высокие концентрации (400 мг/л и выше) в краткосрочных экспериментах с разными видами рыб не оказали на них какого-либо негативного воздействия (SPOTTE, 1979), поэтому данный параметр имеет второстепенное значение для рыбных аквариумов.

Однако в рифовых аквариумах высокая концентрация нитратов вызывает разнообразные неприятные побочные эффекты (BROCKMANN, 2007). Нитраты – важнейший источник пищи для водорослей, поэтому высокий нитратный уровень в аквариумной воде неминуемо приведёт к их бурному росту. Особенно жируют на нитратах «мажущиеся» и нитчатые водоросли. В крайне запущенных случаях эти водоросли полностью покрывают кораллы

и таким образом убивают их. Кроме того, нитраты стимулируют рост различных сверлящих водорослей, которые обитают в скелетах твёрдых кораллов и ракушек. Если сверлящие водоросли достигнут хитиновой матрицы твёрдых кораллов, в которой синтезируется важный для роста животных кальций, то полипы покидают скелет коралла и погибают. Это в особенности касается крупнопольных твёрдых кораллов, например, представителей родов *Goniopora* и *Trachyphyllia*. Мелкопольные твёрдые кораллы реагируют на высокие нитраты замедлением роста и потерей цвета (к примеру, акропоры). Опыт многочисленных аквариумистов показывает, что концентрация нитратов в аквариумах с твёрдыми кораллами не должна превышать отметку в 10–15 мг/л, что в не-



При высокой концентрации нитратов твёрдые кораллы акропоры теряют свою окраску и становятся коричневыми.

сколько раз выше концентрации этих веществ в естественных условиях (см. об этом выше). В идеале же этот показатель должен быть ниже. В рыбных аквариумах или таких, где содержатся в основном кожистые и мягкие кораллы, содержание нитратов может быть намного выше (максимально 30–40 мг/л), что не окажет негативного влияния на животных. Похоже даже, что чуть повышенная концентрация нитратов положительно сказывается на росте кожистых и мягких кораллов. Впрочем, это не следует воспринимать как

поощрение к действию и относиться к фильтрации пренебрежительно или подкармливать кораллы нитратами, например, нитратом кальция.

#### Нитрат: о важном – коротко

Максимальная концентрация:

- в аквариумах с твёрдыми кораллами 10–15 мг/л;
- в рыбных аквариумах или «банках с кожистыми и мягкими кораллами нитраты не должны превышать уровень в 30–40 мг/л.

Регулярная профилактика:

определение концентрации нитратов каждые 4 недели.

**Что делать**, если концентрация нитратов превысила допустимый предел?

- Снизьте уровень нитратов за счёт подмены воды (см. стр. 85).
- Проверьте (аэробную) фильтрацию, в случае необходимости отключите капельный или оросительный фильтр (см. стр. 61).
- Для снижения нитратной концентрации можно также использовать денитрифицирующий фильтр (см. стр. 63).

**Что делать**, если уровень содержания нитратов слишком низкий?

Уровень содержания нитратов в морском аквариуме **никогда** не бывает слишком низким.

Итак, конечным продуктом нитрификации является нитрат. Если количество нитратов регулярно не снижается, они начинают накапливаться в воде и вызывают описанные выше трагичные последствия. К счастью, в рифовых аквариумах протекают два процесса – диссимилиация и ассимиляция, в ходе которых нитраты расщепляются и нейтрализуются. В рыбных же аквариумах эти процессы часто нарушены, чем и объясняется накопление в них нитратов.

Под ассимиляцией понимают усвоение нитратов, например, водорослями. Ассимиляцию используют в водорослевых фильтрах, чтобы снизить концентрацию нитратов в воде (см. стр. 70). Диссимилиация – это расщепление нитратов бактериями, в котором участвуют различные виды бактерий (см. стр. 63). Если расщепление заканчивается на стадии образования газов – оксида азота ( $N_2O$ ) или азота ( $N_2$ ), то этот процесс называют денитрификацией. Если же оно заканчивается образованием нитрита и далее аммиака/аммония, то речь идёт о редукации нитрата.

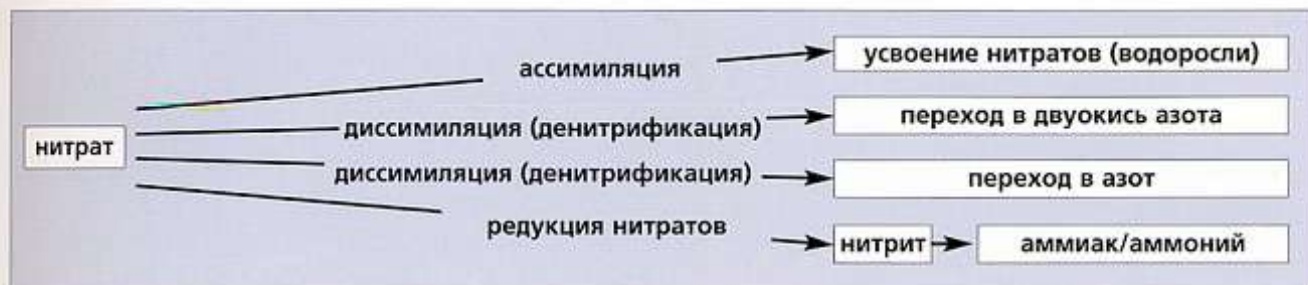


Схема расщепления нитрата в ходе ассимиляции или диссимилиации и редукции.

К счастью, редукция нитрата (конечный продукт – аммиак/аммоний) наблюдается в аквариумах очень редко, в противном случае в системе образуется замкнутый круг: ядовитые азотистые соединения нитрит и аммиак/аммоний не удаляются из аквариума, а наоборот, накапливаются в воде.

И напротив, денитрификация (конечные продукты – азот или оксид азота) имеет место практически во всех морских аквариумах. Основное условие для денитрификации – наличие анаэробной среды, то есть участков в аквариуме, бедных кислородом. Бактерии, принимающие участие в денитрификации, способны получать необходимый для существования кислород из нитрата и нитрита. Это, в свою очередь, позволяет выживать им в аквариуме независимо от степени насыщенности воды кислородом. И даже наоборот – кислород может тормозить денитрификацию.

Упомянутые бактерии населяют, например, внутреннее пространство декораций, «живых» камней или определенные участки грунта. Кроме того, существуют фильтрующие системы (так называемые денитрифицирующие фильтры), разработанные специально для переработки нитратов (см. стр. 63). Тем не менее, в большинстве морских аквариумов подобные денитрифицирующие фильтры не используются, так как биологическая фильтрация (декорации и «живые» камни) вкупе с эффективным пеноотделителем и регулярной подменой воды гарантирует поддержание достаточно низкой концентрации питательных веществ.

## Круговорот фосфора

С фосфором и его соединениями дело обстоит так же, как и с другими веществами и элементами в природе. С одной стороны, они имеют огромное значение для всех жизненных процессов, а с другой стороны, могут быть – при определённой концентрации – вредными и даже токсичными. Фосфор (химический знак P) играет основную роль в образовании ДНК, несущей в себе наследственную информацию. Фосфат (химическая формула  $PO_4^{3-}$ ) – важнейшее питательное вещество для растений и животных. Но при перенасыщенности питательными веществами (эвтрофии) большое количество фосфатов приводит к усиленному росту водорослей и в конечном итоге – к заболачиванию и высыханию водоёма.

Содержащие фосфор соединения присутствуют в морской воде в растворённом и партикулярном виде (MILLERO, 1996). Рифовому аквариумисту следует обратить особое внимание на растворённый фосфор, хотя партикулярные соединения совсем уж игнорировать тоже нельзя. В научной литературе для их обозначения используют аббревиатуру POP (от английского particulate organic phosphate = органический фосфор в виде частиц).

Растворённый фосфор можно разделить на неорганический и органический. Атомы органического фосфора привязаны к углеродным соединениям, а атомы неорганического фосфора такой связи не имеют. К первым относятся, например, фосфолипиды, фосфонуклеотиды и фосфосахара, которые обозначаются в специальной литературе аббревиатурой DOP (от английского dissolved organic phosphate = растворённый органический фосфат). О циркуляции этих соединений в морской воде в настоящее время известно очень мало, поэтому в дальнейшем я не буду их рассматривать.

Растворённые неорганические фосфаты, DIP (от английского dissolved inorganic phosphate = растворённый неорганический фосфат) – самые важные фосфорные соединения для морских обитателей. Они на 100 % состоят из продуктов распада фосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ ). В научной и аквариумной литературе приводятся многочисленные данные о концентрации фосфатов в естественной морской воде. Разброс показателей достаточно велик – от 3 до 580  $\mu\text{g/l}$ . Однако большинство из них для рифовой аквариумистики не актуальны, так как сведения собирались с самых разных районов Мирового океана, а не специально с коралловых рифов. Наиболее интересную для нас информацию сообщает Сорокин (SOROKIN, 1995). Он определил концентрацию неорганического фосфата на участках рифа: на поверхности тропических морей она составляет 38–580  $\mu\text{g/l}$ , в лагунах загрязнённых рифов – 15,2–129,2  $\mu\text{g/l}$ , в лагунах атоллов – 2,9–76  $\mu\text{g/l}$ , в лагунах барьерных рифов – 1,9–66,5  $\mu\text{g/l}$  и в рифах Восточной и Западной Австралии – 2,9–171  $\mu\text{g/l}$ . Дополнить эти сведения можно, обратившись к исследованиям ученых D'ELIA & WIEBE (1990). Средняя же концентрация фосфатов для многочисленных рифов равна 38  $\mu\text{g/l}$ .

На основе результатов исследований в естественных условиях можно сделать вывод, что уровень фосфатов в коралловых биотопах составляет менее 100  $\mu\text{g/l}$ . По моему мнению, допускать более высокую концентрацию в аквариуме тоже не желательно. Что же произойдёт, если содержание фосфатов будет высоким? Конечно, это зависит от типа аквариума. Я видел некоторые рыбные аквариумы, в которых фосфатная концентрация составляла более 5 мг/л, однако рыбы там не ощущали какого-либо дискомфорта. Кожистые кораллы также могут переносить повышенные концентрации фосфатов, однако привести здесь более точные цифры не представляется возможным. А вот с твёрдыми кораллами ситуация не столь однозначная. Я долго наблюдал за ними и могу разделить их по степени восприимчивости к фосфатам на три класса (BROCKMANN, 2006):

1. Твёрдые кораллы, которые очень чувствительно реагируют на высокий уровень фосфатов (например, акропоры

группы *A. gemmifera*) и вследствие чего быстро погибают.

2. Твёрдые кораллы, маловосприимчивые к фосфатам (acroпоры групп *A. formosa* и *A. prostata*, *Seriatopora hystrix* семейства *Pocilloporidae*); у этих кораллов могут отмирать участки ткани, однако они быстро восстанавливаются, если быстро снизить уровень фосфатов в воде.
3. Кораллы, которым кратковременное повышение концентрации фосфатов не наносит никакого вреда. К ним относятся *Turbinaria* spp., *Mycedium* spp., *Pocillopora damicornis* и *Favia* spp., а также мягкие кораллы *Sinularia* spp. и *Xenia* spp.

Очень важно заметить, что во время этих наблюдений регистрировалось весьма кратковременное увеличение содержания фосфатов в воде, которое затем сменялось быстрым спадом – весь цикл проходил в среднем за четыре недели. Последствия, вероятно, были бы другими, если бы фосфаты медленно повышались и достаточно долгое время держались на высоком уровне.

Группа ученых под руководством Купа (KOOP et al., 2001) получила интересные результаты в ходе экспериментов в естественных условиях. На рифе Ван Три Айленд (южная часть Большого Барьерного рифа, Австралия) авторы эксперимента повышали концентрацию фосфатов с исходных 47  $\mu\text{g/l}$  до 219  $\mu\text{g/l}$  ежедневно в течение года и наблюдали за изменениями твёрдых кораллов: *Acropora aspera*, *A. longicyathus* и *Pocillopora damicornis*. В первом эксперименте, в отличие от контрольных групп, высокой смертности не наблюдалось даже у упомянутых кораллов, тем не менее, их репродукция была нарушена. У *A. longicyathus* снизилось количество оплодотворённых яйцеклеток, *A. aspera* и *A. longicyathus* производили меньшее количество эмбрионов, чем в контрольном эксперименте,



Именно мелкополипные твёрдые кораллы, как представленная на фотографии акропора (*Acropora* spp.), не переносят высокой концентрации фосфата. Если вы хотите добиться успеха в содержании акропор, то концентрация фосфата не должна превышать отметки в 0,1 мг/л.

во время которого концентрация фосфатов не повышалась. Схожие результаты учёные получили, повышая в воде уровень аммония и нитратов. В течение следующего года биологи плавно увеличивали фосфаты до 484  $\mu\text{g}/\text{l}$ . При этом смертность стала намного выше и, что парадоксально, скелеты кораллов начали «худеть», что привело к повышенной ломкости.

И все же стоит подчеркнуть, что в описанных экспериментах группы Купа концентрация фосфатов повышалась достаточно резко дважды в день. Это приводило к тому, что в первом эксперименте их уровень повышался до 219  $\mu\text{g}/\text{l}$ , а потом в течение дня падал до 47  $\mu\text{g}/\text{l}$ . Во втором эксперименте нижняя и верхняя границы равнялись соответственно 228  $\mu\text{g}/\text{l}$  и 484  $\mu\text{g}/\text{l}$ . Сравнив результаты экспериментов, можно прийти к однозначному выводу, что повышение концентрации фосфатов до 220

$\mu\text{g}/\text{l}$  имеет своё воздействие на твёрдые кораллы, степень разрушительности которого зависит от вида коралла, количества растворённых фосфатов и интенсивности накопления их в воде. На основе этих результатов возникает предположение, что во многих рифовых аквариумах повышенный уровень фосфатов (и/или азота) может привести к тому, что твёрдые кораллы перестанут размножаться половым путем. Интересным в экспериментах Купа является следующее наблюдение: степень кальцинации и толщина скелета твёрдых кораллов при повышенном содержании фосфатов изменяется. Этот результат подтверждает опубликованную в 1964 году гипотезу Симкисса (SIMKISS, 1964). Согласно ей, фосфат препятствует кристаллизации и, таким образом, является ингибитором кальцинации. Далее в своей гипотезе автор предполагает, что одной из задач зоо-

ксантелл является снижение уровня фосфатов внутри кораллов для обеспечения нормальной кальцинации. Гипотеза Симкисса, однако, не может объяснить, почему определённые виды кораллов при резком увеличении количества фосфатов в воде погибают. Видимо, здесь задействованы другие механизмы.

Нам остаётся ответить лишь на один вопрос: каковы же главные источники появления фосфатов в морском аквариуме? Их – из чисто прагматических соображений – можно было бы разделить на внутренние и внешние (Brockmann, 2006). К первым относится весь процесс обмена веществ организмов, населяющих аквариум: это продукты жизнедеятельности бактерий, выделения рыб и беспозвоночных, отмирающие животные и водоросли. Все они – источники фосфатов, контролировать и управлять которыми аквариумист вряд ли может (если только он не сократит количество животных и не уменьшит рацион рыб и беспозвоночных).

Количество фосфатов, попадающих в аквариум извне, значительно выше количества фосфатов, получаемого в результате обмена веществ животных и водорослей. Однако он в большей мере поддаётся контролю и управлению. Внешние источники фосфатов – это, например, вода, доливаемая взамен испарив-

шейся, корм для рыб и беспозвоночных и кальциевые реакторы, наполненные коралловой крошкой. Если вы используете для компенсации испарившейся воды необработанную водопроводную воду, то, в зависимости от местности, в ваш аквариум будет регулярно попадать большее или меньшее количество фосфатов.

Разумеется, концентрация фосфатов варьируется в зависимости от местности и загрязнённости воды промышленными и сельскохозяйственными стоками, а также от свойств почвы. Чтобы определить уровень содержания фосфатов в водопроводной воде, можно использовать реагенты, предлагаемые зоомагазинами. Главное –

Следующий пример должен наглядно показать, как вместе с необработанной водой из-под крана фосфаты попадают в аквариум. В 2000 году концентрация фосфатов в водопроводной воде в местечке, где я жил, составляла 0,23 мг/л (предельно допустимая концентрация – 6,7 мг/л). Если исходить из того, что в день нужно доливать 5 литров воды, то ежедневное количество фосфата, попадающее в аквариум, составит 1,15 мг. Учитывая объём испарений, получим ежедневное увеличение концентрации фосфатов в 500-литровом аквариуме на 2,3 µg/l. На первый взгляд, вроде бы ничего страшного. Но если бы фосфаты дополнительно не удалялись, то со временем их концентрация неминуемо достигла бы опасных пределов.

приобрести тесты, которые способны выявлять даже незначительную концентрацию фосфатов, например, в 0,1 мг/л.

«Богатым» на фосфаты источником является замороженный корм, или «заморозка». Как показывает график, во время оттаивания высвобождается огромное количество фосфатов. В своём эксперименте я сначала разморозил самые распростра-

Особенно в рифовых аквариумах необходимо регулярно замерять концентрацию фосфата.

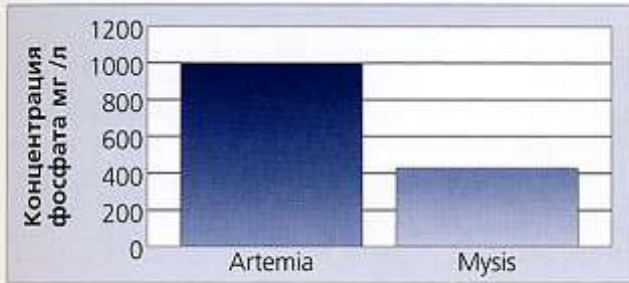
Очень важно купить для этой цели реагенты, которые улавливают даже малые его концентрации: они должны показывать присутствие фосфата, даже если его содержание меньше 0,1 мг/л. В левой пробирке фосфат не определяется, в правой – высокая концентрация фосфата (это видно по тёмно-синему цвету).



нённые виды кормов, а затем замерил фосфаты в «талой» воде. Например, от замороженной артемии их концентрация составила 1000 мг/л, а в воде от мизид – чуть больше 400 мг/л.

#### Промывайте «заморозку»!

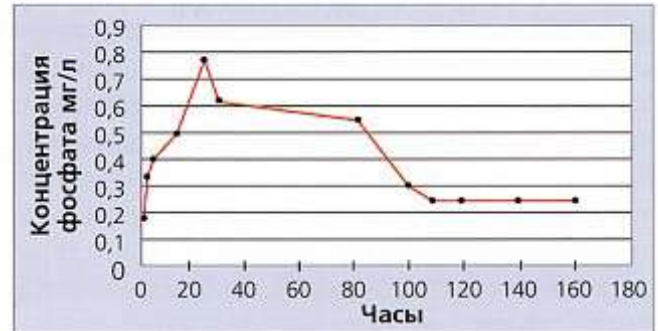
Если вы скормливаете рыбам неразмороженный корм, то в скором времени это приведёт к накоплению фосфатов в аквариумной воде. Тщательное промывание корма пресной водой поможет избежать этого.



Концентрация фосфата (в мг/л) в воде, появившейся в ходе оттаивания продающихся в зоомагазинах глубокомороженных кормов (мизиды – примерно 2 гр, артемия – 3–4 гр). Корма размораживались при комнатной температуре, после чего выявлялось количество фосфатов в нескольких миллилитрах талой воды.

В качестве ещё одного источника фосфатов стоит также упомянуть кальциевый реактор, который в рифовой аквариумистике используют для добавления кальция и карбонатов в воду (см. об этом на стр. 96). Наполнитель реактора – коралловая крошка, то есть раздробленный скелет кораллов. В крошке содержатся фосфаты, которые при реакции с углекислотой попадают в воду. Если реактор применяется впервые или же в него был засыпан новый наполнитель, то в течение первых нескольких дней возможно повышение уровня фосфатов, причем концентрация может превышать допустимые пределы и повлечь за собой описанные выше последствия (см. график). В этой связи желательно тестировать воду на фосфаты первые несколько дней. Если уровень в воде на выходе реактора превышает 0,2–0,3 мг/л, то следует удалить реактор из аквариума и промыть наполнитель

питьевой водой, продолжая при этом добавлять углекислоту (разумеется, вытекающая из реактора вода не должна попасть в аквариум!). Регулярно замеряйте концентрацию фосфатов в вытекающей воде, пока она не придёт в норму. В зависимости от качества наполнителя эта процедура иногда растягивается на несколько дней. Для промывки я использую ведро, из которого вода поступает в реактор. Однако я не дожидаясь, пока эта вода – капля за каплей – не вытечет из реактора обратно, а просто вытряхиваю ее. Если в качестве наполнителя используются «искусственные» материалы из карбоната кальция, то, как правило, проблем с фосфатами не возникает.



Высвобождение фосфата из коралловой крошки: кальциевый реактор был наполнен коралловой крошкой (1,2 кг, фракция 10 мм). Затем в реактор началась подача углекислого газа (55 пузырей в минуту). Фосфаты определялись в воде на выходе реактора в определённое время. Скорость протока воды через реактор составляла 67 капель в минуту.

#### Фосфат: о важном – коротко

Максимальная концентрация фосфатов:

- в аквариумах с твёрдыми кораллами менее 0,1 мг/л;
- в рыбных аквариумах и аквариумах с кожистыми и мягкими кораллами она может быть немного повышенной.

Регулярные профилактические работы:

определение концентрации фосфатов каждые четыре недели. Используйте тесты, которые могут показать концентрацию ниже 0,1 мг/л.

**Что делать**, если концентрация фосфатов перешагнула допустимый предел?

- Используйте адсорбенты фосфатов (см. стр. 58).
- Определите причину повышения фосфатов (например, неправильное приготовление замороженного корма или смена наполнителя кальциевого реактора).

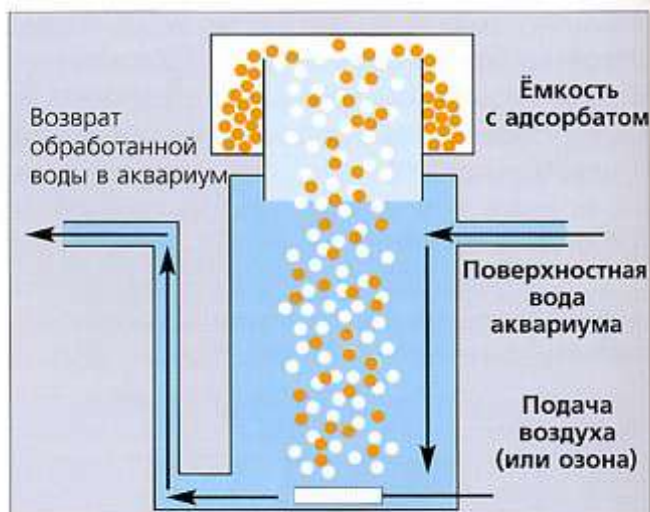


## Фильтры для морского аквариума

То, что воду для морского аквариума нужно специально подготавливать, после описанных выше круговоротов азота и фосфора, не вызывает сомнений. Но вот какой фильтр выбрать – споры об этом не утихают среди аквариумистов до сих пор. В принципе, существуют два типа фильтрации: механическая и биологическая. Механические фильтры удаляют органические субстанции из круговорота воды прежде, чем они будут переработаны бактериями в нитрат и фосфат, или же выводят из аквариумной системы неорганические питательные вещества (например, фосфаты) без дальнейшего биологического расщепления. К механическим фильтрам относятся пеноотделители или специальные материалы, адсорбирующие фосфаты. А при биологической фильтрации органические вещества превращаются далее в органические и неорганические, которые в зависимости от технического оснащения аквариума остаются в системе в той или иной форме. Примерами биологической фильтрации могут служить оросительный (капельный), водорослевый, денитрифицирующий фильтры, «живой» песок (Deer-Sand-Bed) или система Жобера.

Оба типа фильтров обладают своими преимуществами и недостатками и, тем не менее, при соблюдении определённых условий приводят к желаемому результату. Само собой разумеется, наряду с фильтрацией регулярно производится частичная подмена воды, которая помогает снизить уровень вредных веществ. Частичная подмена воды описана на стр. 85.

Накопившиеся вредные вещества (адсорбат) в улавливающей ёмкости пеноотделителя.



На рисунке показано строение и принцип работы пеноотделителя с противотоком. Пузырьки воздуха обозначены белыми точками, органические частицы – оранжевыми. Направление течения воды показано стрелками.

## Механическая фильтрация

### Пеноотделитель

Пеноотделитель удаляет органические вещества из аквариумной воды до того, как бактерии переработают их в неорганические питательные соединения – нитрат и фосфат. Принцип функционирования пеноотделителя очень прост: в реакционной (контактной) трубке вода смешивается с воздухом. На образовавшиеся пузыри в результате электростатического взаимодействия оседают органические субстанции (белковые молекулы). На поверхности трубки появляется пена. Она бывает двух видов: нормальная пена в нижней части трубки, состоящая из пузырьков разного размера, и пена коричневатого цвета в верхней части трубки – белковая пена. В ней-то как раз и содержатся вредные субстанции, которые подлежат удалению. Пена из нижнего слоя постоянно двигает белковую пену вверх, пока та, наконец, не попадает в улавливающий сосуд. Здесь пена оседает и образует густую тёмно-коричневую жидкость, которую называют адсорбатом. Нельзя допускать, чтобы адсорбат попадал обратно в аквариум. Дополнительный положительный

эффект пеноотделителя заключается в насыщении аквариумной воды кислородом.

Пеноотделители различают по способу образования воздушно-водяной смеси. Стандартный пеноотделитель для рифовой аквариумистики – это пеноотделитель с противотоком. В нём вода подается в реакционную трубку сверху, в то время как воздух поступает из распылителя, изготовленного из древесины липы и находящегося в нижней части трубки.

Далее я вкратце представлю следующие виды пеноотделителей: пеноотделитель с трубкой Вентури, колесный и ротационный пеноотделители.

### Пеноотделитель с трубкой Вентури

Этот тип пеноотделителя имеет специальный распылитель для создания воздушно-водяной смеси. Вода из аквариума нагнетается с помощью мощной помпы в этот распылитель. В месте сужения распылителя образуется низкое давление, которое вытягивает атмосферный воздух через обратный (питательный) клапан. Воздух и вода соединяются, образуя пену.

### Колесный пеноотделитель

Колесные пеноотделители также приводятся в действие с помощью помпы. Однако у этой помпы нормальное лопаточное колесо заменено колесом с многочисленными спицами. За счёт вращения колеса возникает низкое давление, которое затягивает воздух в помпу через обратный клапан. Колесо разбивает воздух на мелкие пузыри. В зависимости от размера пеноотделителя, возможно, понадобится вторая помпа, которая будет гнать воду в реакционную трубку.

### Ротационный пеноотделитель

В отличие от уже описанных моделей ротационный пеноотделитель снабжен очень короткой реакционной трубкой. Время, необходимое для образования смеси из воды и воздуха, выигрывается за счёт потока воды, который пропускается через распыли-

тель, что создаёт в реакционной трубке круговые завихрения. Для этого используется мощная помпа. Воздух попадает в пеноотделитель также через распылитель, благодаря чему пена состоит из мелких пузырьков. На мой взгляд, пеноотделитель – обязательное устройство для каждого начинающего морского аквариумиста (независимо от типа аквариума, который он планирует содержать). Это единственная фильтрующая система, удаляющая органические субстанции ещё до того, как за них «примутся» бактерии. Это, бесспорно, самое большое преимущество пеноотделителя. Какой тип пеноотделителей выберете вы, зависит от различных факторов, среди которых, например, достаточное количество места в квартире. Одно неизменно – все типы пеноотделителей очень эффективны и способствуют тому, что в аквариуме устанавливается среда, бедная питательными веществами, то есть достигается главная цель фильтрации.

#### Пеноотделитель: о важном – кратко

Функция:

Удаление органических субстанций из воды, прежде чем они будут переработаны бактериями в неорганические питательные вещества.

Сфера применения:

Важный элемент системы фильтрации для всех типов аквариумов.

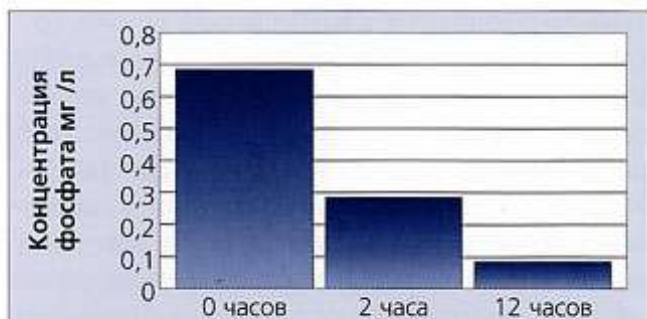
Регулярные профилактические работы:

Еженедельное удаление адсорбата и чистка верхней части реакционной трубки.

В зависимости от типа устройства: при недостаточном образовании пены или при снижении количества воздуха необходимо прочистить пеноотделитель и его распылители.

Что делать, если пена не образуется?

- Проверьте силу подачи воздуха и воды, а также настройки, рекомендованные производителем. Свежая морская вода ещё не насыщена белками, поэтому пены может и не быть. Очищенному пеноотделителю также понадобится несколько часов, чтобы он начал создавать пену.
- Если адсорбат очень жидкий, ограничьте подачу воздуха.
- После кормления мясом мидий или другими замороженными кормами часто наблюдается отсутствие пены. Это нормально, она начнет образовываться через несколько часов.



Выпадение фосфатов в осадок после добавления кальквассера: морская вода с исходной концентрацией фосфата 680  $\mu\text{g}/\text{l}$  была смешана с кальквассером. Фосфаты замерялись в определённое время.

### Механическое удаление фосфатов

Вредность высоких концентраций фосфатов в аквариумах с беспозвоночными уже была описана на стр. 52. Если, впрочем, таковые обнаруживаются, то необходимо принять меры, чтобы снизить уровень этих токсичных веществ. Один из самых старых и постоянно используемых для этого методов – добавление кальквассера (см. стр. 92).

Как показано на графике, гидроксид кальция, основа кальквассера, нейтрализует фосфаты. В представленном эксперименте в аквариум с концентрацией фосфатов 680  $\mu\text{g}/\text{l}$  был добавлен кальквассер. Через два часа содержание фосфатов снизилось до 280  $\mu\text{g}/\text{l}$ , а ещё спустя десять часов составило всего лишь 80  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

Тем не менее, мы должны осознавать, что кальквассер нейтрализует лишь малую долю фосфатов, так как этот процесс напрямую зависит от количества добавляемого препарата, которое, в свою очередь, из-за разных причин не может быть большим. Кроме

Эффективный метод удаления фосфатов из аквариумной воды – применение так называемых адсорбентов (здесь препарат RowaPhos фирмы Rowa). При правильном использовании можно за очень короткое время снизить концентрацию этих вредных веществ.



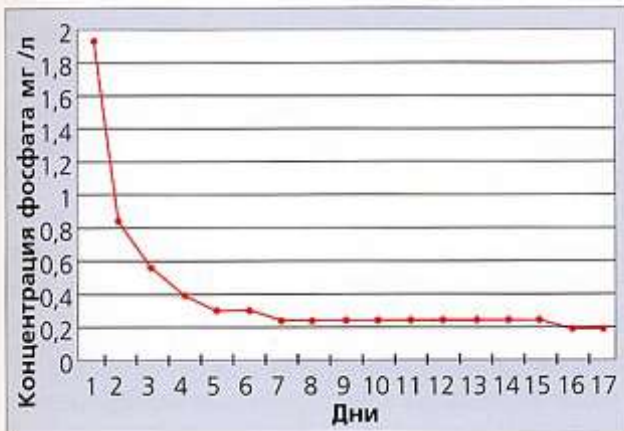
того, возникает ещё одна проблема: фосфаты выпадают в осадок и покрывают декорации и дно аквариума. Получается, что они не выводятся из биосистемы, а достаются в качестве питания различным водорослям, которые способны растворять фосфаты в такой форме. Этот факт может, видимо, объяснить, почему в некоторых аквариумах, где используется кальквассер, возникают проблемы с водорослями, хотя в воде концентрация фосфатов и нитратов очень мала.

Самый эффективный метод выведения фосфатов из аквариумной системы – это применение так называемых фосфатных адсорбентов. Они выступают в качестве связующих веществ, притягивая к себе фосфаты. Адсорбенты точно так же, как и кальквассер, выводят фосфаты из круговорота веществ, но, в отличие от кальквассера, фосфаты в этом случае не осаживаются на декорации или дно, а «ловятся» адсорбентом. Таким образом, водоросли не имеют шансов использовать фосфаты в качестве пищи.

Насколько высока эффективность подобных адсорбентов, мы можем узнать из представленного графика на стр. 59. В 800-литровый аквариум с концентрацией фосфатов в 1,9 мг/л было добавлено 100 грамм адсорбента «RowaPhos». Мешочек с ним поместили во внешний канистровый фильтр для того, чтобы наполнитель постоянно омывался водой. В течение одного дня уровень фосфатов снизился почти вдвое, а спустя неделю установился на отметке 0,25 мг/л. Через 16 дней концентрация фосфатов была настолько мала, что не представляла никакой опасности для твёрдых кораллов.

Решающую роль в этом способе нейтрализации фосфатов играет правильное применение адсорбента. Аквариумная вода должна течь сквозь адсорбирующее вещество, чтобы оно функционировало эффективно. При этом, как показывает приведённый выше пример, количество фосфатного адсорбента может быть совсем не большим. Мешочек с адсорбентом,

просто подвешенный в аквариуме, не принесет никаких результатов. Точной периодичности, с которой следует заменять адсорбенты, не существует. Здесь могут помочь только регулярные замеры уровня фосфатов. Если он повышается, значит, адсорбционная способность материала исчерпана, и его нужно заменить.



Нейтрализация фосфатов с помощью адсорбентов: в 800-литровый аквариум с концентрацией фосфатов 1,9 мг/л было помещено примерно 100 гр адсорбентов RowaPhos. В указанные промежутки времени были сделаны замеры фосфатов.

#### Механическое удаление фосфатов: о главном – коротко

Функция:  
удаление фосфатов.

Сфера применения:  
все типы аквариумов.

Максимальная концентрация фосфатов:

- в аквариумах с твёрдыми кораллами менее 0,1 мг/л;
- в рыбных аквариумах и аквариумах с кожистыми и мягкими кораллами она может быть немного повышенной.

Регулярные профилактические работы:  
определение концентрации фосфатов каждые четыре недели. Используйте тесты, которые могут показать концентрацию ниже 0,1 мг/л.

**Что делать**, если концентрация фосфатов перешагнула допустимый предел?

- Используйте адсорбенты фосфатов (см. стр. 58). Соблюдайте рекомендации по правильному применению адсорбента.
- Определите причину повышения фосфатов (например, неправильное приготовление замороженного корма или смена наполнителя кальциевого реактора).

#### Фильтрация с использованием активированного угля

С течением времени в аквариумной воде накапливаются субстанции органического происхождения, которые трудно удалить с помощью пеноотделителя. Среди них, например, «жёлтые вещества», которые, как говорит их название, окрашивают аквариумную воду в желтый цвет. «Жёлтые» вещества снижают качество и количество попадающего в аквариум света. Кроме того, от них портится общее впечатление от аквариума.

Основу «жёлтых» веществ составляют фенолы, которые выделяются в воду водорослями. Здесь они превращаются в полифенолы, которые, в свою очередь, входят в реакцию с другими субстанциями (углеводами и азотосодержащими соединениями, выделяемыми как водорослями, так и животными) и образуют «жёлтые» вещества (SPOTTE, 1979).

В  
к  
л  
а  
с  
с  
е  
н  
н  
е

Наиболее легкий способ удаления «жёлтых» веществ – это фильтрация с помощью активированного угля. В качестве альтернативы можно также использовать озон (см. стр. 76). Для этого в фильтр добавляется активированный уголь, через который пропускается вода. Органические субстанции присоединяются к активированному углю и таким образом удаляются из аквариумной воды. Из-за этого уголь становится бесцветным.

Количество активированного угля зависит от размера аквариума и степени загрязнённости воды. Впрочем, чем угля меньше, тем лучше. В своём 850-литровом коралловом аквариуме я использую 100–150 гр. Выбирайте только высококачествен-

Активированный уголь – хорошее средство для того, чтобы вода в аквариуме оставалась прозрачной и в ней не накапливались «жёлтые» вещества.





Некоторые мягкие кораллы, как эта *Xenia sp.*, очень чувствительно реагируют на внесение большого количества активированного угля. Поэтому использовать уголь нужно очень осторожно (см. стр. 59).

**новый активированный уголь:** он должен иметь нейтральную реакцию и не выделять фосфаты в воду.

Избегайте объёмных замен активированного угля. Высококачественный активированный уголь имеет способность мгновенно забирать из воды большое количество органических веществ. А поскольку уголь «собирает» и многие микроэлементы, это может привести к их острому дефициту. Особенно сильно от большого количества активированного угля страдают кораллы рода *Xenia*, а твёрдые кораллы могут очень быстро обесцветиться.

Активированный уголь подлежит регулярной замене, поскольку его адсорбционная способность со временем падает. Интервал замен определяется, конечно, степенью насыщенности воды «жёлтыми» веществами. Самый крайний срок для замены – когда вода вновь начнёт приобретать желтоватый цвет. И всё-таки в идеале следует придерживаться чёткого ритма замен, например, каждые 6–8 недель. Если активированный уголь не заменять, то он начнёт функционировать как биологический фильтр, превращающий белки в нитраты (см. об этом стр. 61).

#### Эффективная фильтрация с помощью активированного угля

Простое помещение мешочка с активированным углем на пути течения, как рекомендует аквариумная литература, абсолютно неэффективно. В этом случае «жёлтые» вещества адсорбируются только теми частицами угля, которые находятся по краям мешочка. Поток воды не попадает в мешочек. Намного эффективнее фильтрация будет осуществляться, если вода будет проникать сквозь мешочек с углем, например, если поместить его во внешний или внутренний фильтр. Этот способ фильтрации хорошо сочетается с применением фосфатных адсорбентов (см. стр. 58).

#### Активированный уголь: о главном – коротко

**Функция:**  
удаление «жёлтых» веществ из аквариумной воды.

**Сфера применения:**  
любой тип аквариума.

**Количество активированного угля:**  
зависит от объёма аквариума и степени загрязнённости воды (рекомендуемое кол-во 10–20 гр на 100 л воды).

**Регулярные профилактические работы:**  
замена угля примерно каждые 6–8 недель.

**Что делать,** если после помещения в аквариум свежего активированного угля кораллы чувствуют себя некомфортно (к примеру, твёрдые кораллы обесцвечиваются, кораллы рода *Xenia* опадают)?

- Немедленно удалите активированный уголь.
- В случае необходимости – сделайте частичную подмену воды.
- В случае необходимости – добавьте микроэлементы.
- Когда кораллы оправятся, можно возобновить фильтрацию с помощью активированного угля, однако следует уменьшить его количество.

### Биологическая фильтрация

Цель биологической фильтрации – нейтрализация и выведение из аквариумной системы сложных органических веществ, находящихся в воде в растворённом виде и попадающих туда, например, с кормом, с помощью бактерий или водорослей. Это двухступенчатый процесс: в аэробных (= богатых кислородом) биологических фильтрах вещества расщепляются до нитрата, а в анаэробных (= бедных кислородом) биологических фильтрах, называемых также денитрифицирующими фильтрами, нитрат превращается в газообразный азот, который выветривается из воды (см. стр. 46). Здесь стоит заметить, что оба эти процесса могут протекать не только в фильтрах, но в декорациях и грунте аквариума. Таким образом, весь аквариум можно рассматривать как один большой биологический фильтр.

В аквариумах с аэробными биологическими фильтрами часто наблюдается накопление нитратов. В этом и состоит главное отличие биофильтров от пеноотделителя: если в ходе механической фильтрации органика полностью удаляется из аквариума, то аэробные биологические фильтры всего лишь перерабатывают ее и, соответственно, могут насыщать воду нитратами. Ввиду того, что в аквариуме уже протекают необходимые биологические процессы, возникает вопрос: а нужен ли системе дополнительный биофильтр? Для аквариумов с пеноотделителями, в которых содержат много зооксантелльных кораллов и мало рыб, такой дополнительный биологический фильтр будет лишним. В чисто рыбных аквариумах, куда попадает очень много корма, и где бактерии, перерабатывающие органические субстанции, перегружены, нитрифицирующие фильтры (например, капельные) в комбинации с пеноотделителем вполне целесообразны. Ведь в подобных «банках» необходимо очень быстро преобразовывать такие ядовитые

промежуточные продукты, как аммиак/аммоний и нитрит, в безопасный нитрат, прежде чем они накопятся в воде. Это в одинаковой степени относится и к аквариумам с беспозвоночными, в которых живут прожорливые рыбы (например, рыбы-ласточки *Chromis viridis* или антиасы). Вполне вероятно, что для них понадобятся и нитрифицирующий и денитрифицирующий фильтр.

В принципе, существует два типа биологических фильтров: бактериальные и водорослевые. Все предлагаемые сегодня в продаже биологические фильтры можно отнести к одному из этих типов.

### Бактериальные фильтры

Работу бактериальных фильтров можно разделить на два этапа: на аэробный (нитрификация в кислородной среде) и анаэробный (денитрификация в среде, лишенной кислорода). В первом случае конечным продуктом будет нитрат, во втором – азот (см. стр. 46).

Оба этапа могут протекать в отдельных фильтрующих системах и применяться независимо друг от друга. Так, в рыбных аквариумах обычно используют нитрифицирующий фильтр, в то время как в рифовых аквариумах с большим количеством рыб, как правило, применяется денитрифицирующий фильтр.

### Нитрифицирующие фильтры

В нитрифицирующих фильтрах органические соединения сначала превращаются в нитрит, а затем с помощью бактерий другого рода – в нитрат (см. стр. 46). Классический пример – капельные и оросительные фильтры. Вне аквариума в фильтрующей камере бактериями заселяется специальный субстрат, например, так называемые «биошары» (bioballs), через которые капля за каплей протекает аквариумная вода. И здесь уже за работу принимаются бактерии. Очень важно предоставить им суб-



Схема работы капельного или оросительного фильтра, наполненного бишарами. Этот тип нитрифицирующего фильтра прекрасно подходит для того, чтобы обеспечивать в аквариуме с плотной посадкой рыб быстрое превращение ядовитых азотсодержащих соединений в нетоксичный нитрат. Направление течения воды обозначено стрелками.

страт с большой площадью поверхности, поскольку только живущие на субстрате бактерии могут перерабатывать вредную органику. Бактерии, свободно плавающие в воде, этого делать не могут.

Для этого типа фильтра также необходимо постоянное снабжение кислородом, поскольку только достаточное наличие кислорода гарантирует успешную работу бактерий. Для этого часто используется так называемая «открытая система», в которой бишары никогда не покрываются водой полностью.

Принципиальной разницы при выборе субстрата для биофильтра нет. Однако наибольшей эффективностью отличаются именно бишары, так как они обладают большой поверхностью. Кроме того, благодаря своей форме между ними всегда имеется много зазоров, в которых постоянно присутствует кислород, что препятствует возникновению анаэробных участков. Каким же образом бактерии оказываются в фильтре? Существует несколько путей. Если вы терпеливый человек, то позвольте бактериям рано или поздно самостоятельно колонизировать субстрат фильтра. Бактерии живут в грунте и декорациях аквари-

ума и потоком заносятся в фильтр, где впоследствии размножаются на бишарах. Непосредственно в аквариум они попадают вместе «живыми» камнями (см. стр. 104), беспозвоночными, обитающими на субстрате, или с грунтом, взятом из другого аквариумного хозяйства. Этот процесс называется «затравкой аквариума». Впрочем, можно произвести затравку фильтра напрямую, поместив в его камеру немного фильтрующего материала из другого аквариума. Этот очень эффективный метод, так как вы тут же получаете «работающие» культуры бактерий и без долгого ожидания «запускаете» фильтр, хотя до его полноценного функционирования, разумеется, пройдет ещё какое-то время. Главное – следует брать бактерий из уже устоявшейся аквариумной системы, в которой, к примеру, не должно быть «мажущихся» или нитчатых водорослей, стеклянных роз, огненных анемонов или плоских ресничных червей (планарий), поскольку этих паразитов легко занести в новый аквариум.

Следующая возможность затравки нитрифицирующих фильтров – покупка бактериальных препаратов. Остается просто добавить их в оросительный фильтр. Правда, процесс запуска в этом случае будет длиться несколько дольше, чем при добавлении активной культуры бактерий из уже функционирующего аквариума. В продаваемых препаратах бактерии находятся в «спящей стадии» и должны быть активированы, чтобы начать перерабатывать азотистые соединения.

Если произведённый бактериями нитрат не превращается в аквариуме или специальном денитрифицирующем фильтре в молекулярный азот (в капельных и оросительных фильтрах такое невозможно), это неминуемо приводит к его накоплению в аквариумной воде. Этот факт подтверждается наблюдениями многочисленных аквариумистов, использующих оросительные фильтры. Аккумуляция нитрата



Высокие концентрации питательных веществ (нитратов и/или фосфатов) неминуемо приведут к активному росту водорослей, что мы и видим на стенке этого аквариума.

может надолго ухудшить качество воды, что станет заметно по активизировавшимся нитчатым водорослям и цианобактериям. Вследствие этого необходимо продумать способы удаления нитратов из аквариума. Делать это можно либо с помощью денитрифицирующих фильтров, либо посредством частичной подмены воды (см. стр. 85).

#### Нитрифицирующие фильтры: о важном – коротко

Функция:  
превращение органических соединений в нитрат.

Сфера применения:  
рыбные аквариумы и аквариумы с беспозвоночными, где также содержатся рыбы с активным обменом веществ. В них нитрифицирующий фильтр не допускает накопления ядовитого аммиака/аммония и нитрита.

Регулярные профилактические работы:

- регулярная очистка небольшого количества биошаров (частота зависит степени загрязнённости воды органикой, обычно каждые 8 недель); никогда не очищайте одновременно все биошары;
- тестирование воды на нитраты каждые 4 недели (см. стр. 48).

**Что делать**, если уровень содержания нитратов постоянно растёт?

- Повысьте мощность пеноотделения, в случае необходимости отключите нитрифицирующий фильтр.
- Обратите внимание на правильность подключения цепочки «пеноотделитель-нитрифицирующий фильтр». Фильтр всегда должен замыкать ее (см. стр. 72).
- В случае необходимости используйте денитрифицирующий фильтр.

#### Классические денитрифицирующие фильтры и водочный фильтр

В последние годы морские аквариумисты всё чаще используют так называемые денитрифицирующие фильтры (BROCKMANN, 2007). Цель этих фильтров – превратить с помощью бактерий нитрат в азот и/или закись азота (веселящий газ), которые, испаряясь, покидают аквариумную систему (см. об этом ZUMFT, 1997).

Принцип действия денитрифицирующего фильтра очень прост: внутри него устанавливается крайне бедная кислородом (анаэробная) среда, в которой живут специальные бактерии. Им как раз кислород необходим для собственного обмена веществ. И поскольку в анаэробной среде кислорода в растворенном виде нет, они заимствуют его из нитратов. Другими словами, денитрифицирующие бактерии перерабатывают нитраты в азот, а высвободившийся в ходе этого процесса кислород используют для собственного дыхания. Эту реакцию могут проводить многочисленные виды бактерий, среди них: *Pseudomonas denitrificans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Paracoccus denitrificans* или *Bacillus licheniformis*.

Главное условие для работы такого фильтра – слабый проток воды. В зависимости от величины, объема и типа фильтра проток воды может составлять от нескольких литров до 30 литров в час. Такая скорость необходима, чтобы гарантировать установление анаэробной среды, поскольку при сильном течении в него будет попадать много кислорода. В фильтре существует внутренняя циркуляция, способствующая равномерному распространению анаэробной среды. Большинство бактерий, участвующих в этом процессе, гетеротрофы. Это означает, что они потребляют органические питательные вещества в форме соединений углерода. Раньше в денитрифицирующие фильтры углероды регулярно добавляли в форме лактозы (молочный сахар). Сегодня в качестве корма всё чаще используются так называемые «Deniballs», шарики-наполнители для фильтра, состоящие из производного масляной кислоты. Одновременно они являются и местом для





Современные денитрифицирующие фильтры наполняются такими шариками (дениболлз). Они выполняют функцию и субстрата, и пищи для разлагающих нитраты бактерий.

поселения бактерий, и источником углеводов. Если использовать «Deniballs» как субстрат, то отпадает необходимость кормить бактерий лактозой. Нужно лишь периодически заменять наполнитель.

Модификацией денитрифицирующего фильтра является так называемый водочный фильтр (SEBRALLA, 2000, BROCKMANN, 2007). Его единственное отличие – в источнике питательных веществ для бактерий. Если в традиционных фильтрах это либо лактоза, либо «Deniballs», то в этом случае речь идёт об этаноле (этанол  $C_2H_5OH$ ), который добавляется в фильтр в виде водки. Этанол – это наиболее легко расщепляемое бактериями вещество.

Теоретически вместо водки можно использовать самый простой алкоголь – метанол. Однако поскольку он ядовитый, от него лучше отказаться. Другая альтернатива – чистый этанол (который, впрочем, стоит очень дорого). В этом случае необходимо быть особенно внимательным: не покупайте денатурированный этанол. В денатурированном спирте содержатся токсичные для человека субстанции. Такие вещества никоим образом не должны попасть в аквариум!

Правильная настройка водочного фильтра – достаточно хлопотное дело. Sebralla (2000) рекомендует после заражения соответствующей культурой бактерий пропускать через каждый литр фильтрующего материала – в нашем случае это «Siporax» – 0,5 литра аквариумной воды в час. Начальная дозировка водки на объём фильтрующего материала до 6 литров должна составлять 1 миллиграмм. В дальнейшем, по мнению автора, нужно повышать дозу водки, распределив её минимум на две порции в течение дня, чтобы отфильтрованная вода как можно дольше оставалась свободной от нитратов.

За счёт деятельности бактерий в водочном фильтре концентрация нитратов в аквариумной воде будет медленно понижаться. Поэтому количество вливаемой водки тоже сократится. Следует регулярно тестировать воду на нитраты, чтобы определить минимальную дозировку водки, при которой поступающая из фильтра вода будет практически свободна от нитратов. В долгосрочной перспективе очень трудно обойтись без постоянных измерений концентрации нитратов, поскольку параметры воды перманентно меняются. Таким образом, дополнительная регулировка водочного фильтра станет неизбежной.

Использование водочного фильтра потребует от аквариумиста повышенного внимания. Так как на начальной фазе денитрифицирующие бактерии ещё не начали нормально работать, на выходе в воде может наблюдаться небольшое повышение уровня нитрита. Здесь нужно следить за тем, чтобы в аквариуме не накопилось чрезмерное и опасное для рыб количество этого вредного соединения. Кроме того, водка не должна попадать непосредственно в аквариум, ибо это может привести к интенсивному размножению бактерий (см. об этом ниже) и, следовательно, к помутнению воды. К тому же бактериям понадобится много кислорода, что в случае с их огромной

популяцией может вызвать его дефицит. Водочные фильтры требуют определенного ухода: регулярной замене подлежит часть субстрата (фильтрующего материала).

#### Денитрифицирующие фильтры:

##### о главном – коротко

Функция:

расщепление неорганического нитрата до азота.

Сфера применения:

все типы аквариумов при сильной загрязнённости нитратами (см. стр. 87).

Регулярные профилактические работы:

в зависимости от типа фильтра:

- регулярное добавление источника углеводов (лактозы) по рекомендациям производителя или добавление водки два раза в день, или регулярная замена шариков «Deniballs».
- регулярное определение концентрации нитратов в аквариумной воде для расчёта необходимой дозы питательных веществ для бактерий.

**Что делать**, если уровень нитратов в аквариуме не снижается?

- Определите концентрацию нитратов в воде на выходе фильтра для контроля его эффективности.
- В случае необходимости измените скорость протока воды через фильтр.
- В случае необходимости оптимизируйте кормление бактерий углеводами.

**Что делать**, если в воде на выходе денитрифицирующего фильтра повышается концентрация нитритов? Обычно это происходит на фазе запуска фильтра. Но даже если высокая концентрация нитритов регистрируется, это не должно служить поводом для беспокойства: от такого количества нитритов их уровень в аквариуме не достигнет опасных пределов (см. стр. 48). В этой ситуации следует проверить параметры настройки денитрифицирующего фильтра и в случае необходимости подкорректировать их.

### Серный нитратный фильтр

Следующий тип денитрифицирующего фильтра – серный. В нём находятся шарики серы (степень чистоты 99,9%), которые служат для бактерий и субстратом, и пищей. В анаэробных условиях (медленный поток воды через фильтр, в зависимости от производителя – даже по капле в минуту) в серном нитратном фильтре поселяются специальные серные бактерии, например, *Thiobacillus denitrificans* или *Thiomicrospira denitrificans*. Они расщепляют нитраты до водорода и в то же время окисляют серу,



Нитратные фильтры с серным наполнителем. В такого рода фильтрах бактерии перерабатывают нитраты в азот, при этом образуется серная кислота. Серную кислоту можно нейтрализовать карбонатом кальция либо на втором этапе очистки воды, либо примешивая его к основному наполнителю.

превращая ее в сульфат (DARVI et al., 2002). В начале эксплуатации серного фильтра также может наблюдаться повышенный уровень нитрита на выходе. В этом случае необходимо понизить объем протока воды (помните, что присутствия нитрита в аквариуме следует избегать). Помимо этого, отфильтрованная вода очень кислая (образуется серная кислота), что фиксируется тестами. Для нейтрализации серной кислоты некоторые модели фильтров имеют ещё один отсек, наполненный карбонатом кальция. С одной стороны, происходит нейтрализация серной кислоты, а с другой, в аквариуме повышается содержание кальция, что, в принципе, для многих аквариумов желательно. В других моделях шарики серы смешиваются вместе с карбонатом кальция. Преимущество такой смеси в том, что кислая среда, развивающаяся в фильтре и тормозящая активность серных бактерий, нейтрализуется напрямую.

Единственная мера по уходу за серными фильтрами, кроме регулярного контроля за нитритами и нитратами в отфильтрованной воде, это восполнение использованных шариков серы и гранулированного карбоната

кальция. Регулярная подкормка бактерий молочным сахаром или алкоголем не нужна. Проблематичным мне кажется насыщение аквариумной воды ионами сульфата. Насколько пагубным для экологии аквариума может быть такое насыщение, или каким образом расщепляется сульфат, по моему мнению, ещё детально не исследовано. Здесь мы должны подождать, что ответит на это наука.

#### **Серные нитратные фильтры: о главном – коротко**

**Функция:**  
расщепление неорганического нитрата до азота.

**Сфера применения:**  
все типы аквариумов при сильной загрязнённости нитратами (см. стр. 87).

**Регулярные профилактические работы:**

- восполнение шариков серы и гранулированного карбоната кальция;
- регулярное тестирование воды на выходе и в аквариуме на наличие нитритов и нитратов для определения эффективности работы серного фильтра.

**Что делать**, если уровень нитратов в аквариуме не снижается?

- В случае необходимости оптимизируйте скорость протока воды через фильтр согласно рекомендациям производителя.

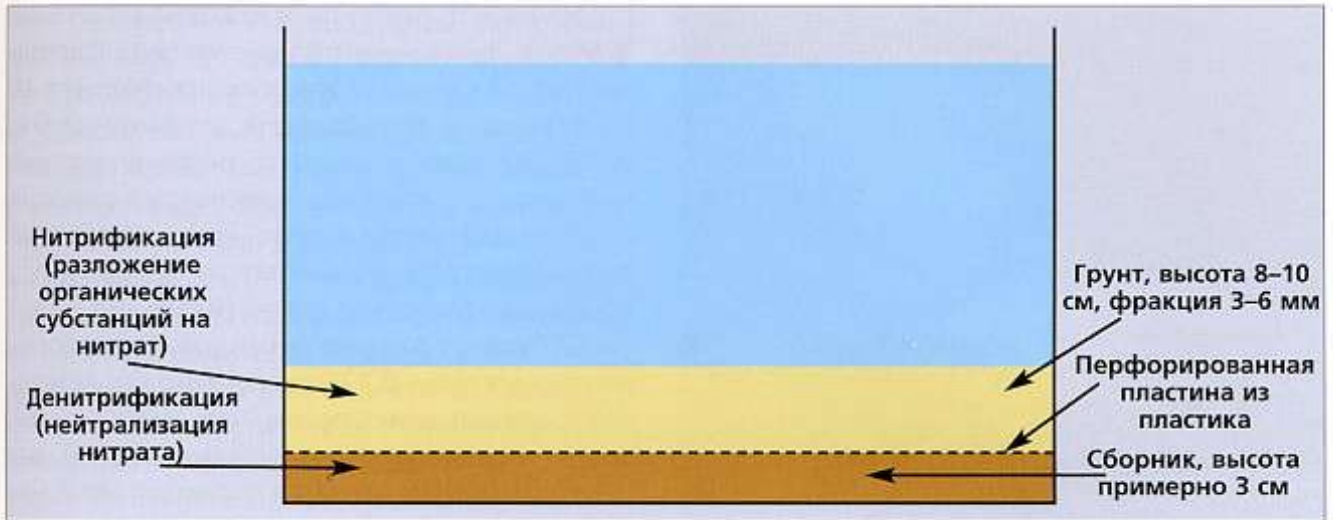
**Что делать**, если в воде на выходе серного нитратного фильтра концентрация нитритов повышается? Обычно это происходит на фазе запуска фильтра. Но даже если высокая концентрация нитритов регистрируется, это не должно служить поводом для беспокойства: от такого количества нитритов их уровень в аквариуме не достигнет опасных пределов (см. стр. 48). В случае необходимости понизьте скорость протока воды через фильтр.

Две других биологических системы фильтрации, которые в последнее время достаточно часто встречаются в Германии, это система Жобера и «глубокий песчаный грунт» («Deep Sand Bed»).

#### **Система Жобера**

Это достаточно простой биофильтр, известный также, как «естественная редукция нитратов» (ERN); он был назван в честь его создателя, доктора Жана Жобера из университета в Нице (Франция). Жобер опробовал эффективность данного фильтра в несколь-

ких аквариумах Океанографического института в Монако. Система Жобера предполагает, что в высоком грунте одновременно протекает и нитрификация, и денитрификация. При её использовании никакие другие типы фильтров, кроме пеноотделителя, который я настоятельно рекомендую всем новичкам, устанавливать нет необходимости. Основа системы Жобера – правильное расположение кораллового песка, в котором находятся микроорганизмы, отвечающие за переработку органического материала (см. DELBEEK & SPRUNG, 2005). Для конструирования системы над дном на уровне 3 см помещается пластмассовая мелкоперфорированная пластина. Эта пластина должна быть очень стабильной и лежать на нескольких специальных стойках, поскольку она будет нести на себе всю тяжесть декораций и грунта толщиной в несколько сантиметров. Отверстия в пластине должны быть очень малы, чтобы грунт не мог провалиться сквозь них. В принципе, система Жобера состоит из трёх частей: это – аквариумная вода, грунт и 3-сантиметровый слой воды под грунтом, так называемый сборник, или сборная камера. Благодаря такой конструкции в аквариуме образуются две четко разграниченные зоны: 1) насыщенная кислородом аквариумная вода в верхней части грунта, стимулирующая развитие нитрифицирующих бактерий, и 2) бедная кислородом зона в сборнике, способствующая поселению гетеротрофных, денитрифицирующих бактерий в нижней части грунта. Таким образом, в аквариуме образуется стабильная система обмена веществ. В верхних слоях грунта азотсодержащие соединения расщепляются до нитрата, в нижних слоях нитрат превращается в азот. Наилучшие результаты достигаются только в том случае, если высота грунта будет составлять не менее 8–10 см, а фракция песка – 3–6 мм. При высоте грунта менее 8 см нейтрализация нитратов будет недостаточно интенсивной, что может привести к их накоплению в аквариумной воде. Исполь-



Схематическое строение песчаного фильтра для нейтрализации вредной органики по принципу Жобера.

зование песка ещё более мелкой фракции может вызвать кратковременное образование сероводорода. Впрочем, его присутствие в воде непродолжительное: похоже, что сборник предотвращает попадание сероводорода в основную часть аквариума. Первоначально считалось, что в ходе биологических процессов из грунта выделяется достаточное количество ионов кальция, чтобы покрыть потребность всех аквариумных животных в этом элементе. Для аквариумов, населённых исключительно рыбами и кожистыми кораллами, это вполне соответствует действительности. Однако в коралловых аквариумах с большим количеством твёрдых кораллов кальция, полученного подобным образом, будет не хватать. В этом случае кальций в воду придётся вносить дополнительно (см. стр. 90). Декорирование аквариума, в котором будет функционировать система Жобера, дело непростое. Как правило, можно использовать лишь небольшое количество камней, поскольку, с одной стороны, перфорированная пластина не может выдержать очень тяжёлые каменные конструкции, а с другой стороны (и это самое важное!), для этого биофильтра требуется много свободной площади грунта, чтобы нитрификация и денитрификация могли эффективно работать.

### Система Жобера о главном – кратко

**Функция:**  
расщепление органических субстанций и неорганических питательных веществ.

**Сфера применения:**  
все типы аквариумов.

**Конструкция системы:**

- Высота сборника – 3 см,
- Высота грунта – 8–10 см,
- Фракция кораллового песка – 3–6 мм.

**Регулярные профилактические работы:**

- В первые месяцы работы из-за переизбытка питательных веществ может наблюдаться усиленный рост водорослей. Их следует «пропалывать» как минимум один раз в неделю. Неплохо также посадить в аквариум животных, питающихся водорослями (рыб-хирургов (*Zebrasoma* spp.), собачку украшенную (*Salarias fasciatus*) и/или морских ежей).
- Регулярно определяйте концентрацию нитратов для контроля эффективности работы системы Жобера.

**Что делать, если концентрация нитратов не снижается?**

- Биологическая система ещё не созрела. Снижение уровня нитратов можно ожидать, самое позднее, после 6 месяцев с начала запуска фильтра.
- Крупные копающие организмы (например, золотоголовый бычок, *Valencienna strigata*) разрушают своей деятельностью анаэробные участки системы Жобера, что, в свою очередь, препятствует расщеплению нитратов. Либо удалите этих животных из аквариума, либо накройте грунт тонкой защитной сеткой.
- Биологический фильтр не справляется с количеством питательных веществ, попадающих в воду с обильным кормом. В этом случае требуется использование эффективного пеноотделителя.



Бесчисленное множество организмов населяет песчаный грунт. Здесь в песке свои норки прокопали черви-полихеты из семейства *Chaetopteridae*. Фото: D. Кноп.

### Глубокий песчаный грунт (ГПГ)

Глубокий песчаный грунт (от англ. Deep Sand Bed) предназначен только для высоких аквариумов. Характерным для этого фильтра является высокий слой грунта, в котором микроорганизмы и бактерии перерабатывают и частично заново вводят органику в круговорот веществ аквариума (см. об этом DELBEEK & SPRUNG, 2005). В целом

строение ГПГ более простое, чем у системы Жобера. Здесь не используется сборник, однако слой кальциевого песка составляет 16 см и выше, а его фракция мельче – около 0,125 мм. Наиболее часто рекомендуемый материал для глубокого песчаного грунта – кальциевый песок оолит, импортируемый преимущественно с Багамских островов.

Решающее значение для нормальной работы ГПГ имеет размер песчинок. Если их величина меньше 0,125 мм, это может привести к слёживанию песка, что, конечно же, будет мешать хорошему круговороту веществ. Слишком крупная фракция (от 2 мм и выше), похоже, в недостаточной мере поддерживает буферную способность воды. Кроме того, нейтрализация фосфатов также затормаживается, поскольку песок такой фракции часто выделяет большее количество фосфатов. Важное условие – правильная заправка ГПГ. Для этого используется так называемый «живой» песок, взятый из моря и предлагаемый сегодня многими зоомагазинами, или же можно применять песок из другого аквариумного хозяйства, в котором уже функционирует система ГПГ. Мнения о необходимом объёме этого материала расходятся. Так, например, ШИМЕК (1998), один из изобретателей данного метода фильтрации, считает, что 10% от всего грунта должны приходиться на «живой песок». Лично у меня такое количество песка вызывает сомнение. Впрочем, ясно одно: чем больше «живого» песка, тем быстрее «созреет» ГПГ.

Декорирование аквариума с ГПГ так же проблематично, как и в случае с системой Жобера. Большая часть поверхности должна оставаться свободной от камней: только так вы сможете обеспечить достаточный круговорот веществ в аквариуме. Крупные декорации из камня очень тяжёлые, песок не выдерживает этого давления и начинает уходить из-под камней, что может привести к смещению декорации. Целесообразно предусмотреть дополнитель-

ное основание под декорации, например, из ПВХ-трубок. Таким образом вы получите необходимое место для «живого» песка и одновременно предотвратите возможное движение или падение декораций. Несомненное преимущество глубокого песчаного грунта заключается в его дешевизне. Если рыб в аквариуме немного, то вы сможете отказаться от использования пеноотделителя. Правда, есть у этого фильтра и некоторые недостатки. В первую очередь, это эстетическая сторона вопроса. В обеих системах, Жобера и ГПГ, грунт «крадёт» пространство, что мешает разместить в аквариуме объёмные декорации, например, при стремлении создать биотоп с морской травой и соответствующими рыбами и беспозвоночными. Помимо этого, в «банках» с ГПГ придётся отказаться от копающих рыб, поскольку они поедают многих из тех организмов, которые поддерживают биологическое равновесие в грунте. Последствием такой диеты может стать накопление питательных веществ в воде. В качестве решения этой проблемы можно предложить оснащение подобными системами специальных фильтрующих аквариумов – рефуджиумов, которые образуют с основным аквариумом общую биосистему. Минусы такого подхода – вложения на приобретение рефуджиума и дорогой техники для его эксплуатации, а также дополнительное место под второй аквариум. Следующая проблема высоких грунтов (это касается и системы Жобера, и ГПГ) – интенсивное потребление кислорода микроорганизмами. Чтобы, особенно в ночное время, не допустить возникновения нехватки кислорода, от чего могут погибнуть рыбы и беспозвоночные, необходимо позаботиться о хорошей циркуляции воды в поверхностных слоях, обеспечивающей эффективный газообмен. Проблемы может создать отключение электроэнергии. На этот случай желательно иметь компрессоры, работающие от батареек. Если ГПГ размещён в рефуджиу-

### Глубокий песчаный грунт (ГПГ): о главном – кратко

Функция:

расщепление органических субстанций и неорганических питательных веществ.

Сфера применения:

все типы аквариумов.

Конструкция системы:

- высота грунта – 16 см и выше
- фракция грунта – 0,125 мм
- заправка грунта «живым» песком (10% грунта)

Регулярные профилактические работы:

- В некоторых аквариумах с ГПГ деятельности организмов для полноценного круговорота веществ в воде недостаточно. Вследствие этого активизируется рост водорослей, которые необходимо регулярно удалять. Кроме того, для контроля за водорослями можно посадить в аквариум животных-водорослеедов (рыб-хирургов (*Zebrasoma spp.*), собачку украшенную (*Salarias fasciatus*) и/или морских ежей).
- Регулярная замена песка не нужна. Однако периодически его необходимо досыпать, так как в ходе биологических процессов он растворяется.
- Регулярно определяйте уровень нитратов и фосфатов для контроля за эффективностью работы ГПГ.

**Что делать, если концентрация нитратов не понижается?**

- ГПГ может не справляться с большим количеством питательных веществ, попадающих в воду с кормом. Либо уменьшите количество рыб, либо установите мощный пеноотделитель.
- Откажитесь от рыб, которые ищут себе пищу в грунте, иначе все организмы, отвечающие за круговорот веществ в аквариуме, будут съедены и биологическое расщепление станет неэффективным.

**Что делать, если возникает дефицит кислорода?**

- Особенно в ночное время следует обеспечить хорошую циркуляцию воды в поверхностных слоях аквариума. Это гарантирует эффективный газообмен.
- При отключении электроэнергии используйте компрессоры, работающие от батареек, чтобы избежать нехватки кислорода.
- Если под ГПГ выделен отдельный аквариум, рефуджиум, то при отсутствии энергии его надо немедленно отключить от общей системы. Таким образом вы не допустите возникновения дефицита кислорода в основной «банке».

ме, то при отсутствии тока нужно срочно отключить его от основного аквариума. Этим вы предотвратите или оттянете возникновение дефицита кислорода в основном аквариуме и тем самым спасёте животных.

## Водорослевые фильтры

В отличие от денитрифицирующих фильтров, в водорослевых фильтрах неорганические питательные вещества, то есть нитраты и фосфаты, не превращаются в другие субстанции и не высвобождаются снова в воду, а включаются в систему обмена веществ собственно водорослей, которые используют их для роста и размножения. То есть в результате получается биомасса. Это означает, что в подобных фильтрах водоросли необходимо регулярно прореживать. Особенно это касается старых водорослей, поскольку всегда существует опасность их отмирания и, соответственно, возникновения масштабной биологической нагрузки на всю аквариумную систему. Для водорослевых фильтров используются дополнительные аквариумы, соединённые с основным аквариумом в одну систему. Уровень воды в фильтрах должен быть невысоким, им требуется хорошее освещение для роста водорослей. В качестве единственного элемента декорации может выступать грунт (примерно 1 см в высоту, фракция особой роли не играет), на котором поселяются водоросли. Можно использовать различные виды водорослей: нитчатые, зелёные водоросли рода *Chaetomorpha* и сифоновые водоросли *Caulerpa* spp. Однако я бы не советовал применять нитчатые водоросли, поскольку рано или поздно они попадут в основной аквариум и могут причинить ему определённый вред. И напротив, такие водоросли, как *Caulerpa prolifera*, *C. racemosa* и *Chaetomorpha*, отлично подходят для фильтра. Они очень быстро растут и потребляют огромное количество неорганических питательных веществ.

Водорослевые фильтры, на фотографии – с водорослью *Caulerpa prolifera*, используются иногда для очищения очень крупных аквариумных комплексов. Для обычных домашних аквариумах они не нужны.

## Водоросли: ночная смена

Простой, но хитрый трюк – освещение водорослевого аквариума ночью. С одной стороны, это стабилизирует уровень pH, а с другой – позволяет сохранять постоянно и высокое содержание кислорода в аквариумной воде.

Проблематично использование данного типа фильтра с аквариумами, где наблюдается низкая концентрация питательных веществ, из-за которой водоросли плохо растут. С другой стороны, возникает вопрос: а нужен ли вообще в этом случае дополнительный фильтр?

## Водорослевый фильтр: о главном – коротко

Функция:  
удаление неорганических питательных веществ.

Сфера применения:  
все типы аквариумов.

Внимание:  
в результате медикаментозного лечения рыб водоросли могут погибнуть. Поэтому при использовании медикаментов отключайте аквариум с водорослевым фильтром от общего аквариума.

Регулярные профилактические работы:  
удаление водорослей в зависимости от скорости их роста. При этом прополке подлежат только старые водоросли. В любом случае следует избегать попадания водорослей в основной аквариум.

Что делать, если водоросли в фильтре не растут?

- Определите концентрацию нитратов в аквариумной воде. Возможно, количества питательных веществ (нитратов, фосфатов) для роста водорослей недостаточно. В этом случае необходимость водорослевого фильтра сомнительна.
- При высокой концентрации нитратов: внесение микроэлементов (см. стр. 9) может стимулировать рост водорослей.
- При высокой концентрации нитратов: возможно, у вас слабое освещение – требуется установка дополнительных люминесцентных трубок.



Существует множество способов для минимизации биологической нагрузки в морском аквариуме, которую оказывают продукты обмена веществ животных. Пожалуй, самый простой и надёжный выбор для новичка – это пеноотделитель. На фотографии показан фрагмент аквариума Дэвида Саксби из Лондона, объём которого составляет 11000 литров.

### Внесение водки в аквариум

В последнее время популярным стал ещё один способ нейтрализации фосфатов и нитратов: добавление водки непосредственно в аквариум (то есть не через анаэробный фильтр, см. стр. 63, а также MRUTZEK & КОКОТТ 2004, 2006). Точно так же, как и с водорослевыми фильтрами, этот способ фильтрации основан на снижении неорганических питательных веществ за счёт наращивания биомассы. Однако в этом случае увеличивается количество не водорослей, а бактерий. Алкоголь вносится в аквариум в виде водки.

Принцип работы этого способа очень прост. Подливая водку в аквариум, мы стимулируем, правда, не водоросли, а бактерии, предоставляя им источник легко перерабатываемой пищи – этанол в водке. За счёт наращивания биомассы уровень содержания фосфатов и нитратов в аквариумной воде снижается. Алкоголем, в отличие от денитрифицирующих фильтров, мы стимулируем преимущественно аэробных бактерий. При этом процесс расщепления нитратов и фосфатов выглядит иначе. В анаэробных фильтрах из нитрата получается азот, который выветривается из

аквариума, тогда как при прямом внесении водки азот остаётся в аквариуме в форме биомассы – активно развивающихся аэробных бактерий.

Увеличение числа бактерий после добавления водки можно заметить, к примеру, по помутнению воды или слизи, которая может образовываться в некоторых местах аквариума. Об одном из последствий я уже упоминал: при активном росте бактериям требуется много кислорода. Поэтому при внесении водки в аквариум не допускайте, чтобы в нём возникал дефицит кислорода. Другой вывод также очевиден: количество различных видов бактерий, живущих в аквариуме, очень велико. Их состав варьируется от аквариума к аквариуму. Водкой мы стимулируем развитие всех бактерий. Таким образом, сохраняется риск того, что среди них находятся бактерии, выделяющие в воду определенные токсины. С помощью этой теории можно найти объяснение тому, почему в некоторых аквариумах, где применялся этот метод, наблюдалось ухудшение их общего состояния и гибель рыб и беспозвоночных. Правильная дозировка водки – достаточно трудное дело. Процитированные выше



авторы рекомендуют добавлять в течение первых трёх дней 0,1 мг водки на 100 литров воды. В период с 4 по 6 день следует увеличить дозировку до 0,2 мг/л. В дни с 7 по 10, с 11 по 14 и с 15 по 21 необходимо увеличить количество водки в каждый из этих минипериодов на 0,5 мл/л. Приведённые в этих советах значения, на мой взгляд, могут служить лишь ориентировочными величинами. Главный критерий дозировки – уровень нитратов в воде. Если нитраты снижаются, уменьшается и объём добавляемой водки. Помочь определить их концентрацию могут только регулярно проводимые тесты. Но и в этом случае нужно помнить, что главный принцип – вливать в аквариум как можно меньше алкоголя.

В заключение нужно отметить, что использование биологических фильтров, несмотря на достижение желаемого результата, обходится аквариумисту дороже и сопряжено с большими ошибками, чем в случае

с применением пеноотделителя. По этой причине я советую особенно новичкам использовать пеноотделитель в качестве основной системы фильтрации.

### Комбинирование механических и биологических фильтров

Комбинирование механических (пеноотделитель, механическое удаление фосфатов) и биологических фильтров вполне возможно, а при определённых обстоятельствах даже целесообразно. Тем не менее, необходимо точно знать, а нужно ли вам это вообще. Если в аквариуме с беспозвоночными или рыбами уровень нитратов не поднимается выше отметки 20 мг/л, а фосфаты составляют менее 0,1 мг/л, то денитрифицирующий фильтр не понадобится. Кроме того, возникает вопрос в эффективности оросительного фильтра при хорошо работающем пеноотделителе, поскольку с помощью последнего мы удаляем все вещества, которые могли быть переработаны бактериями в нитрат и фосфат. Благодаря продуманной концепции фильтрации вы сэкономите свои нервы и много денег, которые затем лучше потратите на приобретение животных. Если вы всё же решили применять одновременно различные фильтрующие системы (например, того требует большое коли-

комбинация нескольких типов фильтров может быть весьма полезной, особенно если в аквариуме регистрируется большое количество органики. Тем не менее, следует обращать внимание на правильную последовательность подключения фильтров. На фотографии показано подключение нескольких биологических фильтров с различными наполнителями.



#### Внесение водки в аквариум: о главном – коротко

Функция:

удаление неорганических питательных веществ.

Сфера применения:

все типы аквариумов.

Регулярные работы:

- ежедневное внесение водки;
- еженедельное определение концентрации нитратов и фосфатов для оптимизации работы фильтра и дозирования водки.

**Что делать**, если уровень нитратов не снижается?

Постепенно увеличьте количество водки.

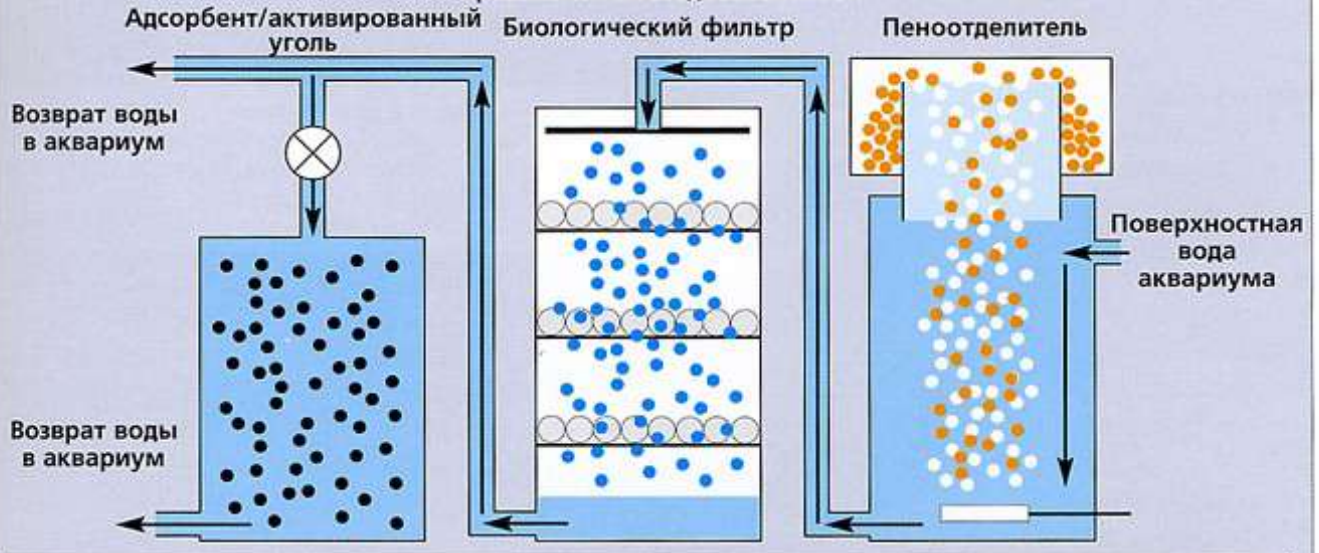
**Что делать**, если концентрация нитратов резко снижается?

Уменьшите количество вносимой водки.

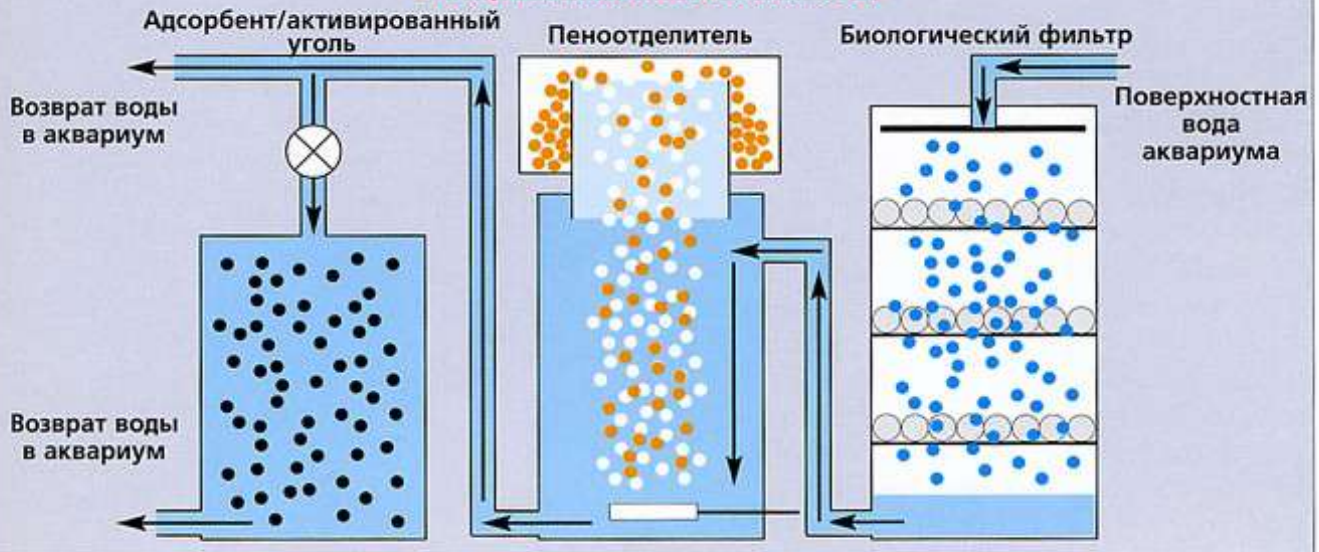
**Что делать**, если рыбы и кораллы показывают признаки дискомфорта?

- Немедленно прекратите добавлять алкоголь в аквариум.
- Провентилируйте аквариумную воду, чтобы не допустить возникновения дефицита кислорода.
- По возможности полностью удалите из аквариума бактериальную слизь, которая образовалась в нём.

**A: правильная последовательность**



**B: неправильная последовательность**



Правильная (A) и неправильная (B) последовательность подключения фильтров. Пеноотделитель должен быть подключён перед биологическим фильтром (в качестве примера приведён оросительный фильтр), в противном случае в аквариуме начнут накапливаться нитраты. Адсорбенты могут образовывать независимую отдельную фильтрующую единицу или находиться в конце общей системы фильтрации. Не забывайте, что через адсорбенты протекает лишь часть воды, остальная снова попадает в аквариум. Направление течения воды обозначено стрелочками. Схема не строго соответствует масштабу.

чество рыб в вашем аквариуме), то очень важно соблюсти правильную последовательность подключения фильтров. Если, к примеру, вы хотите объединить в цепочку пеноотделитель и нитрифицирующий фильтр, то сначала воду нужно пустить через пеноотделитель и только потом через биофильтр. В противном случае

бактерии биологического фильтра превратили бы все органические субстанции в нитрат. Нитрат же невозможно вывести из системы с помощью пеноотделителя, то есть работа пенника была бы неэффективной, что, в свою очередь, могло бы привести к накоплению нитратов в воде. Если же вода в начале цепочки попадает

в пеноотделитель, а потом течёт в биологический фильтр, то все вещества, которые не остались в пеноотделителе, будут расщеплены уже в биофильтре. Однако очень часто можно видеть обратный порядок подключения, и владельцы таких систем удивляются, почему вопреки дополнительному фильтру в аквариуме фиксируется превышение уровня нитратов и фосфатов.

## Температура: подогрев и охлаждение

Оптимальная температура воды в тропическом рифовом аквариуме находится в диапазоне между 24 и 26 °С. Температуру ниже 24 °С большинство обитателей коралловых рифов выдерживает лишь какое-то время, однако рано или поздно из-за этого могут возникнуть проблемы. С температурой до 29 °С рыбы и кораллы также могут мириться, поскольку часть из них привыкла к таким величинам, ещё находясь в природе. Однако при повышенных температурах в воде резко снижается содержание кислорода. Показатели выше отметки 29 °С уже настораживают. Сообщается, что при 29 °С кораллы начинают терять свою пигментацию и блекнуть (см. об этом подробнее BROCKMANN, 2000). При этом зооксантеллы, симбиотические водоросли, отмирают или отторгаются кораллами, которые таким образом пытаются защитить себя от температурного воздействия. Для некоторых видов кораллов это означает неминуемую гибель (GROTTOLI et al., 2006). Начиная с 30 °С, потеря пигментации

Оптимальные температуры для тропического рифового аквариума находятся в диапазоне между 24 и 26 °С. Температуру выше 29–30 °С не следует допускать, так как в этом случае кораллы начинают бледнеть и погибают.

особенно заметна у твёрдых кораллов, поэтому желательно не допускать достижения этих пороговых величин.

### Один – хорошо, а два – лучше

Вместо одного очень мощного обогревателя рекомендуется использовать два обогревателя меньшей мощности. Если вдруг у одного из них обнаружится дефект, это не приведёт к перегреву воды и потерям среди животных.

Для аквариумиста это значит, что он должен установить очень точный температурный режим в аквариуме и ежедневно контролировать его. Чтобы поддерживать нужную температуру особенно в зимний период, потребуется как минимум один пригодный для морского аквариума обогреватель. При этом мощность обогревателя (количество ватт) будет зависеть от размера «банки».

В летнее время поддержание оптимальной температуры, особенно если для освещения используются вырабатывающие много тепла HQI-лампы, становится проблематичным. Повышение до 28 °С ещё как-то допускается, но если температура переходит этот рубеж, то аквариумисту придётся принимать соответствующие меры. Пожалуй, самый





При температуре свыше 30 °С кораллы, как эта акропора (*Acropora* sp.) в лагуне Маданга (Папуа-Новая Гвинея), теряют окраску и погибают.



простой способ – использование одного или нескольких вентиляторов, поток воздуха от которых направлен на поверхность воды. И хотя за счёт этого воды испаряется очень много, используемая для испарения энергия (теплота испарения) снижает температуру в аквариуме. Даже при высоких температурах она падает на 1–2 °С. Более усовершенствованный метод охлаждения, основанный на принципе испарения, – энергосберегающие и, таким образом, очень дешёвые испарительные охладители, которые совсем недавно появились на рынке. Принцип их работы заключается в том, что аквариумная вода прогоняется через распылительную трубку. Сбоку у распылительной головки этой трубки расположен вентилятор, который гонит воздух навстречу потоку воды. Образующиеся в результате этого испарения снижают температуру воды. Желаемое значение температуры можно задать с помощью соответствующего терморегулятора.

#### Температура: о главном – коротко

Оптимальный температурный диапазон:  
24–26 °С (все виды тропических аквариумов).

Регулярные работы:  
ежедневный контроль за температурой.

**Что делать**, если температура очень низкая?

- Проверьте настройки обогревателя. При установке неправильной температуры проведите соответствующую корректировку. В случае необходимости используйте дополнительный обогреватель.

**Что делать**, если температура слишком высокая?

- Проверьте настройки обогревателя. При установке неправильной температуры проведите соответствующую корректировку. В случае необходимости используйте вентилятор или охладитель.

Если эти способы охлаждения для вас малоэффективны (к примеру, аквариум находится в мансардной квартире или зимнем саду в летний период), то следует выбирать специальные охлаждающие приборы, или, как их называют, аквариумные холодильники. В такой ситуации о размере и типе холодильника лучше проконсультироваться со специалистом.

## Дополнительные приборы

Наряду с уже описанными приборами, входящими в стандартный комплект оборудования для каждого аквариума, существуют дополнительные устройства, которые могут быть полезны при определённых обстоятельствах при уходе за тем или иным типом аквариума. К ним относятся озонатор, ультрафиолетовая лампа и кальциевый реактор. Их приобретение, как уже говорилось, зависит от типа аквариума.

### Озонатор

С течением времени в аквариуме накапливаются субстанции, которые не могут быть удалены ни пеноотделителем, ни биологическими фильтрами. Среди них, например, «жёлтые» (гуминовые) вещества, которые, как указывает их название, окрашивают воду в жёлтый цвет (см. об этом стр. 59). В результате этого изменяются качественные и количественные характеристики света, что не идёт на пользу аквариумным питомцам. Кроме того, коричневатая вода мешает восприятию аквариума в целом. Устранение жёлтых веществ происходит путем фильтрации через активированный уголь (см. стр. 59) или с помощью добавления озона в воздушный распылитель пеноотделителя. Озон – это газ, молекула которого состоит из трёх атомов кислорода. Он окисляет органические молекулы, превращая их в безвредный аммиак, а нитриты – в нитраты. В морской аквариумистике озон используется для разрушения жёлтых веществ и повышения эффективности пеноотделителя. Даже малые дозы озона, от 2 до 5 мг в час, позволят удалять мельчайшие частицы белковых веществ и снизят пороговую чувствительность обыкновенных пеноотделителей по отношению к коллоидальным субстанциям до уровня менее 0,05 мг/л (WILKENS, 1973; DELBEEK & SPRUNG, 1994). Больших доз озона (более 10

мг в час) следует избегать, поскольку органические вещества будут так быстро окисляться, что пеноотделитель перестанет с ними справляться. Положительное побочное действие озонирования – насыщение аквариумной воды кислородом. Даже лёгкая почасовая озонация насыщает воду кислородом на 110–130 % (WILKENS, 1973), что идёт на пользу рыбам и особенно животным, которые содержатся в аквариумах, где используются потребляющие кислород биофильтры (например, ГПГ).

Озон следует подавать в воздушный поток пеноотделителя. Можно, конечно, вносить озон непосредственно в воду, однако по причине его мощных окислительных свойств это может быть очень опасным: поэтому лучше отказаться от этой затеи! Для получения озона в продаже имеются так называемые озонаторы или озоновые реакторы различной мощности, рассчитанные на определённый объём аквариума. Они подключаются к воздухозаборнику пеноотделителя. Начинайте с малых доз, и только при недостаточном эффекте постепенно, в течение нескольких недель, повышайте количество добавляемого озона. Вы заметите передозировку (более 10 мг в час) по снижению эффективности работы пеноотделителя: адсорбат приобретает светлый оттенок, а концентрация нитратов начинает повышаться. В этом случае прекратите добавлять озон. Важно понять, что не все типы пеноотделителей (например, многие ротационные пеноотделители) подходят для использования озона, поэтому приобретать озонатор здесь не имеет смысла. В таких случаях можно выводить «жёлтые» вещества с помощью более простого метода – фильтрации с применением активированного угля. Озон вреден для здоровья человека. Если в комнате чувствуется его характерный запах, необходимо тут же выключить озонатор.

### Озонатор: о главном – коротко

Функции:

- делает «жёлтые» вещества доступными для пеноотделения;
- улучшает производительность пеноотделителя;
- насыщает воду кислородом.

Сфера применения:

- целенаправленное использование, например, в перенаселённых «банках» или аквариумах с фильтрами, потребляющими много кислорода;
- не следует добавлять озон напрямую в аквариум – только через пеноотделитель.

**Что делать**, если концентрация нитратов в аквариуме с озонаторами повышается?

Снизьте дозу озона.

**Что делать**, если количество «жёлтых» веществ не снижается?

- Постепенно увеличьте дозу озона (нежелательно превышение отметки в 10 мг в час).
- Используйте дополнительно фильтрацию с активированным углем.

**Что делать**, если в комнате чувствуется характерный запах озона?

Немедленно снизьте дозу озона или отключите озонатор!

## Ультрафиолетовая лампа

УФ-лампы используются для борьбы с болезнетворными микроорганизмами. Они излучают свет в диапазоне UV-C (длина волны около 253 нм), который парализует и убивает микроорганизмы (плавающие водоросли, рыбные паразиты в свободноплавающей стадии и т. д., см. стр. 30). Для этой цели вода прокачивается вблизи от источника излучения. УФ-лампы имеют ограниченный срок эксплуатации, который указывается в инструкции по применению. Ультрафиолетовые лампы полезны, особенно для аквариумов, в которых содержатся нежные, подверженные различным болезням виды рыб.

### УФ-лампа: о главном – коротко

Функция:

- уничтожение потенциально вредных микроорганизмов;
- уничтожение плавающих водорослей.

Сфера применения:

аквариумы с восприимчивыми, подверженными заболеваниями рыбами.

Для наших аквариумов мы используем морскую воду, которая по своим свойствам и химическому составу очень похожа на естественную воду коралловых рифов. Производство этой «искусственной морской воды» стало сегодня очень простым делом: достаточно купить в любом зоомагазине специальную соляную смесь и смешать её с пресной водой до получения раствора с необходимой плотностью. В этой главе мне бы хотелось описать процесс приготовления морской воды и объяснить некоторые понятия, играющие в данном вопросе важную роль.

Морская вода – это комплексная жидкость с растворёнными солями, которые представлены в форме положительно или отрицательно заряженных ионов. В среднем объём солей составляет примерно 34,7

грамма на один литр морской воды. Иначе говоря, среднее содержание солей и солёность равна 34,7 %.

Фактически морская вода содержит все известные химические элементы. Некоторые из них имеют огромное значение для морских организмов, другие, напротив, не играют никакой значительной роли. По степени концентрации эти элементы можно разделить на две группы: 1) основные элементы и 2) микроэлементы. Если у элемента значительная доля в общей массе солей, то он относится к основным элементам, в остальных случаях речь идёт о микроэlemente (SPOTTE, 1979). Величина, разделяющая обе группы, равняется 1 мг на килограмм морской воды: выше этой величины расположились основные элементы, ниже – микроэлементы. Здесь стоит заметить,

Качество искусственно приготовленной морской воды имеет решающее значение для успешного содержания морского аквариума. Состав и концентрации питательных веществ в ней должны максимально соответствовать природной морской воде. На фотографии мавританский идол, или занкл, *Zanclus cornutus*, населяет тропические моря в местах, где вода бедна питательными веществами.



### Основные элементы и ионы морской воды (по SPOTTE, 1979)

Элемент/ион	Химический символ	Концентрация в гр/кг морской воды (при солёности 35 ‰)
Хлорид	Cl <sup>-</sup>	19,354
Сульфат	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,712
Бромид	Br <sup>-</sup>	0,0673
Фторид	F <sup>-</sup>	0,0013
Бор	B	0,0045
Натрий	Na <sup>+</sup>	10,770
Магний	Mg <sup>2+</sup>	1,290
Кальций	Ca <sup>2+</sup>	0,4121
Калий	K <sup>+</sup>	0,399
Стронций	Sr <sup>2+</sup>	0,0079

что принадлежность элемента к той или иной группе ещё ничего не говорит о его значимости для морских животных.

К основным элементам относятся (распределение в соответствии с концентрацией в воде): хлорид (Cl<sup>-</sup>), натрий (Na<sup>+</sup>), сульфат (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), магний (Mg<sup>2+</sup>), кальций (Ca<sup>2+</sup>), калий (K<sup>+</sup>), бромид (Br<sup>-</sup>), стронций (Sr<sup>2+</sup>), бор (B) и фторид (F<sup>-</sup>). Концентрации и процентное соотношение между этими элементами можно найти в таблице.

Важными микроэлементами являются медь (Cu), йод (I) и железо (Fe). Концентрации некоторых микроэлементов и примеры их биологических функций приведены в таблице (см. также стр. 99, BROCKMANN, 2006/2007, 2007).

### Плотность

Для определения содержания солей в морской воде обычно используется термин «плотность». В случае с морской водой под плотностью понимается масса всех растворённых солей (в граммах) в одном миллилитре воды. Плотность зависит от температуры, поэтому указание плотности без одновременного указания температуры не имеет смысла. Приведу короткий пример: если растворить 33 грамма морской соли в одном литре воды (содержание солей 33 ‰), то при температуре 20 °C плотность составит 1,0211 гр/мл, при 22 °C тот же раствор будет иметь 1,0220 гр/мл, а при 25 °C – 1,0227 гр/мл. Этот пример наглядно показывает, какое влияние температура оказывает на плотность и насколько важно для аквариумиста измерять и задавать

### Некоторые микроэлементы и их функции (по TAIT, 1971; SPOTTE, 1979; JUNGERMANN & MÜHLER, 1980)

Микроэлемент	Химический символ	Концентрация в естественной морской воде (µg/l)	Функции
Йод	I	60	Способствует росту коричневых водорослей; составная часть гормона тироксин.
Молибден	Mo	10	Ассимиляция и понижение уровня нитратов; составная часть редокс-энзимов.
Цинк	Zn	4,9	Передача наследственной информации у животных и растений; стабилизация протеинов.
Ванадий	V	2,5	Способствует росту водорослей; входит в состав синего пигмента у асцидий.
Железо	Fe	2	Произв-во хлорофилла; редукционные пр-сы в водорослях; снабжение кислородом; составная часть редокс-энзимов.
Медь	Cu	0,5	Фотосинтез; протетическая группа в некоторых пигментах; составная часть редокс-энзимов.
Марганец	Mn	0,2	Синтез хлорофилла; фотосинтез; активация энзимов.
Кобальт	Co	0,05	Составная часть витамина B12.



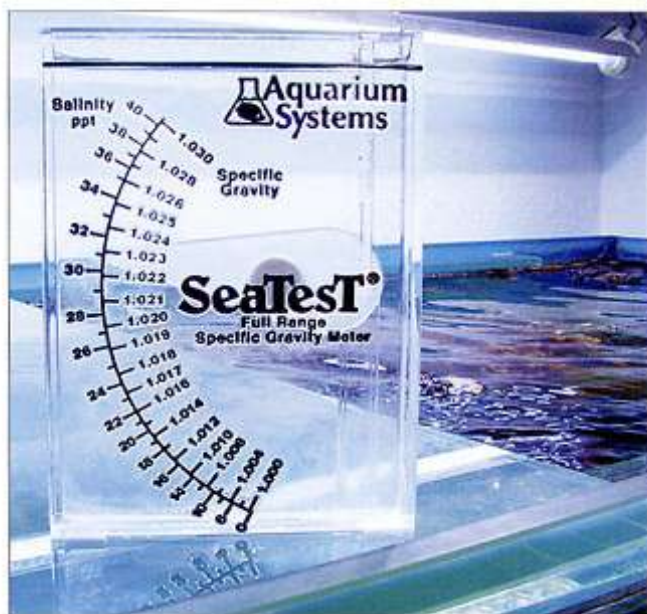
плотность приборами, настроенными на правильную температуру. Неправильно откалиброванные приборы могут показывать неверные данные по плотности, что в дальнейшем может негативно отразиться на рыбах и беспозвоночных.

Для большинства морских аквариумов рекомендуется плотность 1,022–1,024 гр/мл при температуре 25 °С. Это соответствует содержанию солей на уровне 33–35,7% (то есть 33–35,7 гр/л).

## Определение плотности морской воды

Существует множество специальных приборов для определения плотности морской воды. Самый простой и дешёвый вариант – плотномер, или, как его ещё называют, ареометр. Традиционный поплавковый ареометр представлен на фотографии. Для замера нужно погрузить прибор в место со слабым течением. Когда ареометр стабилизируется, величина плотности будет показана на шкале, находящейся в верхней части устройства. Важно, чтобы ареометр был настроен на необходимую температуру, которая, как мы помним, составляет, как правило, 24–26 °С.

Плотность морской воды можно определить с помощью ареометра. Поскольку плотность зависит от температуры, то ареометр должен быть настроен на определённый температурный показатель.



Стрелочный ареометр. В приведённом примере плотность морской воды составляет почти 1,023.

Известны также стрелочные плотномеры (см. фото). Для замера специальный сосуд, в котором находятся стрелка и шкала, наполняется морской водой. Стрелка останавливается на определённом уровне – делении шкалы, это и есть значение плотности воды.

Один из недорогих ареометров должен иметь каждый морской аквариумист. Точности любого фирменного плотномера будет достаточно для каждого типа аквариума.

### Плотность: о главном – коротко

Оптимальная плотность морской воды: 1,022–1,024 гр/мл при t 25 °С.

Регулярные работы: еженедельный контроль за плотностью.

**Что делать**, если плотность очень низкая? Медленное повышение плотности (в течение нескольких дней) за счёт добавления воды с повышенной плотностью. В этот период необходим постоянный контроль за плотностью.

**Что делать**, если плотность слишком велика? Слейте из аквариума какое-то количество воды и добавьте пресную воду. Необходим постоянный контроль за плотностью. Точно так же, как и при низкой солёности, добавлять воду нужно постепенно.

## Приготовление морской воды

Правильное приготовление морской воды имеет огромное значение. Соблюдая основные критерии, вы сможете избежать множества проблем в дальнейшем. Итак, для «замера» морской воды следует придерживаться следующего алгоритма действий:

**Шаг 1:** протестируйте водопроводную воду, которая будет использоваться в качестве исходного «ингредиента» для морской воды.

**Шаг 2:** если водопроводная вода не отвечает определённым условиям (см. ниже), её также следует должным образом подготовить.

**Шаг 3:** производство морской воды.

**Шаг 4:** окончательная регулировка плотности.

### Шаг 1:

#### Тестирование исходной воды

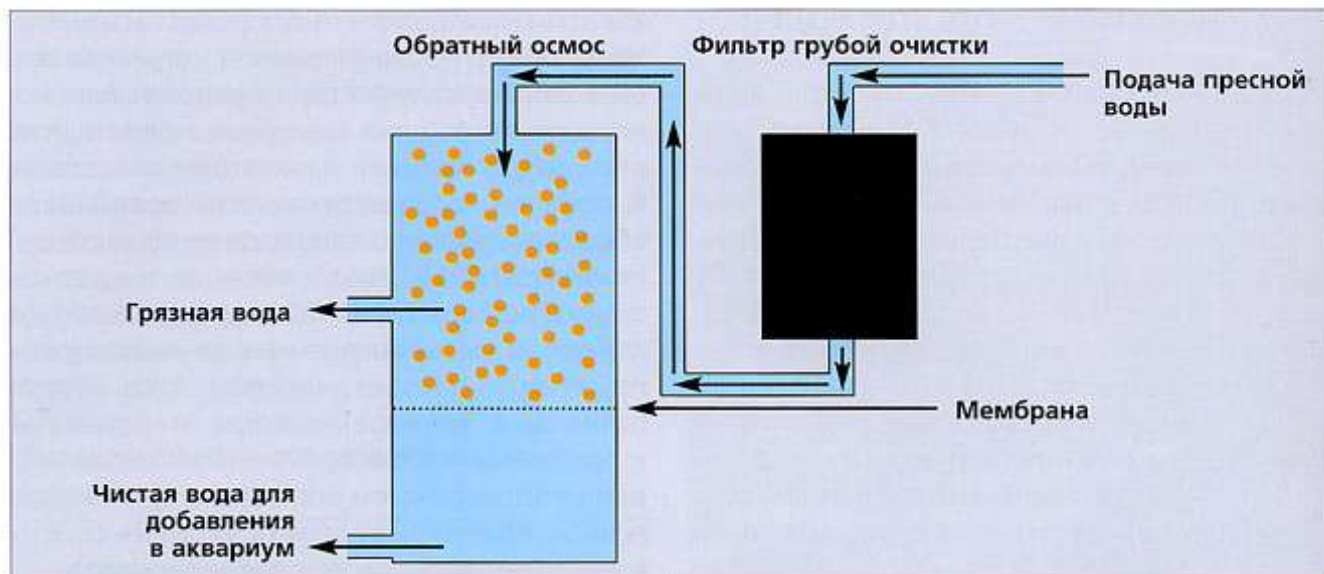
В большинстве районов Германии водопроводная вода настолько качественная, что, без сомнения, может использоваться в качестве исходного материала для приготовления морской воды. Тем не менее, концентрации трёх питательных веществ в ней должны быть очень низкими, чтобы избежать впоследствии проблем с водорослями. Речь идёт о нитратах, чья концентрация не должна превышать 20 мг/л, а также фосфатах и силикатах, содержание которых в воде должно быть меньше 0,2 мг/л и 5 мг/л соответственно. Чтобы убедиться в том, что все эти концентрации в норме, можно обратиться за анализом к сотрудникам соответствующей водопроводной станции или провести его самостоятельно с помощью имеющихся в продаже наборов реагентов. Как правило, водопроводные станции охотно делятся такой информацией, многие из них публикуют данные на своих сайтах в Интернете. Если необходимые нам показатели находятся в приемлемом диапазоне, то эту воду можно исполь-

зовать и, соответственно, пропустить шаг 2. Некоторые, проживающие в сельской местности аквариумисты предпочитают использовать воду из колодцев, полагая, что она качественнее, чем водопроводная. К сожалению, практика часто доказывает обратное. С особой осторожностью следует относиться к подобной воде в местностях, в которых расположены сельскохозяйственные или промышленные предприятия. Технологические стоки могут попасть в грунтовые воды и привести к проблемам в аквариуме. При использовании артезианской воды действует аналогичное правило: замерить уровень содержания нитратов, фосфатов и силикатов.

### Шаг 2:

#### подготовка исходной воды

Если в водопроводной воде обнаружилось высокие концентрации нитратов, фосфатов и силикатов, то её необходимо обработать. Самый простой и подходящий для этой цели способ – обратный осмос. Водопроводная вода пропускается через мембрану с чрезвычайно маленькими отверстиями, сквозь которые могут проникнуть только молекулы воды. Молекулы, превышающие по размеру молекулы воды, задерживаются мембраной. Среди них не только нитраты, фосфаты и силикаты, но и такие вещества, как кальций или карбонаты. В зависимости от качества мембраны из воды удаляется до 97% нитратов, 99% фосфатов и 86% силикатов. На выходе установки обратного осмоса мы получаем два сорта воды: 1) чистую воду, которую мы будем использовать для производства морской воды, и 2) «сточную» воду, богатую неорганическими питательными веществами и солями. «Сточную» воду можно использовать в других целях, например, для поливки цветов и т.д. Непосредственно перед мембраной, как правило, находятся фильтры, защищающие мембрану от засорения грубыми частицами или её разрушения вредными



Принцип работы установки обратного осмоса: пресная вода пропускается через фильтр грубой очистки, наполненный активированным углём, и подаётся затем в установку обратного осмоса. Здесь посредством мембраны чистая вода отделяется от грязной, содержащей различные посторонние вещества и вредные ионы. Чистую воду используют для добавления в аквариум, грязная вода подойдёт, к примеру, для полива цветов. Вредные вещества отмечены оранжевыми точками, направление течения воды обозначено стрелками.

соединениями (например, хлором). Тем не менее, такая мембрана имеет ограниченный срок службы, поэтому её необходимо регулярно заменять.

Тот, кого страшат цены на установки обратного осмоса и у кого недостаточно места в квартире, может приобрести подготовленную воду в зоомагазине. Может быть, и дороговато для первичного заполнения аквариума (прибавьте сюда затраты на транспортировку воды), но для добавления воды взамен испарившейся или частичной замены – это вполне хороший выход.

И наконец, так сказать, для полноты картины, упомяну ещё об одном методе подготовки водопроводной воды – использовании дистиллята. Однако этот метод значительно дороже обратного осмоса и поэтому практически не распространён в морской аквариумистике.

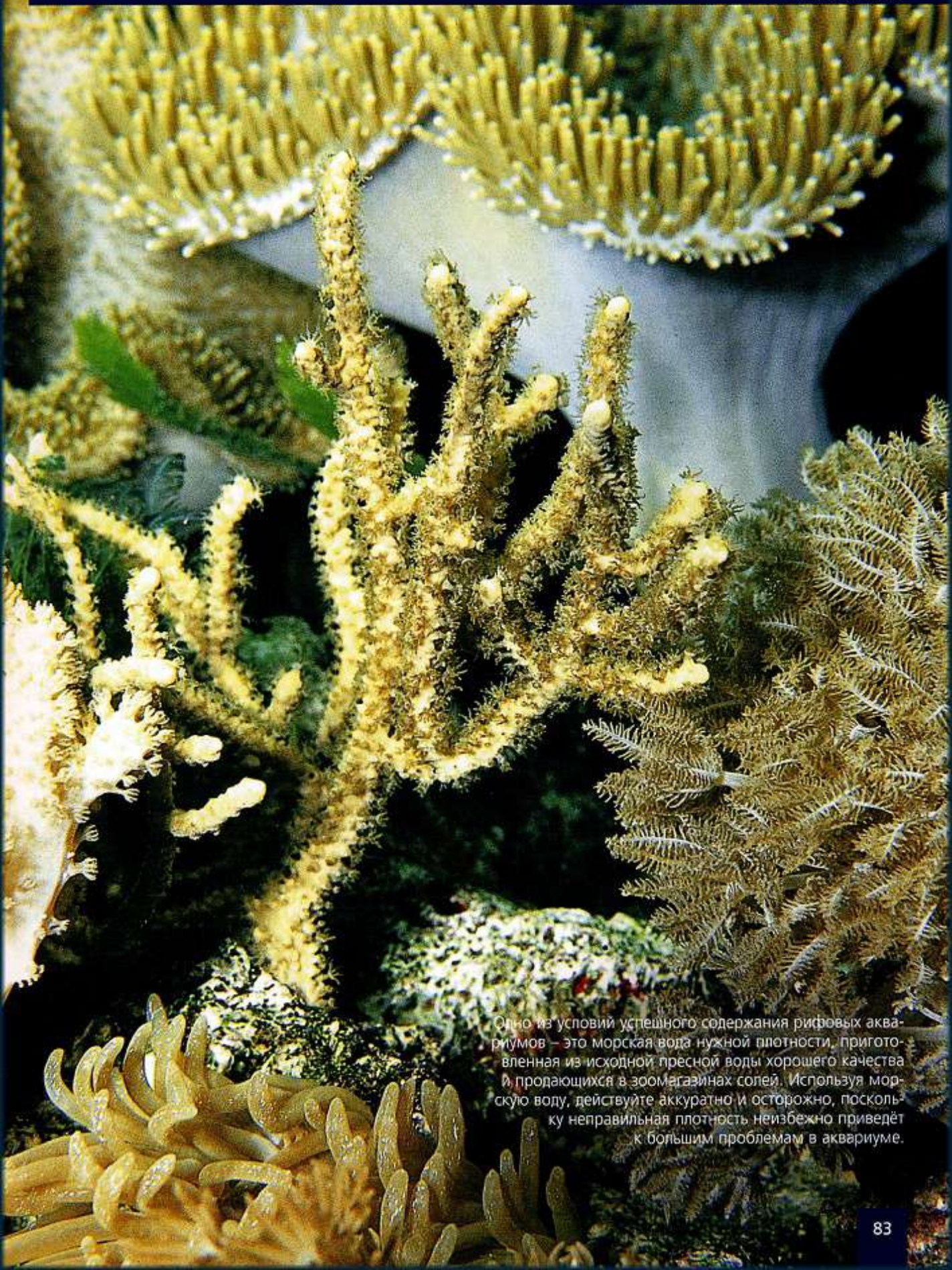
### Шаг 3:

#### Производство морской воды

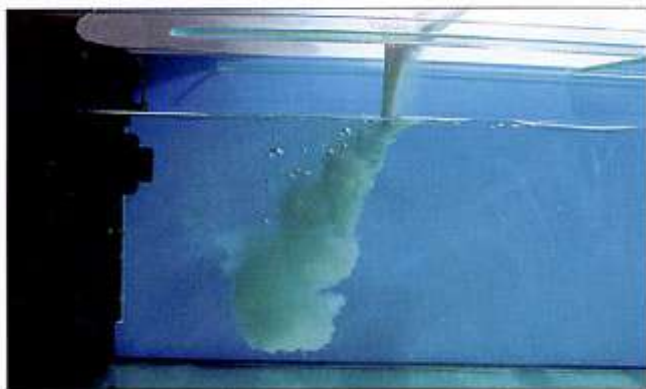
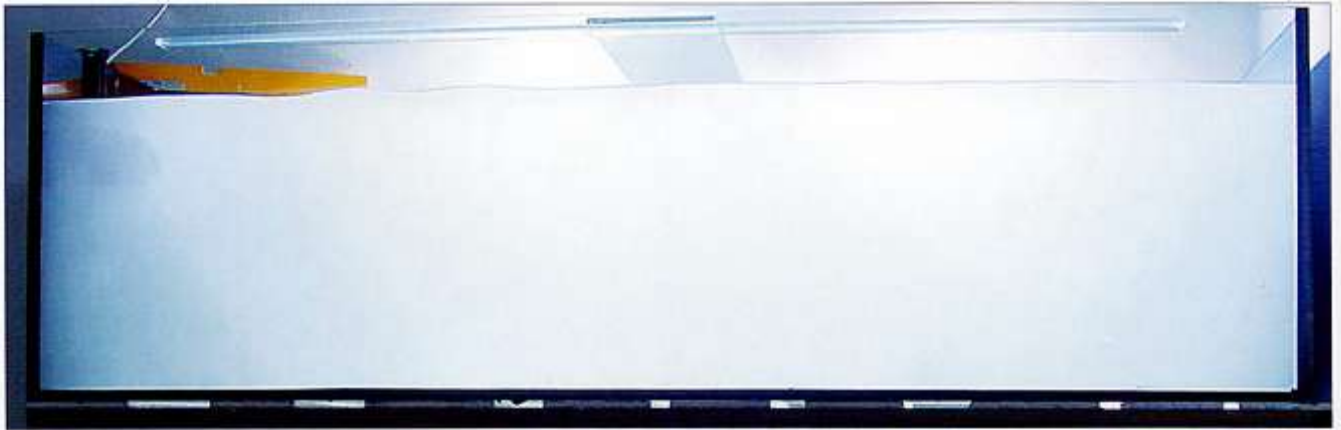
При наличии высококачественной исходной воды можно начинать производство

морской воды. Для засаливания используются имеющиеся в продаже соляные смеси различных производителей, которые можно разделить на два типа: «нормальную» соль, после растворения которой вы получаете морскую воду, идентичную натуральной, и обогащённую соль. В последней концентрация некоторых ионов несколько выше, например, ионов кальция. Это делается для того, чтобы в специальных аквариумах, где обитают животные с высокой потребностью в кальции (к примеру, твёрдые кораллы), продолжительное время поддерживать высокий уровень этого вещества. Обогащённые соли были разработаны специально для коралловых аквариумов и не представляют для новичков никакого интереса. На первых порах «нормальных» солей будет вполне достаточно.

Итак, у нас есть исходная вода и соль – можно приступать в производству морской воды. При первичном заполнении аквариума (но не при частичной подмене) это можно сделать непосредственно в нём. Если вы



Одно из условий успешного содержания рифовых аквариумов – это морская вода нужной плотности, приготовленная из исходной пресной воды хорошего качества и продающихся в зоомагазинах солей. Используя морскую воду, действуйте аккуратно и осторожно, поскольку неправильная плотность неизбежно приведёт к большим проблемам в аквариуме.



Свежеприготовленная морская вода вследствие химических процессов, протекающих в ней, всегда мутная. Использовать её (например, для частичной подмены воды) можно лишь тогда, когда она станет полностью прозрачной.

склоняетесь к установлению декораций из высохших, а не из «живых» камней, то всё декорирование можно провести до залива воды. И только с грунтом – из практических соображений – нужно немного повременить. Декорирование пустого аквариума намного проще, чем заполненного водой. Не засыпайте грунт, иначе он смешается с солью, что будет препятствовать её растворению. Если же в «банке» предполагаются «живые» камни, то сначала она заливается водой с соответствующей плотностью, в которой поддерживается постоянная температура, и только потом туда помещаются «живые» камни.

Первоначальное заполнение аквариума происходит следующим образом. Для начала рассчитывается объём пустого аква-

риума по формуле Длина x Ширина x Высота. При этом следует брать только внутренние габариты и предполагаемую высоту наполнения водой, иначе у вас получится лишнее количество литров и как результат – большая плотность. Кроме того, из полученной суммы нужно вычесть объём декораций, который обычно выводится «на глазок». По этой причине в дальнейшем требуется внимательно контролировать солёность воды.

Приведу простой пример: аквариум имеет внутренние габариты 137x57 см (длина x ширина) и высоту наполнения 57 см. В конечном итоге это даёт объём  $137 \times 57 \times 57 = 44.5113 \text{ см}^3$ . Делим полученный результат на 1000 и получаем количество литров (в нашем случае 445 л). Теперь следует отнять от него объём декораций, скажем, ориентировочно это 50 литров.  $445 \text{ л} - 50 \text{ л} = 395 \text{ л}$  чистого объёма. То есть когда аквариум будет полностью декорирован, он будет вмещать в себя 395 литров воды.

Плотность воды в будущем должна составить 1,0228 гр/мл (при  $t \text{ } 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ ). Это соответствует содержанию соли в 34% или 34 гр соли на 1 литр воды. Следовательно, для первичного заполнения нам понадобится  $34 \text{ гр} \times 395 \text{ л} = 13.430 \text{ гр}$  или 13,4 кг морской соли.

Соль можно высыпать непосредственно в аквариум и затем залить водой или же приготовить высококонцентрированный

соляной раствор в ведре и вылить в «банку». Для полного растворения соли и достижения нужной температуры следует включить помпы течения и обогреватель.

#### Шаг 4: Регулировка плотности

В большинстве случаев поначалу плотность не соответствует идеальному значению. Часто она бывает очень высокой, поскольку неверно был рассчитан объём декораций. Через 1–2 дня нужно определить плотность ареометром и при высокой концентрации солей заменить часть морской воды пресноводной или же при низком уровне плотности добавить соль в аквариум. Иногда требуется не одна такая регулировка, прежде чем установится нужная плотность. Если солёность соответствует норме, можно засыпать грунт.

### Компенсация испарившейся воды

Вода из аквариума постоянно испаряется, несмотря на то, закрыт ли он специальной крышкой или нет. Здесь важно знать, что испаряется только чистая вода, а растворённая соль остаётся в аквариуме. Это означает, что плотность постоянно повышается. Поэтому регулярно компенсировать испарения необходимо не только из эстетических соображений, но и для того, чтобы по возможности снизить колебания уровня плотности. В открытых аквариумах эту процедуру следует проводить ежедневно, в закрытых аквариумах – соответственно, реже. При доливе не допускайте, чтобы пресную воду течением относило на кораллы. Попадание воды на ткань может вызвать у этих животных осмотический шок, а особенно нежные кораллы даже погибают. Лучше всего медленно добавлять пресную воду у выходного отверстия перемешивающей помпы, чтобы гарантировать быстрое смешивание с морской водой.



Никогда не компенсируйте испарения добавлением морской воды. Используйте только пресную воду или приготовленный кальквассер: так как испаряется исключительно чистая вода, а соли остаются в аквариуме, вливание морской воды взамен испарившейся вызовет повышение плотности.

Никогда не используйте для долива морскую воду, только пресную! Многие аквариумисты приготавливают из пресной воды кальквассер, или известковую воду, которую ночью вливают капельным способом в аквариум.

Об изготовлении, преимуществах и применении кальквассера читайте на стр. 92.

### Частичная подмена воды

Многие морские аквариумисты периодически проводят так называемую частичную подмену воды, при которой определённый объём воды откачивается из аквариума и заменяется свежей морской водой. Смысл частичной подмены заключается в снижении концентрации таких вредных продуктов обмена веществ, как нитрат или токсичный нитрит, уменьшении нагрузки на фильтры (см. стр. 56) и добавлении микроэлементов. Если степень эффективности частичной подмены воды для компенсации микроэлементов определить достаточно сложно, то измерить и рассчитать её влияние на содержание



Перед частичной подменой воды можно с помощью шланга откачать из аквариума грязь и дейтрит.

нитратов вполне реально. Приведу пример: в аквариуме с чистым объёмом воды 200 л уровень нитратов составляет 30 мг/л. Заменим 10% воды (то есть 20 литров), добавив свежую воду с нулевой концентрацией нитратов. После подмены содержание нитратов снизится до 27 мг/л. Замечу лишь, что такие частичные подмены имеют смысл только в том случае, если вы располагаете пресной водой превосходного качества (см. стр. 81). Если же в ней регистрируется концентрация нитратов на уровне 20 мг/л, то такая подмена, конечно, не принесёт ожидаемого результата, поэтому я рекомендую перепроверить качество вашей питьевой воды.

Исходя из собственного опыта, могу сказать, что месячный объём подмен для рифовых аквариумов должен составлять 10–20 % (в рыбных аквариумах он может

быть значительно выше – до 50%). Более низкий объём подмен практически никак не влияет на водную среду, а вот подмены более 20% могут вызвать краткосрочное ухудшение аквариумной среды, что выражается в усиленном росте водорослей.

Производить частичные подмены воды нужно на регулярной основе. Откачивая воду через шланг, вы тем самым можете одновременно удалять экскременты рыб и животных, отмершую ткань беспозвоночных с грунта и декораций. Разведите в ведре нужное количество соли (см. выше). Будьте внимательны: ведро не должно выделять в воду токсичные вещества! Дождитесь полного растворения соли (вода должна быть прозрачной) и небольшими порциями влейте готовую смесь в аквариум в том месте, где течение наиболее сильное. Не забывайте: течение не должно быть направлено непосредственно на нежных и чувствительных беспозвоночных!

На основе личных наблюдений могу сделать вывод, что регулярные частичные подмены воды улучшают общее состояние животных, кораллы стоят лучше и растут быстрее, рыбы становятся более подвижными. Именно по этой причине, я настоятельно советую всем аквариумистам проводить частичные подмены воды так, как было описано выше.

#### Частичная подмена воды: о важном – кратко

Функция:

- снижение концентрации неорганических питательных веществ (нитратов и фосфатов);
- внесение микроэлементов.

Сфера применения:

все типы аквариумов.

Оптимальный объём:

примерно 10–20% от общего объёма аквариума в месяц, каждую неделю по 2,5–5%.

Регулярные работы:

проверка качества пресной воды, в случае необходимости используйте обратный осмос (см. стр. 81).

## Важнейшие параметры воды, контроль за ними и их поддержание

В морской аквариумистике особенно для новичка очень важно регулярно измерять определённые параметры воды, чтобы предотвратить ухудшение водной среды и гибель рыб и беспозвоночных. В этой связи мы уже говорили о плотности (см. стр. 79), температуре (см. стр. 74), концентрации нитратов и фосфатов (см. стр. 49). Их оптимальные показатели приведены ещё раз в сводной таблице стр. 51. Другие параметры, за которыми должен вестись контроль, это pH, карбонатная жёсткость и содержание кальция. Далее мы детально рассмотрим каждый из них.

### Значение pH

Если говорить просто, то pH – это показатель кислотности или щёлочности аквариумной воды или любой другой жидкости. Соответственно, под значением pH понимается не что иное, как концентрация ионов водорода, которую очень просто заме-

Вода состоит из водорода (химический знак H) и кислорода (химический знак O). Из двух молекул водорода и одной молекулы кислорода получается одна молекула воды (H<sub>2</sub>O). Однако при растворении солей вода может распадаться на ионы водорода (H<sup>+</sup>) и ионы гидроокиси (OH<sup>-</sup>). Если преобладают ионы водорода, значит, вода кислая, если же больше ионов гидроокиси, то вода является щелочной.

рить. Вода кислая в диапазоне от 0 (сильно кислая) до 6,9 (слабокислая), щелочная в диапазоне от 7,1 (слабощелочная) до 14 (сильнощелочная). При pH 7 реакция воды нейтральная, то есть она содержит равное число ионов водорода и гидроокиси. Если вы желаете узнать больше о значении pH и его математических основах, обратитесь к книге учёных FOSSÅ & NILSEN (2001). Величина pH поверхностных вод коралловых рифов составляет в среднем 8,2 +/- 0,1 (MILLERO, 1996). Однако это значение может колебаться в зависимости от биотопа. В лагунах, поросших морской травой, pH

#### Оптимальные параметры воды и интервалы замеров

Параметр	Химический символ	Оптимальное значение	Интервал замеров
Температура		24–26 °C (все типы тропических аквариумов)	ежедневно
Плотность		1,022–1,024 гр/мл (25 °C)	еженедельно
Показатель pH		суточные колебания от 7,8 до 8,5	каждые две недели
Карбонатная жёсткость		7–10 °KH	каждые две недели
Концентрация кальция	Ca <sup>2+</sup>	420 мг/л	<ul style="list-style-type: none"> <li>• рифовые: каждые две недели</li> <li>• рыбные: каждые 2–3 месяца</li> </ul>
Нитрит	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	< 0,1 мг/л	<ul style="list-style-type: none"> <li>• фаза запуска: еженедельно</li> <li>• рыбные ак-мы: еженедельно</li> <li>• рифовые: каждые 4 недели</li> </ul>
Нитрат	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• рыбные аквариумы: &lt; 40 мг/л</li> <li>• рифовые аквариумы: &lt; 10 мг/л</li> </ul>	каждые 4 недели
Фосфат	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• рыбные аквариумы: &lt; 1 мг/л</li> <li>• рифовые аквариумы: &lt; 0,1 мг/л</li> </ul>	каждые 4 недели



вследствие потребления углекислого газа водорослями и растениями может быть очень высоким (8,2–8,9), в то время как на глубине 1000 метров водородный показатель по различным причинам может составлять всего лишь 7,5.

В наших морских аквариумах средний уровень pH, как правило, равняется 8,1–8,2. Однако эта величина непостоянная и подвержена суточным колебаниям: например, перед включением света она может вполне составлять 7,8–7,9, а незадолго до отключения освещения – 8,5. Такие колебания – норма и не должны вас беспокоить. Они возникают из-за того, что в светлый период суток, когда работают лампы, водоросли с помощью фотосинтеза потребляют карбонаты, в тёмное время суток животные выделяют углекислый газ, который, соединяясь с водой, превращается в углекислоту и тем самым подкисляет воду. За относительно стабильный уровень pH морской воды отвечает её буферная система. Она нейтрализует кислоты и щелочи, которые образуются, например, за счёт деятельности бактерий или фотосинтеза водорослей. Буферная система, поддерживающая константность pH морской воды,

Показатель pH в морском аквариуме может колебаться от 7,9 (по утрам перед включением освещения) до 8,5 (по вечерам перед отключением света). Проще всего определять pH с помощью капельных тестов, сравнивая цвет воды в пробирке с цветной шкалой.



### Значение pH: о главном – коротко

Оптимальная величина pH для морского аквариума: 8,1–8,2; суточные колебания pH от 7,8 (перед включением освещения) до 8,5 (перед отключением освещения) абсолютно нормальны.

Регулярные работы:  
измерение pH каждые две недели.

**Что делать**, если уровень pH долгое время падает ниже отметки 7,8?

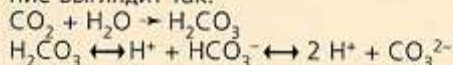
- Произведите частичную подмену воды для улучшения качества аквариумной воды.
- Проверьте карбонатную жёсткость: возможно, повысилась буферная ёмкость воды (см. стр. 89).
- При использовании кальциевого реактора в воду может попадать слишком много углекислоты. В этом случае снизьте дозу углекислоты в реакторе.

**Что делать**, если уровень pH в течение продолжительного периода времени сохраняется на отметке выше 8,6?

- Произведите частичную подмену воды для улучшения качества аквариумной воды.
- Проверьте карбонатную жёсткость: возможно, повысилась буферная ёмкость воды (см. стр. 89).
- Если в аквариуме много водорослей, возможно, именно их фотосинтезирующая деятельность приводит к повышению значения pH. В этом случае популяцию водорослей нужно сократить.

состоит из гидрокарбоната и карбоната (углекислоты). Впрочем, срок работы буферной системы ограничен. И здесь уже в игру вступает буферная ёмкость.

Основу гидрокарбонат-карбонатной буферной системы составляет атмосферный углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ). Это вещество растворяется в воде и образует там углекислоту ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Кислота не стабильна и распадается на гидрокарбонат ( $\text{HCO}_3^-$ ) и карбонат ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Соответствующее химическое уравнение выглядит так:



Конечные продукты распада, или соотношение гидрокарбоната и карбоната зависит от величины pH воды. При pH 8,2, как во многих морских аквариумах, 90 % растворённого углекислого газа приходится на гидрокарбонат, 9,4 % на карбонат и примерно 0,6 % на свободную углекислоту (Spotte, 1979). Буферная ёмкость базируется на способности гидрокарбоната реагировать, с одной стороны, с кислотами, в результате чего образуется углекислота, и со щелочами, с другой стороны, – в этом случае образуется вода и карбонат. За счёт этого значение pH аквариумной воды под влиянием кислот и щелочей остается стабильным.

## Буферная ёмкость, карбонатная жёсткость и щёлочность

Буферная ёмкость (способность) – это показатель того, какое количество кислот или щелочей может попасть в аквариум, не изменяя уровень pH. Аквариумная вода обладает высокой буферной ёмкостью, если добавление кислоты или щёлочи не приводит к колебаниям pH, или низкой буферной ёмкостью, если даже малые дозы кислоты или щёлочи вызывают явные изменения pH. При высокой буферной ёмкости морские аквариумы более стабильны, чем при низкой. Исходя из этого, целью аквариумиста является поддержание в своем аквариуме буферной способности, сравнимой с буферной способностью натуральной морской воды.

Буферная ёмкость основывается на целом ряде химических соединений. В первую очередь, здесь следует назвать карбонаты, вслед за которыми с приличным отставанием следует борная кислота. Сумму буферного воздействия всех этих соединений можно выразить в термине «щёлочность» или «общая щёлочность», или «способность связывать кислоты». Общая щёлочность измеряется в мг-экв/л. (миллиграмм-эквивалент в литре).

В морской аквариумистике для оценки буферной ёмкости используется тестирование воды на карбонатную жёсткость. Оно отражает гидрокарбонатную и карбонатную буферную ёмкость, но не показывает буферной способности, к примеру, борной кислоты. В узком смысле речь идет именно о карбонатной жёсткости (FOSSÅ & NILSEN, 2001). Единица ее измерения °KH. Для перевода карбонатной жёсткости в щёлочность можно воспользоваться следующим уравнением: карбонатная жёсткость: 2,8 = щёлочность. Приведу два примера:

- 1) Карбонатная жёсткость аквариумной воды составляет 8 °KH. Какова щёлочность?  $8:2,8 = 2,85$  мг-экв/л.



Карбонатная жёсткость – это показатель буферной ёмкости морской воды. Идеальные величины карбонатной жёсткости варьируются от 7 до 10 °KH. Измеряют карбонатную жёсткость капельными тестами. Количество капель, понадобившееся для смены цвета воды с синего (слева) на жёлтый (справа), соответствует величине карбонатной жёсткости. Например: для смены цвета понадобилось 8 капель, значит, карбонатная жёсткость равна 8 °KH.

- 2) Щёлочность аквариумной воды равна 1,5 мг-экв/л. Какова карбонатная жёсткость?  $1,5 \times 2,8 = 4,2$  °KH.

Определения карбонатной жёсткости вполне достаточно, чтобы оценить буферную ёмкость воды. На практике анализ воды производится с помощью капельных тестов, которые можно купить в зоомагазинах. Желательно замерять карбонатную жёсткость каждые две недели.

Какова же допустимая величина карбонатной жёсткости в аквариуме? Ориентиром служит карбонатная жёсткость природной морской воды. Согласно Spotte (1979), в поверхностных слоях она может варьироваться от 5,9 до 7 °KH. В морской же аквариумистике стандартом является чуть повышенная карбонатная жёсткость между 7 и 10 °KH.

Во многих морских аквариумах буферная ёмкость находится в оптимальном коридоре между 7 и 10 °KH. При соблюдении основных гидрохимических требований повышения карбонатной жёсткости до опасных для беспозвоночных животных значений не происходит. Например, при 15 °KH и более твёрдые кораллы окрашиваются в коричне-

вый цвет и затем погибают. Подобное наблюдается лишь в том случае, если аквариумист ошибся в дозировке карбонатов (см. стр. 94). А вот снижение карбонатной жёсткости в рыбных аквариумах, напротив, частое явление. Причина этому – высокая концентрация продуктов жизнедеятельности организмов. Кроме того, снижение карбонатной жёсткости до 5 °KH и ниже наблюдается в аквариумах, где применяется кальк-вассер (см. стр. 92). В таких «банках» необходимо улучшать буферную ёмкость, чтобы избежать опасных колебаний pH. О том, как это сделать, речь пойдет ниже.

### Повышение карбонатной жёсткости с помощью гидрокарбоната натрия и карбоната натрия

Пожалуй, достаточно простой способ повышения карбонатной жёсткости – это использование смеси гидрокарбоната натрия и карбоната натрия на водной основе в соотношении 5:1 (WILKENS, 1973). Подобная смесь обладает pH 8,0 и в зависимости от количества растворённых карбонатов характеризуется очень высокой карбонатной жёсткостью. Осторожно добавляйте раствор в аквариум. Желательно делать это в месте с мощным течением, чтобы способствовать быстрейшему распределению смеси в воде. При этом следует постоянно замерять карбонатную жёсткость в аквариумной воде, чтобы не допустить её роста выше отметки 10 °KH. Однако спустя несколько дней карбонатная жёсткость снова упадет, поэтому внесение раствора придётся повторить. Этот метод применяется, прежде всего, для поддержания буферной ёмкости в рыбных аквариумах. Для аквариумов с кораллами он не подходит, так как в результате в воду попадают только карбонаты, а ведь кораллам нужны ещё и ионы кальция (см. стр. 94).

Другие приёмы повышения буферной ёмкости – это кальциевый реактор и внесение смеси из гидрокарбоната натрия

и хлорида кальция, которые будут представлены далее.

#### Карбонатная жёсткость и щёлочность: о главном – коротко

Оптимальная карбонатная жёсткость для морского аквариума:  
7–10 °KH (соответствует щёлочности 2,5–3,6 мг-экв/л).

Регулярные работы:  
измерение карбонатной жёсткости каждые две недели.

**Что делать**, если карбонатная жёсткость очень низкая (5 °KH)?

- Для рыбных аквариумов: повысьте карбонатную жёсткость, добавляя раствор карбоната натрия и гидрокарбоната натрия. Во время процедуры требуется постоянный замер карбонатной жёсткости, чтобы не допустить превышения порогового уровня.
- Для рифовых аквариумов: используйте смесь из хлорида кальция и гидрокарбоната натрия (см. стр. 94) или кальциевый реактор (см. стр. 96).

**Что делать**, если карбонатная жёсткость слишком высока (более 15 °KH)?

- Высокая карбонатная жёсткость наблюдается в морских аквариумах только в том случае, если при её повышении были допущены ошибки. Поэтому следует перепроверить все свои действия. Необходимо прекратить внесение раствора карбоната натрия и гидрокарбоната натрия или хлорида кальция и гидрокарбоната натрия или отключить кальциевый реактор, пока карбонатная жёсткость не придёт в норму (7–10 °KH). Как правило, происходит это относительно быстро. Для снижения карбонатной жёсткости можно также провести частичную подмену воды.

## Содержание кальция

Кальций играет в морской воде решающую роль. Наряду с карбонатами он является важнейшим структурным элементом кораллов и многих водорослей. Например, скелет твёрдых кораллов и многих мягких кораллов состоит из карбоната кальция. Красные кальциевые водоросли, как говорит их название, производят большое количество карбоната кальция. Это означает, что все эти организмы потребляют много кальция (см. также стр. 10). В коралловых рифах подобное потребление не вызывает проблем, поскольку моря и океаны имеют гигантские запасы и кальция, и карбонатов.

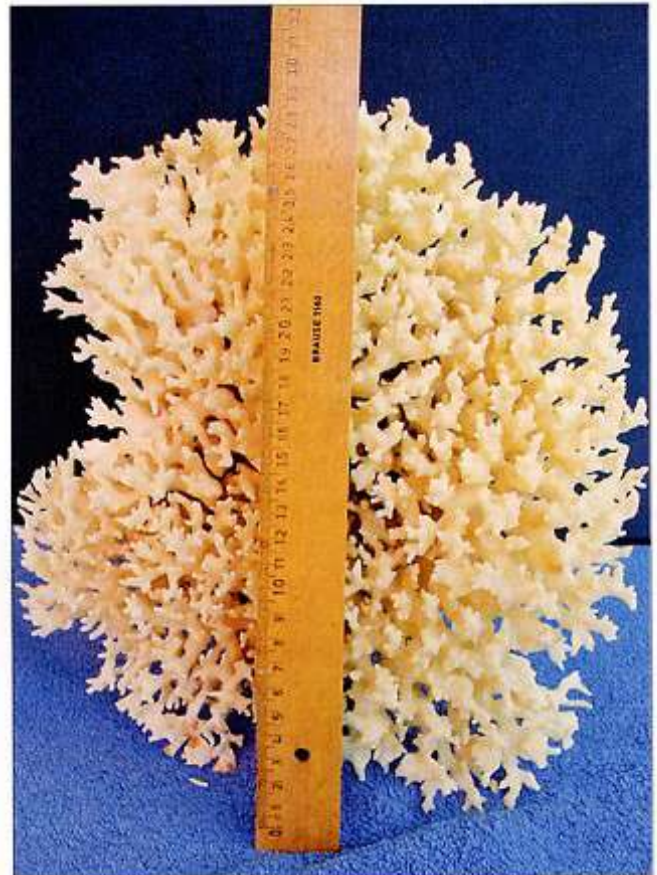


Кальций – очень важный элемент в морской воде. Можно сказать, это фундамент скелета твёрдых кораллов, поэтому он всегда должен присутствовать в аквариуме в достаточной концентрации.

Кроме того, впадающие в моря реки несут в своих водах кальций, да и в самих морях протекают процессы, в ходе которых в воде растворяется карбонат кальция. Похожая ситуация с карбонатами: для восполнения их запасов в воде достаточно огромного скопления углекислого газа в атмосфере. Однако в стеснённых условиях рифового аквариума дело обстоит иначе. В «банках», где преимущественно растут твёрдые кораллы, ракушки и водоросли, кальций и карбонаты могут перейти в разряд дефицитных элементов. В этой связи потребуются их регулярное внесение в аквариум.

Концентрация кальция в природной морской воде равна 420 мг/л (SPOTTE, 1979). Именно такой уровень кальция желательно поддерживать в своем рифовом аквариуме. Частота определения содержания кальция в воде зависит от типа аквариума: в рыбных аквариумах это нужно делать каждые 2–3 месяца, в рифовых аквариумах, где наряду с кораллами живут и другие потребители кальция, значительно чаще, каждые 3–4 недели. Для замеров используются предлагаемые в продаже реагенты, отличающиеся достаточной точностью. Если уровень кальция ниже 400 мг/л, то исправить

При активном росте твёрдых кораллов необходимо регулярно вносить кальций. Этот коралл – *Pocillopora damicornis* – в течение трёх лет использовал на строительство своего скелета 2,5 кг извести.



такое положение можно посредством добавления кальквассера, смеси из хлорида кальция и гидрокарбоната натрия или с помощью кальциевого реактора (см. стр. 92).

#### Кальций: о важном – коротко

Функция:

элемент скелета кораллов и структурный элемент многих водорослей.

Оптимальная концентрация кальция:

420 мг/л.

Регулярные работы:

определение концентрации кальция:

- в рыбных аквариумах каждые 2–3 месяца;
- в рифовых аквариумах по меньшей мере каждые 3–4 недели.

**Что делать**, если концентрация кальция очень низкая?

- Внесите кальквассер или смесь из хлорида кальция и гидрокарбоната натрия (см. стр. 94) или используйте кальциевый реактор (см. стр. 96).

**Что делать**, если концентрация кальция очень высокая?

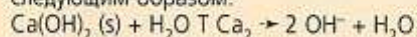
- Это относится только к тем аквариумам, в которые кальций вносился ошибочно. Прекратите добавлять кальций до тех пор, пока его содержание не понизится до уровня 420 мг/л. Если концентрация элемента продолжает стабильно снижаться, то можно возобновить внесение небольших доз кальция.

### Кальквассер

Добавление кальквассера, как и прежде, является одним из самых распространённых методов поддержания стабильной концентрации кальция в морском аквариуме. Как будет показано ниже, этот метод имеет больше преимуществ, чем недостатков.

Пропагандировать применение кальквассера ещё в 1973 году начал WILKENS, – без сомнения, один из основателей современной рифовой аквариумистики. Кальквассер – это насыщенный раствор гидроокиси кальция (BROCKMANN, 1991). Для его изготовления в воде растворяют порошок гидрооксид кальция ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

Уравнение химической реакции, протекающей при изготовлении кальквассера, выглядит следующим образом:



Канистра (рекомендуются 5-литровые ёмкости), у которой по возможности ближе ко дну находится выпускное отверстие с краником, а наверху – навинчивающаяся крышка, наполняется пресной водой. Далее в неё добавляется порошок гидрооксид кальция – одна чайная ложка с верхом. Канистра закрывается пробкой и интенсивно встряхивается. При этом часть гидроксида кальция растворится, а другая часть осядет на дно. Получившийся раствор, кальквассер, можно выливать в аквариум (см. ниже). Со временем на дне канистры формируется слой из нерастворённого гидроксида кальция и извести. Известь образуется за счёт того, что кальквассер вступает в химическую реакцию с атмосферным углекислым газом. Чтобы по возможности долгое время не допускать этого, желательно держать канистры/контейнеры с кальквассером плотно закрытыми, поскольку известь не растворяется в воде, не отдаёт необходимые ионы кальция и, таким образом, не приносит никакой пользы. Желательно регулярно промывать канистры для кальквассера пресной водой, чтобы очистить их от донных отложений.

Чаще всего кальквассер добавляют взамен испарившейся воды. При этом обычно его вносят в ночное время так называемым «капельным» методом или в течение суток с помощью автоматического дозатора.

К сожалению, количество ионов кальция, попадающее в воду вместе с кальквассером, намного меньше, чем при добавлении хлорида кальция и гидрокарбоната натрия (см. стр. 94) или при работе кальциевого реактора (см. стр. 96). Ведь в аквариум фактически попадает объём кальквассера, равный объёму испарений. Из 700- или 900-литрового аквариума без крышки испаряется в среднем 5 литров в день. По причине плохой растворимости гидроксида кальция (1,26 гр в 1 литре во-



Кальквассер не только повышает концентрацию кальция в аквариумной воде, но и способствует выпадению фосфатов в осадок. В представленном опыте морская вода с исходной концентрацией фосфатов 680 мг/л была смешана с кальквассером. Уже через 2 часа фосфаты регистрировались на уровне 280 мг/л, а ещё через 10 часов – всего лишь на отметке 80 мг/л.

ды при 20 °С; HOLLEMAN & WIBERG, 1976) в 1-ом литре кальквассера оказывается 0,68 гр ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , то есть в нашем случае 3,4 гр в 5 литрах. Если добавить пять литров кальквассера в 700-литровый аквариум, то это приведет к повышению концентрации кальция на 4,8 мг/л.

Помимо насыщения воды ионами кальция, у кальквассера есть ещё две функции. Во-первых, при его добавлении в морскую

воду в осадок выпадают фосфаты. Это легко доказать экспериментально. График описывает эксперимент, по условиям которого в морскую воду с исходной концентрацией фосфатов 680  $\mu\text{g/l}$  была влита порция кальквассера. Уже через два часа фосфаты упали до уровня 280  $\mu\text{g/l}$ , а ещё спустя десять часов их концентрация составляла всего 80  $\mu\text{g/l}$ . Естественно, в аквариуме в осадок выпадает очень малая доля фосфатов, поскольку и кальквассер попадает в воду в сравнительно небольшом количестве. Однако дальнейшая проблема заключается в том, что фосфаты оседают на декорации и грунт. Следовательно, фосфаты не выводятся из системы, а начинают потребляться водорослями в качестве питательных веществ. Этим фактом можно было бы объяснить то, что в некоторых аквариумах с использованием кальквассера начали буйно расти водоросли, хотя в воде регистрировались низкие концентрации питательных веществ, нитратов и фосфатов (BROCKMANN, 2006). Ну а во-вторых, возникающие при приготовлении кальквассера ионы гидроксида нейтрализуют кислоты, которые образуются в результате процессов разложения в аквариуме, снижая тем самым нагрузку

Добавление кальквассера – распространённый способ внесения ионов кальция в аквариумную воду. Кальквассер готовится из пресной воды и гидроксида кальция. Поскольку кальквассер имеет щелочную основу, лучше добавлять его в ночное время капельным способом.



на буферную мощность и препятствуя понижению показателя pH.

Парадоксальным в этой связи кажется тот факт, что ионы гидроксида имеют также негативную сторону. Показатель pH свежезамешенного, насыщенного кальквассера составляет 12,4 (BROCKMANN, 1991). Это значит, что раствор может быть опасен не только для самого аквариумиста (держите канистру с кальквассером подальше от детей!), но и для обитателей домашнего рифа. Неконтролируемое, быстрое добавление кальквассера в аквариум может иметь фатальные последствия, поскольку аквариумная вода в зависимости от буферной ёмкости нейтрализует ограниченное количество ионов гидроксида (потребление гидрокарбоната и образование карбоната). Если буферная ёмкость исчерпана, а внесение кальквассера продолжается, то это приведёт к резкому увеличению показателя pH аквариумной воды.

Итак, пойдут ли ионы гидроксида на пользу или во вред, зависит, с одной стороны, от буферной ёмкости аквариумной воды, а с другой стороны, от количества добавляемого кальквассера.

Единственный же фактический недостаток кальквассера – его нестабильность. Даже в самых герметичных контейнерах он может храниться в течение ограниченного периода времени. И всему виной всё тот же щелочной показатель pH. Раствор реагирует с углекислым газом из атмосферы и превращается в известь, которая выпадает в осадок. Эта реакция делает кальквассер непригодным для использования. Поэтому лучше каждый раз замешивать новый раствор.

#### Кальквассер? Только по ночам!

Из-за щелочного показателя pH кальквассера вливать его в аквариум можно только ночью и только небольшими дозами, «капельным» способом. В тёмное время суток величина pH аквариумной воды из-за производства углекислого газа её обитателями достигает самого низкого уровня, буферная ёмкость увеличивается и, соответственно, резкие колебания pH исключены.

Несмотря на эти минусы, кальквассер, как прежде, остается недорогим и эффективным вспомогательным средством в рифовой аквариумистике. Его применение без всяких ограничений можно посоветовать каждому аквариумисту, пожелавшему содержать у себя кораллы.

#### Кальквассер: о главном – кратко

Функция:

- добавление ионов кальция;
- осаждение фосфатов;
- нейтрализация кислот.

Сфера применения  
аквариумы с беспозвоночными, особенно со стрекающими животными.

Регулярные работы:

по возможности ежедневно готовить свежий раствор кальквассера.

**Что делать**, если концентрация кальция, несмотря на ежедневное внесение кальквассера, находится ниже отметки 380 мг/л?

- Проверьте качество кальквассера, определите его показатель pH, который должен быть больше 12.
- В случае необходимости используйте другие методы внесения кальция (кальциевый реактор, см. стр. 96, смесь хлорида кальция и гидрокарбоната натрия, стр. 96).

**Что делать**, если при добавлении кальквассера значение pH аквариумной воды поднимается выше уровня 8,4?

- Уменьшите количество кальквассера, вносимого в аквариум.
- Добавляйте кальквассер только в тёмное время суток.
- Замедлите скорость подачи кальквассера при «капельном» методе.
- Определите буферную ёмкость аквариумной воды, замерив её карбонатную жёсткость (см. стр. 90). В случае необходимости увеличьте карбонатную жёсткость посредством использования кальциевого реактора или смеси карбоната натрия и гидрокарбоната натрия.

#### Использование смеси хлорида кальция и гидрокарбоната натрия

Своеобразным усовершенствованием метода, включающего в себя применение карбоната натрия и гидрокарбоната натрия (см. стр. 90), стало использование смеси хлорида кальция и гидрокарбоната натрия (см. например, BROCKMANN & NILSEN, 1995; BALLING, 2002). Данная смесь имеет неоспоримое преимущество, по-



Очень эффективный способ внесения ионов кальция и карбонатов заключается в использовании смеси хлорида кальция и гидрокарбоната натрия. Оба раствора вливаются в аквариум по очереди или одновременно в разных концах аквариума, где присутствует сильное течение. Таким образом можно избежать осаждения извести.

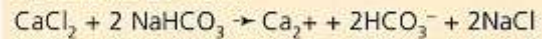
скольку дополнительно с увеличением буферной способности аквариумной воды она способствует повышению концентрации кальция и, таким образом, особенно подходит для аквариумов с кораллами.

Смесь, как уже говорилось, состоит из хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) и гидрокарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ). Из каждой соли производится исходный раствор на основе пресной воды, а затем в аквариум добавляется необходимое количество каждого раствора. Для изготовления исходного раствора хлорида кальция в один литр воды добавляют 73,5 г дигидрата хлорида кальция (продается в аптеках или в зоомагазинах), а для составления исходного раствора гидрокарбоната натрия на литр воды добавляют 84 г гидрокарбоната натрия. Очень важно подготавливать растворы в отдельных ёмкостях. Только в этом случае они будут стабильными, и можно приготовить большое количество обоих растворов про запас. Если же смешивать растворы в одном сосуде, то со временем там образуется известь ( $\text{CaCO}_3$ ), которая для наших целей бесполезна.

Разумеется, эти растворы нельзя добавлять в аквариум «на глазок». Сначала следует определить карбонатную жёсткость

При растворении хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) и гидрокарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ) в воде происходит следующая реакция:

Уравнение реакции:



и содержание кальция и только потом уже вносить соответствующее количество солей. Проиллюстрирую это положение на коротком примере.

Перед нами 200-литровый аквариум. В природной морской воде концентрация кальция составляет 420 мг/л, в нашем же аквариуме она упала до 390 мг/л. Сколько миллилитров каждого из исходных растворов нужно добавить, чтобы компенсировать образовавшийся дефицит? В этом аквариуме нам нужны 30 мг кальция на один литр аквариумной воды (420 мг/л – 390 мг/л = 30 мг) или 6000 мг (= 6 гр) на 200 литров (30x200 = 6000 мг). В одном литре исходного раствора хлорида кальция содержится 73,5 г дигидрата хлорида кальция. Это соответствует 20,04 г кальция на литр или 20,04 мг кальция на миллилитр. Здесь мы не будем пересчитывать, какая доля в хлориде кальция приходится именно на кальций: заинтересованный читатель узнает об этом больше из статьи Баллинга (BALLING, 2002). Важно одно – в исходном растворе, содержащем 73,5 г дигидрата хлорида кальция, концентрация кальция всегда равна 20,04 г на один литр. Остальные весовые доли приходятся на хлорид и воду, присоединённую к кристаллам хлорида кальция. Чтобы внести в аквариум 6000 мг кальция, нам понадобится 299 мл основного раствора хлорида кальция (6000:20,04 = 299 мл). Подобные математические действия проводятся и при других концентрациях кальция в воде.

При первой дозировке растворов поступают так: определяется концентрация кальция и значение карбонатной жёсткости, рассчитывается необходимое количество кальция (см. пример выше) и медленно (!) добавляется соответствующее количество обоих рас-



творов, пока не будут достигнуты требуемые параметры (концентрация кальция 420 мг/л, КН = 7–10 °КН). Очень важно, чтобы в аквариум попали равные объёмы обоих растворов. Только так вы гарантируете, что кальций и гидрокарбонат распределятся по аквариуму в равных объёмах, что, в свою очередь, очень важно для химии морской воды и синтеза кальция (см. стр.10).

Во время первого добавления растворов карбонатная жёсткость определяется несколько раз, чтобы её значение не перешагнуло отметку 10 °КН. Кроме того, следует вливать каждый раствор в разных местах аквариума, в которых, однако, присутствует сильное течение, способствующее быстрому и равномерному распределению жидкостей. При одновременном внесении растворов в одном месте может образоваться известь, которая непригодна ни для увеличения карбонатной жёсткости, ни для повышения концентрации кальция. Спустя 2–3 дня карбонатная жёсткость и содержание кальция замеряются заново, и по результатам тестов вносится соответствующее количество растворов. Ещё через 2–3 дня процедуру нужно повторить. Таким образом, очень скоро вы установите, какое количество кальция и гидрокарбоната потребляют ваши животные и, соответственно, какой объём обоих исходных растворов требуется заливать в аквариум. Владея данной информацией, можно увеличить интервалы замеров (например, каждые 2 или 4 недели), чтобы впоследствии оптимизировать процесс дозирования.

К сожалению, у этого метода есть свои негативные стороны. Если внимательнее рассмотреть уравнение реакции, то выяснится, что в растворе большая доля приходится на поваренную соль (NaCl), а именно – примерно 2,9 гр NaCl на 1 гр кальция. Однако, в отличие от кальция и карбонатов, поваренная соль животными не используется и медленно накапливается в аквариумной воде. Это приводит, с одной сторо-

ны, к повышению плотности, а с другой стороны, к смещению ионного равновесия в сторону натрия и хлорида. Повышение плотности можно компенсировать частичными подменами морской воды (см. стр. 85). А вот со смещением ионного равновесия, которое ещё не изучено наукой и потому может быть связано с некоторыми рисками, всё не так просто. Впрочем, сегодня в продаже имеются соли, не содержащие хлорида натрия, которые в купе с частичными подменами воды противодействуют этому смещению. При использовании такого рода солей необходимо следовать рекомендациям производителя.

#### **Внесение хлорида кальция и гидрокарбоната натрия: о главном – коротко**

Функция:  
дозировка кальция и карбонатов.

Сфера применения:  
аквариумы с кораллами.

Регулярные работы:

- регулярное добавление растворов в зависимости от объёма потребления животными кальция и карбонатов;
- регулярное определение концентрации кальция и карбонатной жёсткости.

**Что делать**, если концентрация кальция в аквариуме очень низкая?

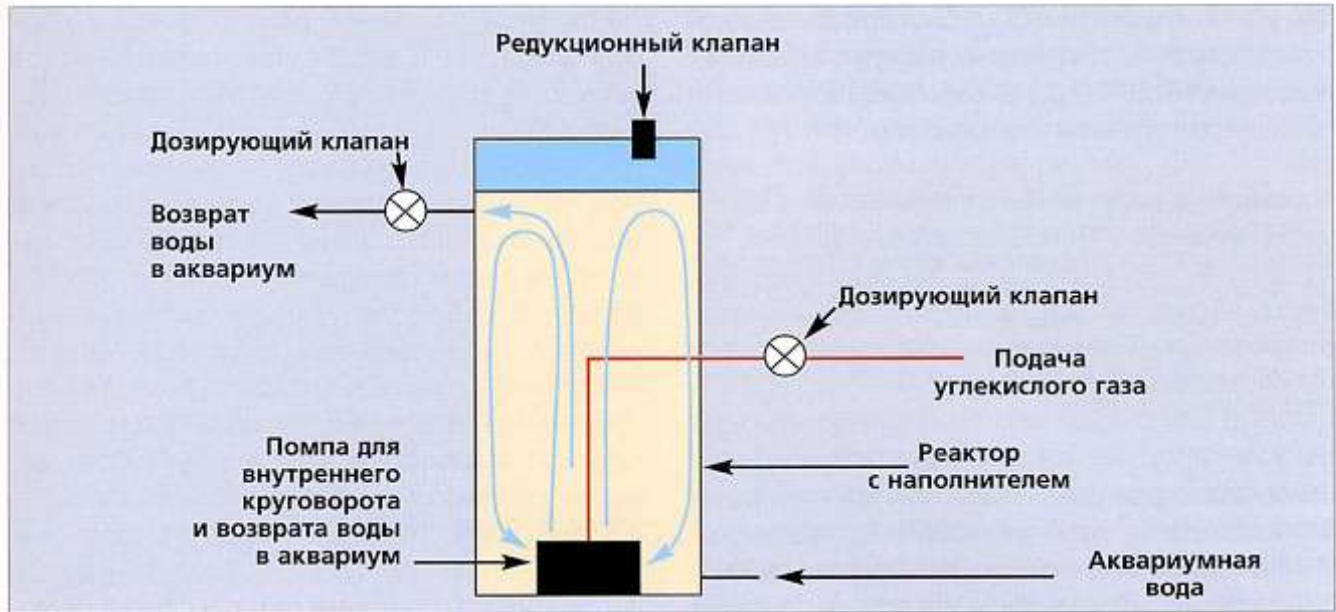
Увеличьте количество растворов хлорида кальция и гидрокарбоната натрия.

**Что делать**, если концентрация кальция очень высокая?

При использовании смеси хлорида кальция и гидрокарбоната натрия такое возможно только вследствие передозировки этих веществ. Прекратите добавлять растворы до тех пор, пока содержание кальция не опустится до уровня 420 мг/л, а карбонатная жёсткость – до 7–10 °КН. Как только оба показателя начнут стабильно снижаться, можно осторожно вносить растворы. Регулярно измеряйте карбонатную жёсткость и концентрацию кальция, чтобы избежать ошибок при дозировке.

#### **Кальциевый реактор**

Интенсивно растущие твёрдые кораллы или красные кальциевые водоросли потребляют огромное количество кальция и карбонатов (см. стр. 10). Но в аквариумах запаса этих веществ для покрытия потребностей наших питомцев хватает лишь на ограни-

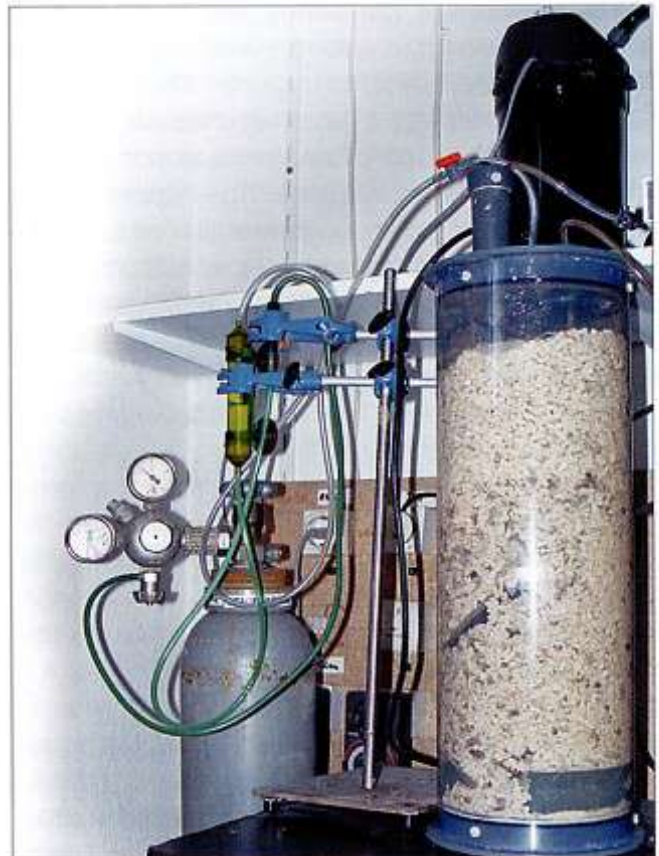


Принцип работы кальциевого реактора.  
Направление течения воды обозначено стрелками.

ченный период времени. Этот запас быстро истощается, что легко доказывают соответствующие тесты. Если концентрация кальция опускается ниже отметки 420 мг/л, а уровень карбонатной жёсткости – ниже 7–9 °КН (пороговые величины: для кальция – менее 380 мг/л, для карбонатной жёсткости – менее 5–6 °КН), то следует компенсировать этот дефицит. Один из проверенных способов для достижения этой цели – применение кальциевого реактора (BROCKMANN & NILSEN, 1995).

Кальциевый реактор представляет собой ёмкость, наполненную карбонатом кальция ( $\text{CaCO}_3$ , как правило, используется коралловая крошка фракцией 5–10 мм или похожий искусственный материал). Реактор включается в систему круговорота воды аквариума. В ёмкость реактора подает-

Функционирующий кальциевый реактор. Хорошо настроенные реакторы не требуют много времени на обслуживание. В зависимости от быстроты расходования материала нужно просто более или менее часто осуществлять замену наполнителя и баллона с углекислым газом.



- Из карбоната кальция и углекислого газа в воде образуется легко растворимый гидрокарбонат кальция, то есть в ходе этой реакции получаются два вещества (кальций и карбонат), которые так необходимы кораллам и некоторым водорослям (см. также стр. 10).
- Уравнение реакции:  
 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

ся углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), который превращает карбонат кальция в гидрокарбонат кальция ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) и выводит последний в воду (см. уравнение реакции).

#### Кальциевый реактор лёгок в эксплуатации

При правильной настройке кальциевые реакторы абсолютно просты в эксплуатации. Нужно лишь – по мере расходования – досыпать коралловую крошку и наполнять баллон с углекислым газом. Также желательно измерять каждые 2 недели концентрацию кальция и карбонатную жёсткость, чтобы в случае надобности перенастроить реактор.

Нижние пределы содержания кальция и показателя карбонатной жёсткости уже были приведены выше. Что касается высших границ, то для кальция она составляет 450 мг/л, а для карбонатной жёсткости – 15 °КН. Нельзя допускать, чтобы оба параметра выходили за эти рамки. В особенности это касается карбонатной жёсткости: 15 °КН или выше приведёт изменению цвета твёрдых кораллов на коричневый и в конечном итоге – к их гибели (BROCKMANN, 2006).

Впрочем, наряду с достоинствами у кальциевого реактора обнаруживаются и некоторые недостатки. Даже при правильной работе этого приспособления аквариумная вода будет постепенно насыщаться углекислым газом, который, как известно, является питательным средством для водорослей. А если к тому же в аквариуме отмечается высокая концентрация нитратов и фосфатов, то можно себе представить, с каким нашествием водорослей придется столкнуться аквариумисту. По этой причине при использовании кальциевого реактора старайтесь поддерживать концентрацию фосфатов и нитратов на максимальном низком уровне (см. стр. 46).

Полная замена кораллового наполнителя также часто сопряжена с проблемами, так как в зависимости от качества материала поначалу он может выделять в воду какое-то количество фосфатов. Поэтому после

очередной заправки реактора нужно через 12 часов, а затем ещё через 12 часов замерить уровень фосфатов в воде на выходе реактора. Если он превышает отметку 0,2–0,3 мг/л, то следует промыть реактор проточной пресной водой (продолжая добавлять углекислый газ), пока на выходе концентрация фосфатов не нормализуется. Само собой разумеется, использованная для промывки реактора вода ни в коем случае не должна попасть в аквариум! Следующий феномен, который также часто можно наблюдать в аквариумах с кальциевыми реакторами, это низкий показатель pH по утрам. Нередко перед включением освещения он составляет 7,7 или ещё меньше. И только в течение дня pH слегка повышается. Объяснить это явление можно добавлением в кальциевый реактор углекислоты, которая вместе с углекислым газом, возникающим в результате дыхания аквариумных питомцев (рыб, беспозвоночных и растений), понижает значение pH. По моему опыту, pH 7,7 не создает никаких проблем, однако, если уровень pH продол-

#### Кальциевый реактор: о главном – коротко

**Функция:**  
внесение кальция и карбонатов.

**Сфера применения:**  
аквариумы, в которых интенсивно растут твёрдые кораллы и кальциевые водоросли.

**Регулярные работы:**

- добавление кораллового наполнителя и наполнение баллона с  $\text{CO}_2$ ;
- определение карбонатной жёсткости и концентрации кальция для настройки кальциевого реактора каждые 2 недели;
- не позднее 12 (а затем 24) часов после запуска реактора с новым наполнителем замерить концентрацию фосфатов в воде на выходе реактора.

**Что делать**, если уровень содержания кальция и карбонатной жёсткости в аквариумной воде повышается недостаточно?

- Проверьте настройки реактора.
- В случае необходимости увеличьте дозу подачи  $\text{CO}_2$ .
- В случае необходимости замените наполнитель реактора, поскольку большая его часть уже отработана и остались только нерастворимые частицы.
- В случае необходимости внесите растворы хлорида кальция и гидрокарбоната натрия (см. стр. 94).

**Что делать**, если показатель pH аквариумной воды падает ниже отметки 7,7?

- Сократите подачу углекислого газа в реактор.
- Снизьте количество воды, проходящей через реактор.
- В случае необходимости используйте кальквассер (см. стр. 92).

**Что делать**, если концентрация фосфатов в аквариуме повышается?

- Промывайте реактор, не перекрывая баллон с CO<sub>2</sub>, пресной водой до тех пор, пока уровень фосфатов не упадет ниже 0,2–0,3 мг/л. Лишь после этого поместите реактор обратно в аквариум!
- Используйте адсорбенты фосфатов (см. стр. 58).

**Что делать**, если при работающем реакторе намечается активный рост водорослей?

- Определите концентрацию нитратов и фосфатов в аквариумной воде. Если эти параметры слишком высоки (см. стр. 46), отключите реактор до тех пор, пока уровень питательных веществ не придет в норму (см. главу 56).

жают снижаться, аквариумисту следует принять меры. С одной стороны, можно сократить объем углекислого газа, который поступает в реактор. Правда, этот шаг скажется на количестве кальция, производимого реактором. С другой стороны, чтобы стабилизировать pH, можно добавлять в ночное время кальквассер (см. стр. 92).

## Добавление микроэлементов

Вопрос о микроэлементах и их роли в аквариуме постоянно и очень горячо обсуждается. Наряду со сторонниками существуют и ярые противники внесения микроэлементов в аквариум.

Как мы уже показали в таблице на стр. 79, микроэлементы являются жизненно важными для биологических процессов субстанциями. Однако их концентрации в морской воде настолько малы, что большинство стандартных аквариумных тестов их просто не выявляют. Проблематичным в этой связи является тот факт, что микроэлементы в малом количестве необходимы для жизни, а в большой концентрации могут быть смертельно опасными. В качестве примера можно привести медь. В естественной морской воде её концентрация не

превышает 0,2 µg/l, а концентрация от 3 до 10 µg/l (это число варьируется от источника к источнику) вызывает гибель большинства из тех беспозвоночных животных, которых мы содержим в аквариумах (BROCKMANN, 2007). Поэтому возникают два вопроса: 1) нужно ли вообще добавлять микроэлементы? и 2) если да, то в каком количестве?

Для многих аквариумных систем внесение микроэлементов не нужно. Если производятся регулярные частичные подмены воды, как описано на стр. 85, а рыбы регулярно получают корм, то все необходимые микроэлементы в достаточном количестве попадают в аквариум. Также лишним будет добавление микроэлементов в чисто рыбные «банки», поскольку рыбы получают их в основном через пищу. И совсем иначе обстоит дело с рифовыми аквариумами с интенсивным пеноотделением, в которых бурно растут твёрдые кораллы и кальциевые водоросли. Здесь тот или иной микроэлемент может оказаться в дефиците. Это становится заметным по замедленному или и вовсе прекратившемуся росту животных и потере ими пигментации. В подобных случаях рекомендуется внесение микроэлементов, растворы которых предлагаются зоомагазинами. При этом следует поступать следующим образом: сначала добавьте лишь половину от рекомендуемой производителем дозы (приводится на упаковке). В течение нескольких недель повторяйте процедуру, соблюдая частотность добавок, которую рекомендует производитель. Так как кораллы очень медленно реагируют на внесение микроэлементов, эффект, как правило, будет замечен только спустя несколько недель. Если животные начинают снова расти и восстанавливают свою окраску, значит, вы нашли оптимальное количество микроэлементов и можете придерживаться выбранного режима добавок в дальнейшем. Если же видимого улучшения нет, следует медленно, на протяжении нескольких недель увеличивать дозу



При регулярных частичных подменах воды морские аквариумы не нуждаются в дополнительном внесении микроэлементов, чтобы, к примеру, сохранить окраску кораллов (на фотографии твёрдый коралл *Seriatopora hystrix*). Если вы всё же хотите дозировать микроэлементы, то делать это следует крайне осторожно. Передозировка может привести к катастрофическим последствиям.

микроэлементов, пока у кораллов не наметится стабильный рост. Но будьте внимательны: никогда не превышайте дозу раствора, указанную на упаковке. Следует уяснить одну очень простую аксиому: нехватка микроэлементов не является единственной причиной плохого роста и бледной окраски кораллов. Здесь может быть задействовано несколько факторов: начиная с качества освещения и заканчивая концентрацией неорганических питательных веществ в воде. Таким образом, добавление микроэлементов помогает обычно лишь тогда, когда все остальные параметры находятся в норме.

#### Только микродозы...

Следующий аспект, на котором стоит заострить внимание, заключается в том, что микроэлементы ни в коем случае не должны попасть в аквариум с высокой концентрацией неорганических питательных веществ (нитратов и фосфатов). В комбинации с карбонатами, попадающими в воду из кальциевого реактора или вместе с хлоридом натрия и гидрокарбонатом натрия, это неминуемо привело бы к неконтролируемому росту нитчатых водорослей, от которых очень сложно избавиться. Поэтому будьте осмотрительны при использовании растворов с микроэлементами. Добавляйте их только по необходимости. И помните, девиз «Чем больше, тем лучше» здесь не действует!

#### Добавление микроэлементов: о главном – коротко

**Функция:**

внесение жизненно необходимых элементов.

**Сфера применения:**

рифовые аквариумы с мощным пеноотделением, в которых активно растут кораллы и кальциевые водоросли.

**Оптимальная доза:**

начните с половины дозы, указанной на упаковке, и медленно (!) повышайте концентрацию, пока кораллы не начнут стабильно расти; при этом доза микроэлементов никогда не должна превышать той, что указана на упаковке.

**Что делать**, если, несмотря на добавление микроэлементов, кораллы не растут?

- Проверьте, правильно ли работает оборудование и всё ли в порядке с качеством воды. В случае необходимости оптимизируйте работу приборов и повысьте качество воды.

**Что делать**, если с добавлением микроэлементов начали расти нитчатые водоросли?

- Немедленно прекратите вносить микроэлементы.
- Проверьте и, если необходимо, улучшите качество воды (в первую очередь снизьте концентрацию нитратов и/или фосфатов).
- Оптимизируйте систему пеноотделения.
- Используйте рыб-водорослеедов (например, рыбхирургов (*Zebrasoma* spp.), собачку украшенную (*Salarias fasciatus*) или морских ежей, тоже питающихся водорослями, например, *Mespilia globulus*.

## Оформление и запуск аквариума

Оформление и запуск аквариума можно разделить на шесть шагов:

Шаг 1: выбор и установка аквариума (см. главу Kapitel, стр. 20);

Шаг 2: установка оборудования (см. главу Kapitel, стр. 26);

Шаг 3: декорирование аквариума;

Шаг 4: наполнение водой (см. главу, стр. 78);

Шаг 5: «затравка» аквариума и окончательное декорирование «живыми» камнями»;

Шаг 6: фаза запуска.

### Шаг 1: Выбор и установка аквариума

Шаг 1 уже был подробно описан на стр. 20. После установки аквариума рекомендуется сделать пробное наполнение пресной водой, чтобы, с одной стороны, проверить его на герметичность, а с другой стороны, чтобы убрать торчащие остатки силиконового клея. Если аквариум выдержал пробу на герметичность, можно устанавливать оборудование.

### Шаг 2: Установка оборудования

Прежде чем приступить к оформлению аквариума, следует установить необходимое оборудование: обогревательный элемент, пеноотделитель и фильтры. И только помпы течения устанавливаются после декорирования аквариума. Таким образом гарантируется, что на пути вектора течения не будет каких-либо помех в виде камней или сидячих беспозвоночных. Желательно, чтобы после декорирования все агрегаты были легко доступны и чтобы

при их обслуживании или возможной замене спокойствие обитателей аквариума не сильно нарушалось перестановками декораций, что, в свою очередь, всегда сопряжено с нарушением биологического и химического равновесия. Итак, нужно найти компромисс между эстетикой и практичностью: с одной стороны, декорации, насколько это возможно, должны скрывать приборы, а с другой, они не должны создавать помех для их обслуживания. К этому времени уже стоит подготовить светильники, только вешать их пока не обязательно: проще декорировать аквариум, если сверху вам ничего не мешает.

Очень важно, чтобы, начиная с первого дня, практически сразу же после заполнения аквариума водой можно было использовать всю технику. Последующие изменения технического оснащения часто приводят к проблемам в аквариуме. Исключением здесь являются дополнительные приборы, как, к примеру, кальциевый реактор, которые подсоединяются к системе по мере необходимости.

### Шаг 3: Декорирование аквариума

Если вы уже установили всю возможную технику, то можно заняться декорированием аквариума. Здесь фантазия аквариумиста не знает границ: главное, чтобы для животных были созданы оптимальные условия жизни. Декорации зависят от типа аквариума. Для рыбных аквариумов лучше всего выбрать хорошо структурированные декорации из больших известняковых камней с многочисленными пещерами и сквозными проходами, в которых могли

бы прятаться рыбы. Кроме того, можно построить рифовые колонны или подобные конструкции, которые будут служить рыбам границами их территорий, чтобы животные не ссорились друг с другом. В рифовых же аквариумах, по моему мнению, ландшафт обязан выглядеть по-другому, без скопления камней, причем те немногие камни, что есть, должны иметь богатый рельеф с проходами, «kozyрьками» и плоскими, горизонтальными участками, на которых затем будут закреплены беспозвоночные. Однако и сегодня нередко можно увидеть очень компактные, нагромождённые друг на друга декорации, сделанные, что называется, «без души»: они начинаются почти у переднего стекла и постепенно «нарастают» по диагонали к поверхности воды у задней стенки. Оптический эффект от такого сооружения оставляет желать лучшего. Даже в маленьких аквариумах с помощью рифовой колонны и небольших пещерок можно создать великолепные подводные ландшафты.

Основой декорации является «сухой» известняковый камень. Известняковые камни с металлическими вкраплениями или даже вулканические камни, которые часто применяются в пресноводной



аквариумистике, следует исключить, поскольку подобные вкрапления могут со временем начать растворяться в щелочной морской воде и привести к загрязнению аквариумной среды. Кроме того, лава порода делает аквариум тёмным.

Основная декорация должна состоять из нескольких больших известняковых камней, поскольку строить конструкции из крупных элементов намного проще, чем из множества мелких, которые могут впоследствии выпасть из всей конструкции и повредить дно.

#### Конструируем «на сухую»

Сначала, для пробы, желательно воссоздать декорацию перед аквариумом. Это даёт возможность увидеть, какие камни лучше подходят друг к другу и как добиться наилучшего эстетического эффекта. И только затем все декоративные элементы можно перенести в аквариум. Это намного практичнее, чем «колдовать» в полусогнутом положении над аквариумом и передвигать большие и тяжёлые камни, пока они не встанут, как надо.

Большие камни нельзя ставить непосредственно на донное стекло аквариума – только на тонкие пластинки из ПВХ. Такая основа должна быть устойчивой к щелочной среде и не выделять никаких веществ в воду. Помещая камни на такие пластины, мы избегаем точечного давления их выступов и углов на дно, что могло бы вызвать раскол стекла.

После того как основная декорация была помещена в аквариум и намечены точки для закрепления «живых» камней, можно устанавливать помпы течения. К этому моменту вся техника ещё не работает, к тому же в аквариуме нет грунта (см. стр. 82). Теперь аквариум можно заполнять водой.

При сооружении декораций не стоит спешить: главная цель – красивый, радующий глаз аквариум. Более позднее переплани-

Хорошо структурированные камни отлично подходят для основной декорации морских аквариумов.



Свободно лежащие декорации выглядят более эстетично, чем плотно и компактно сложенные, поэтому помещение в аквариум большого количества каменных конструкций в качестве элементов декорации нежелательно. В «сбалансированных» аквариумах кораллы растут так быстро, что скоро сами становятся частью декорации.

рование декораций, когда аквариум уже запущен, представляется проблематичным и приводит обычно к нарушению тонкого биологического и биохимического равновесия в аквариуме. А этого, конечно, стоит избегать.

#### Шаг 4: Наполнение водой

Наполнение аквариума водой описано в главе на стр. 82. После того как необходимое количество воды и соли или воды и насыщенного соляного раствора добавлено в аквариум, включаем обогреватель и помпы течения, чтобы подогреть воду до нужного уровня и полностью раство-

рить соль. Вполне возможно, что вам придётся поработать руками, чтобы размешать осевшую на дно и декорации соль. После этого можно установить и подключить освещение и задать соответствующий световой режим с помощью реле времени. Пеноотделитель уже находится в аквариуме, но ещё не функционирует. Лучше всего подождать после залива воды одну ночь. На следующий день измеряется температура и плотность воды и, если необходимо, соответствующим образом регулируется. И только вслед за этим засыпается грунт. Тип грунта (фракция и толщина) определяется различными факторами (см. об этом. стр. 66 и 82). Меньше всего проблем – при условии, что грунт не будет





Толщина и фракция грунта, во многих случаях, дело вкуса. Впрочем, опыт учит нас, что проще всего обслуживать грунт высотой 1 см и фракцией 0,5–1 см.

использоваться в качестве фильтра – создает коралловая крошка фракцией от 0,5 до 1 см и слоем до 1 см. Такой грунт исключает образование неконтролируемых очагов гнилостного разложения, но, с другой стороны, не подходит для животных, нуждающихся в мелкозернистом и высоком грунте. К таким организмам относятся многие губаны, которые закапываются по ночам в грунт, отдельные бычки и креветки, строящие в субстрате пещерки. Если вы собираетесь содержать подобных животных, то придется остановить свой выбор на более мелком грунте.

### Шаг 5: «Затравка» аквариума и окончательное декорирование «живыми» камнями

Итак, аквариум заполнен морской водой и все физические и химические параметры в норме. Однако он всё ещё биологически мёртв и требует «оживления», или «затравки». В процессе «затравки» в аквариум попадают те самые организмы, которые в дальнейшем будут отвечать за отлаженный механизм обмена веществ и, таким образом, за здоровую и сбалансированную аквариумную среду.

В принципе, существуют два способа, как «заразить» аквариум полезными бактериями. Можно получить грунт, несколько камней или фильтрующий материал из «старого» аквариума и поместить их в свою «банку». Это – проверенный и достойный рекомендации метод. Единственное условие – материал для «затравки» необходимо брать только из здорового аквариума, где нет нитчатых водорослей и цианобактерий, огненных анемонов и стеклянных роз (айптазий). Ведь мы же не хотим, чтобы все эти паразиты оказались в нашем аквариуме. А вот использование «старой» воды не имеет смысла, так как в ней живет очень мало бактерий.

В последнее время для «затравки» аквариума всё чаще применяются так называемые «живые камни». Они не только очень красивы, но и привносят в аквариум огромное количество самых различных живых организмов. Здесь я должен ещё раз заметить, что вся техника должна работать, а температура и плотность воды соответствовать обозначенным выше нормам до того, как в «банку» будут добавлены «живые» камни.

Под «живыми» камнями понимаются известняковые камни, взятые из моря. Ещё несколько лет назад их выламывали из коралловых рифов или собирали в лагунах, в наши дни существуют специальные фермы, где эти камни «культивируют»: то есть их производят специально для нужд морской аквариумистики разных размеров и форм – на любой вкус. Камни покрыты всякого рода макро- и микроскопическими организмами (например, водорослями, губками, кораллами, корковыми анемонами и нитрифицирующими и денитрифицирующими бактериями соответственно). Именно поэтому они получили название «живых» камней. Не все эти организмы проявят себя на камнях. В течение недель и месяцев аквариумист будет наблюдать зарождение новых колоний животных и во-



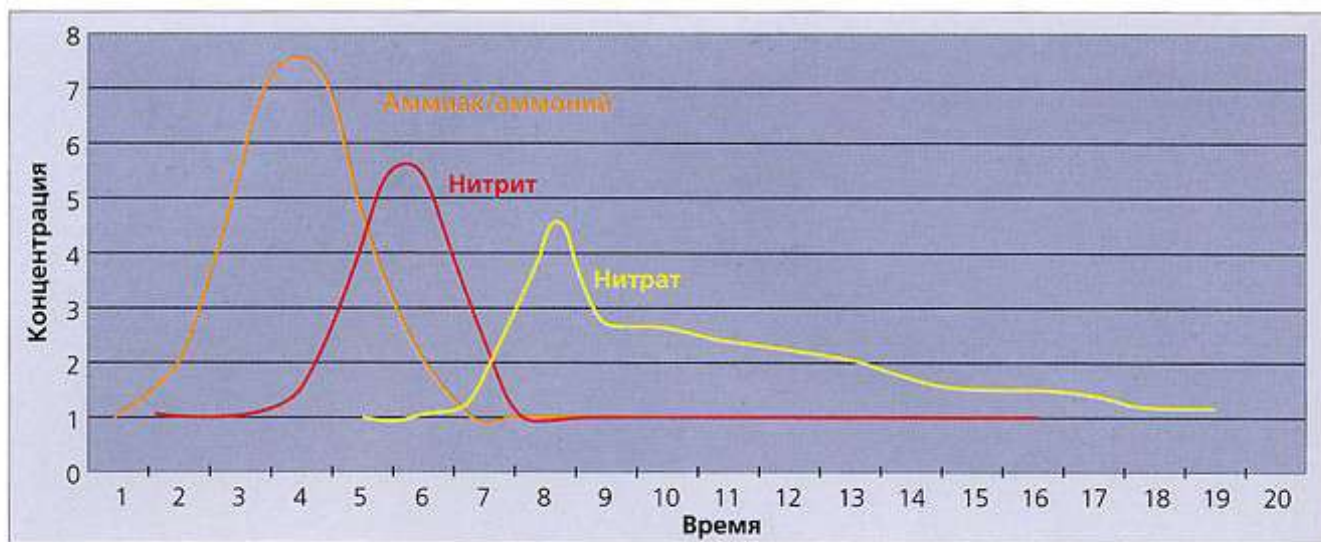
«Живые» камни являются самым подходящим материалом для декорирования рифовых аквариумов. Такая декорация выглядит очень естественно и, кроме того, привносит в «банку» множество микроорганизмов, включая необходимые для обмена веществ бактерии.

дорослей, которые появятся из личинок или тканей, населявших камни в момент их сбора. По этой причине, наблюдение за «живыми» камнями является интересным и увлекательным занятием: почти каждый день на них появляются новые жильцы.

«Живые» камни очень редко помещают в аквариум без предварительной обработки. Во время транспортировки, особенно крупные губки, асцидии и листовидные водоросли повреждаются так сильно, что очень скоро погибают в аквариуме и начинают разлагаться, выделяя в воду аммиак/аммоний, нитрит, нитрат и фосфат. Чтобы предотвратить подобное развитие событий, следует удалить с камней все эти организмы. Кроме того, нужно основательно промыть камни морской водой,

чтобы освободить их от дейтрита и прочих частиц. И наоборот, некрупные остатки тканей водорослей и разнообразные зооксантелльные кораллы желательно оставить. Даже если они отомрут, вреда от них будет намного меньше, чем от погибших губок и асцидий. Сомнений нет – сегодня применение «живых» камней относится к лучшим методам «затравки» аквариума, поэтому многие аквариумисты окончательно перешли на «живые» камни. Правда, стоят они достаточно дорого, и хорошим компромиссом в этом случае будет комбинированное использование простых известняковых и «живых» камней.

С помещением «живых» камней декорирование аквариума завершается. Обратите особое внимание на камни, располо-



Фаза запуска морского аквариума имеет несколько этапов. Сначала появляется аммоний/аммиак (оранжевая линия), затем следует пик нитрита (красная линия) и нитрата (жёлтая линия). Долгота отдельных этапов и максимальная концентрация азотосодержащих веществ зависят от различных параметров, например, от качества и количества использованных «живых» камней, поэтому в схеме не приводятся конкретные данные по концентрации и времени.

женные на верхних ярусах декораций: они должны быть крепко и надёжно скреплены друг с другом. Для этой цели можно склеить их специальным подводным клеем. Если в будущем камни обрастут всевозможными беспозвоночными, то их равновесие может сместиться, в результате чего они могут упасть на дно.

## Шаг 6: Фаза запуска

После заполнения аквариума водой и декорирования начинается фаза запуска. Она имеет огромное значение, так как именно в этот период закладывается основа биологического и химического равновесия и более позднего простого ухода за «банкой». Фаза запуска может длиться до 3 месяцев: только после её окончания целесообразно заселять аквариум рыбами и беспозвоночными. Для начинающих аквариумистов это самое трудное время: не все новички могут противостоять страстному желанию поскорее приобрести долгожданных питомцев.

### Лучше подождать!

Если вы не дождалась окончания фазы запуска и выпустили в аквариум многочисленных рыб, нуждающихся в частом кормлении, то этот шаг может иметь далеко идущие последствия для ещё не уравновешенной биологической среды. Причём «мажущиеся» и нитчатые водоросли рассматриваются как наименьшее зло. Борьба с этой и другими напастью потребует от аквариумиста много времени, выдержки и крепких нервов. Отсюда мой совет: потерпите, и ваше терпение обязательно окупится!

Фазу запуска аквариума, декорированного «живыми» камнями, можно разделить на несколько зависимых друг от друга и следующих друг за другом этапов. Так, например, будет обстоять дело с азотосодержащими соединениями (WILKENS, 1980; FOSSÅ & NILSEN, 1994).

Уже через несколько часов (дней) начнётся повышение концентрации аммония/аммиака. Подобное явление происходит потому, что из «живых» камней выделяется органика или повреждённые организмы начинают отмирать, или же бактерии ещё в недостаточной мере могут перерабатывать вредные вещества в нитрит. Спустя



Для контроля за водорослями на раннем этапе запуска аквариума подойдут неприязнительные желтохвостые зебрасомы (*Zebrasoma xanthurus*), на фотографии – в аквариуме зоомагазина.

какое-то время уровень аммония/аммиака снижается и параллельно повышается концентрация нитрита. Это означает, что запустился процесс нитрификации. Через несколько недель нитриты снижаются, и это снижение сопровождается увеличением содержания нитратов. Если концентрация нитрита снизится до минимума относительно быстро, то содержание нитратов начнёт уменьшаться только при эффективно работающей денитрификации или ассимиляции. До начала стабильной денитрификации иногда приходится ждать по несколько месяцев.

Продолжительность отдельных фаз, которую можно фиксировать с помощью соответствующих реагентов, зависит, в первую очередь, от количества и качества «живых» камней, помещённых в аквариум. Если «банка» относительно маленькая и в ней находится много камней, то концентрации аммония/аммиака и нитрита будут расти быстрее, дольше сохраняться на одном уровне, а аммоний/аммиак достигнет

бóльших значений, чем в более крупном аквариуме с меньшим количеством «живых» камней. При очень хорошем качестве «живых» камней умирает меньше организмов, чем в случае с камнями плохого качества. Эти переменные вместе с системой фильтрации и «виноваты» в том, что предсказать продолжительность отдельных фаз невозможно. Поэтому я рекомендую использование магазинных тестов для определения состояния и качества воды, чтобы не пропустить момент, с которого можно будет запускать в аквариум рыб и животных. Напомню, что это возможно при концентрации нитрита менее 0,1 мг/л.

Наряду с циклами распада азотосодержащих веществ во время фазы запуска аквариума можно также наблюдать стадии появления и гибели отдельных видов водорослей (FOSSÅ & NILSEN, 1994). Поскольку, как правило, исходная вода богата силикатами, то уже через несколько дней в аквариуме начинают расти бурые водоросли (отдел *Heterokontophyta*). Со снижением



Недавно запущенные аквариумы стерильны (слева). И только благодаря затравке качественными «живыми» камнями или подобным материалом из «старых» аквариумов получается пригодный для наших питомцев биотоп (справа). Фото: M. Schmidt (слева), D. Кноп (справа).



Вскоре после затравки в аквариуме можно обнаружить самых различных животных, например, этих офиур. Фото: D. Кноп.



Полихеты (*Phyllochaetopterus* sp.) также являются частью этого завораживающего микромира. Фото: D. Кноп.

### Внесение затравки в новый аквариум

По-новому обставленные аквариумы с морской водой стерильны. В них нет необходимых бактерий, водорослей и микроорганизмов, которые отвечают за биологические преобразования в аквариуме. Нужно как можно быстрее вносить эти организмы, чтобы гарантировать, например, удаление ядовитых связей, таких как аммоний / аммиак и нитрит, и делать таким образом аквариум пригодным для беспозвоночных и рыб. Процессом внесения затравки и получают микроорганизмы в аквариуме. Если аквариум декорирован, вода в аквариуме обладает правильной плотностью и температурой и техника функционирует безупречно, то вносят либо небольшое количество песка, либо камень из ввезенного биологически исправного аквариума, или несколько «живых» камней. И уже скоро в аквариуме разовьется богатая микрофауна и микрофлора. Затравка – основа для биологического оборота и питания определенных видов рыб. Наблюдение за этой микрофауной и микрофлорой очень увлекательно, интересно и полезно для каждого аквариумиста. Снова и снова обнаруживаются новые образы жизни, которые строят, например, жилые пещеры вдоль и поперек аквариума. Для удивительных наблюдений достаточно лупы. Предпосылкой для внесения затравки является внесение «живых» камней или соответствующих материалов из функционирующего аквариумного рифа. Проблемой могут оказаться «мажущиеся» водоросли и стеклянные розы, которые могут находиться на субстрате. Они будут очень быстро распространяться в новом аквариуме и создадут сложности для аквариумиста.



Наблюдение за микрофауной – и флорой морского аквариума – увлекательное занятие. Вооружившись лупой, можно отыскать много интересного.



Морских рачков подотряда *Gammaridea* можно обнаружить в любом нормально функционирующем рифовом аквариуме. В длину они достигают всего несколько миллиметров, но наблюдать за их существованием через лупу чрезвычайно интересно.  
Фото: D. Кноп

количества силикатов они исчезают, а на смену им приходят первые синие водоросли (цианобактерии, отдел *Cyanophyta*), к которым также относятся «мажущиеся» водоросли. А поскольку в воде всё ещё наблюдается повышенное содержание нитратов и фосфатов, начинают активно размножаться нитчатые водоросли класса *Chlorophyta* (*Derbesia* sp. и *Bryopsis* sp.). В принципе, к этому моменту концентрация нитрита должна быть уже достаточно низкой, что позволяет запустить некоторых рыб, питающихся водорослями, и не допустить зарастания аквариума нитчатыми водорослями. Среди них – жёлтая зебрасома (*Zebrasoma flavescens*), собачка украшенная (*Salarias fasciatus*) или красный морской ёж (*Mespilia globulus*). В этот период не сажайте в аквариум особенно чувствительных стрекающих животных (корковые анемоны, мелкополипные твёрдые кораллы, рогатые кораллы и т. д.). Нитчатые водоросли «оккупируют» и в конечном итоге убьют их. Важно заметить, что подобные «водорослевые» стадии возникают не в каждом аквариуме. Может быть и так, что во время фазы запуска вы не увидите ни нитчатых, ни «мажущихся» водорослей. По мере течения фазы запуска концентрация нитратов и фосфатов – питательных веществ для водорослей – постепенно снижается благодаря биологическому фильтру и эффективному пеноотделителю, соответственно, нитчатые водоросли тоже исчезают. К этому моменту во многих аквариумах на разных участках декорации появляются красные кальциевые водоросли (отдел *Rhodophyta*).

#### «Мирные» посланники: красные кальциевые водоросли

Они – знак того, что аквариумная вода имеет идеальные параметры. Если в «банке» появились красные кальциевые водоросли или же аквариум свободен от нитчатых и «мажущихся» водорослей, значит, его можно постепенно заселять беспозвоночными.

Здесь бы мне хотелось сказать пару слов о «мажущихся» водорослях. На самом деле, речь идёт не о водорослях, а о бактериях (цианобактериях). Они являются одними из самых древних жителей нашей планеты и обладают способностью усваивать (фиксировать) элементарный азот и использовать его для собственного обмена веществ (Sorokin, 1995). Такая уникальная способность делает эти бактерии абсолютно незаменимыми для экосистемы кораллового рифа, поскольку другие, «настоящие», водоросли этого делать не умеют: то есть без цианобактерий биотоп «коралловый риф», чрезвычайно бедный питательными веществами, мог бы совсем остаться без азота. А вот в морских аквариумах фиксирующая способность цианобактерий не нужна, так как здесь предостаточно самых разных азотосодержащих веществ (см. стр. 46). Тем не менее, цианобактерии постоянно присутствуют в воде но, по обыкновению, не докучают аквариумисту. Впрочем, иногда по «необъяснимым» причинам их рост выходит из-под контроля и в течение одного дня они могут покрыть большую часть имеющихся декораций и грунта.

«Мажущиеся» водоросли – показатель того, что что-то «не в порядке» с качеством аквариумной воды или техническим оборудованием. В любом случае, как уже говорилось ранее, причины «водорослевой чумы» не всегда можно чётко сформулировать. Я видел аквариумы с наилучшим техническим оснащением и превосходными параметрами воды, в которых, несмотря на это, буйно «колосились» цианобактерии. И наоборот, есть аквариумы с высокой концентрацией питательных веществ, владельцы которых никогда не знали, что такое «мажущиеся» водоросли. Ещё более мистическим мне кажется тот факт, что цианобактерии могут исчезнуть так же быстро, как и появиться. Возможно, их активный рост могут стимулировать резкие изменения аквариумной среды. Объёмные частичные подмены воды, изменение качества света (например, запоздалая замена трубок HQI, см. стр. 36), гибель крупного животного и вызванная этим биологическая нагрузка, поселение большого количества рыб и повышение интенсивности кормления, накопление фосфатов



«Мажущиеся» водоросли – одна из самых больших проблем морской аквариумистики. Абсолютно неожиданно они могут оккупировать весь аквариум и повредить нежные кораллы. Причиной такого массового наступления паразитов является быстрое изменение биологической среды (например, большая частичная подмена воды, изменение качества освещения, гибель животного и связанное с ним загрязнение воды органикой). Надёжного рецепта избавления от водорослей не существует. Здесь поможет только терпение. Фото: D. Кпор.

в грунте и декорациях, внесение микроэлементов – короче говоря, вызвать эпидемию водорослей может любой из факторов, нарушающих биологическое и химическое равновесие аквариума.

Но поскольку быть уверенным в том, что вас эта беда обойдёт стороной, нельзя, то возникает вопрос: а как с ней бороться? Лучший метод – это профилактика: поддержание биологического и химического равновесия в аквариуме, правильно на-

строенное оборудование, низкие концентрации неорганических питательных веществ и избегание резких изменений среды. Кроме того, само собой разумеется, нельзя помещать в свой аквариум животных и предметы из «банок», заражённых цианобактериями, так как это неизбежно приведёт к их распространению. Других действенных методов борьбы с «мажущими» водорослями, которые приносили бы мгновенный результат, не существует.



Лучше всего откачать воду вместе с бактериями, при этом вода не должна снова попасть в аквариум. Забранную воду можно заменить на свежую. Многие аквариумисты удаляют цианобактерии с помощью фильтра, наполненного ватой, а на следующий день удивляются, что «банка» опять заросла водорослями. Этого и следовало ожидать, так как во время фильтрации скопления бактерий распадаются на отдельные клетки, которые просачиваются сквозь вату и снова оказываются в аквариуме. Получается, что вместо снижения количества водорослей вы способствуете их дальнейшему распространению.

Борясь с «мажущимися» водорослями, запаситесь терпением. Вполне вероятно, что для достижения положительного результата понадобится многократное откачивание воды в течение недели. Одновременно нужно попытаться отыскать и ликвидировать возможные причины массового роста цианобактерий. Некоторые из них были уже описаны мною ранее. Важно также не добавлять в аквариум новых беспозвоночных, так как цианобактерии могут колонизировать их, а впоследствии и убить.

Однако вернёмся к фазе запуска. В аквариумах без «живых» камней она протекает медленнее, борьба с нитратами сильно затягивается. В первую очередь это происходит потому, что необходимое количество бактерий, отвечающих за денитрификацию, поселяется на анаэробных участках декораций значительно позже, в то время как внутри «живых» камней популяции этих бактерий начинают бороться с нитратами практически с момента помещения камней в воду. При отсутствии «живых» камней «заражать» аквариум денитрификаторами нужно другим путем, например, с помощью грунта из «старой» банки.

Подводя итоги, могу сказать, что у каждого аквариума своя неповторимая фаза запуска. Как правило, по длительности она не превышает трёх месяцев. После её за-

вершения не рекомендуется проводить в аквариуме масштабные замены оборудования или помещать туда большое количество новых «живых» камней. Это приведёт к тому, что запуск, хоть и в укороченной версии, начнётся заново, и вам придётся опять бороться с нашествием различных водорослей.

Итак, фаза запуска завершена, можно – без излишней суеты и спешки, взвешенно и обдуманно – приступать к заселению аквариума. Но и здесь нужно обладать знаниями, чтобы не нарушить тонкое биологическое равновесие.

#### Фаза запуска: о главном – коротко

Функция:

установление биологического равновесия в морском аквариуме.

Сфера применения:

все типы аквариумов.

Продолжительность:

максимум три месяца.

Регулярные работы:

определение концентрации аммония/аммиака, нитрита и нитрата каждые 2-3 дня с целью контроля за протеканием фазы запуска.

Заселение аквариума животными:

аквариум можно заселять животными только тогда, когда концентрация нитрита составит менее 0,1 мг/л.

**Что делать**, если количество нитчатых водорослей не уменьшается?

- Проверьте концентрацию нитратов и фосфатов в аквариумной воде, в случае необходимости оптимизируйте работу пеноотделителя.
- Используйте поедающих водоросли рыб (к примеру, хирурговых, *Zebrasoma* spp.) и беспозвоночных (морской ёж, *Mespilia globulus*).
- Не приобретайте новых беспозвоночных животных, если в аквариуме сильно разрослись нитчатые водоросли.

**Что делать**, если количество цианобактерий даже спустя несколько недель не сокращается?

- Проверьте концентрации нитратов и фосфатов в аквариумной воде, в случае необходимости оптимизируйте работу пеноотделителя.
- Регулярно удаляйте цианобактерии и заменяйте откачанную воду на свежую.
- Не приобретайте новых беспозвоночных животных, если в аквариуме сильно разрослись нитчатые водоросли.

## Первые животные для морского аквариума

С окончанием фазы запуска можно начинать заселение аквариума. Необходимо тщательно обдумать выбор ваших будущих питомцев, не всякая рыба может содержаться рядом с беспозвоночными, да и не все рыбы уживаются друг с другом. К тому же у рыб и беспозвоночных есть свои требования к среде и кормлению, которые не всегда можно выполнить. Так, к примеру, многие губаны нуждаются в глубоком слое грунта, в который они зарываются по ночам. Если же на дне аквариума лежит лишь тонкий слой коралловой крошки, то такая «банка» для губанов не подходит. Зооксантелльные твёрдые кораллы привыкли к хорошему качеству и количеству света, а также к воде, бедной питательными веществами. Если вы не можете создать своим кораллам подобные условия, то от их приобретения лучше отказаться. Кроме того, новичкам не рекомендуется покупать нежных и капризных в содержании рыб, даже если они с виду очень красивые и интересные. Приобретать опыт в морской аквариумистике лучше всего с неприхотливыми животными, которые прощают своему хозяину ту или иную ошибку, а не собираются после первой же оплошности аквариумиста «склеивать плавники». Ниже я представлю тех рыб и беспозвоночных животных, которые, по моему мнению, не представляют никаких проблем для начинающих морских аквариумистов.

### Приобретение

При покупке рыб и беспозвоночных желательно, в том числе и по соображениям охраны природы и сохранения видового

разнообразия, приобретать животных, разведённых в неволе. Во-первых, преимущество покупки таких экземпляров состоит в том, что они свободны от паразитов и раскормлены (то есть приучены к определённому типу корма). Во-вторых, их не надо адаптировать к аквариумным условиям: такие животные, в отличие от их диких собратьев, не испытывают стресс. Ещё 10 лет назад удачное разведение морских обитателей считалось большой редкостью, сегодня же разводные животные, особенно кораллы, вытесняют «дикарей» с рынка. Некоторые виды кораллов предлагаются сегодня только специальными фермами, их сбор в природе полностью прекратился. В разведении рыб, от которых получить потомство намного тяжелее, наметилась похожая тенденция. Развиваются технологии, которые делают разведение коралловых рыбок в неволе перспективным коммерческим предприятием. Эти технологии сегодня настолько совершенны, что позволяют разводить рыб-ангелов, в том числе представленного в книге огненного ангела. И хотя разводные животные стоят немного дороже, чем «дикари», аквариумисты, на мой взгляд, должны поддерживать подобные тенденции. Если вы заинтересовались разведением морских животных в домашнем аквариуме, то я могу посоветовать почитать мою книгу «Разведение животных в рифовом аквариуме» (BROCKMANN, 2004). В ней описывается современное состояние в области разведения морских рыб и беспозвоночных, даются советы и раскрываются некоторые секреты успешного разведения животных в домашних условиях.



Не всякая рыба может содержаться с каждым кораллом. Такие сообщества животных, как в аквариуме В. Циммермана (г. Мундеркинген), могут существовать годами, если требования разных организмов к условиям содержания совпадают и соблюдаются их владельцем.

При покупке рыб и беспозвоночных следует соблюдать несколько основных правил, которые помогут избежать ненужных потерь среди питомцев. Итак, для приобретения рыб действуют следующие рекомендации:

- У рыб не должно быть видимых симптомов заболеваний или крупных повреждений. К ним относятся не принадлежащие к рисунку рыб пятна, мелкие белые точки на теле и плавниках, нити грибков, следы подкожных кровотечений, выпуклая чешуя или оттопыренные жаберные крышки, неестественное (тяжёлое, частое) дыхание. Рыбки, постоянно показывающие признаки страха или тревоги, вероятно, поражены паразитами. А вот чуть-чуть повреждённые плавники вас беспокоить не должны, скорее всего, это последствия драк между рыбами. В скором времени они заживут.
- Рыбы должны быть упитанными. Если их брюшко выглядит впалым, значит, перед

вами особь, страдающая от недоедания. Таких рыб лучше не покупать: восстанавливаются они в редчайших случаях.

- Белый кал говорит о поражении глистами. Не покупайте животных с таким симптомом.
- В аквариуме продавца рыбы должны вести себя бойко, демонстрировать природную окраску и постоянно искать корм. Всё это я говорю к тому, что при выборе рыб не стоит спешить: понаблюдайте за возможными будущими питомцами подольше. Иногда недавно импортированные рыбы могут пугаться, когда кто-то внезапно проходит мимо аквариума.
- Рыбы должны быть раскормлены (приучены к корму). Попросите продавца покормить их.
- Будьте более внимательны к недавно привезённым рыбам. В принципе желательно, чтобы они побыли в аквариуме зоомагазина как минимум одну неделю до момента продажи. Регулярные посе-



У здоровых мягких и кожистых кораллов полностью раскрытые полипы. Кораллы, которые постоянно закрыты, могли быть повреждены во время транспортировки. Покупать таких животных не следует.

щения магазина помогут вам проследить за состоянием животных и оценить шансы их адаптации в вашем аквариуме. Таким образом, уже на этой стадии вы можете минимизировать возможные риски, связанные с заболеваниями.

При соблюдении названных правил вам гарантировано приобретение здоровых рыб. Акклиматизация видов рыб и животных, представленных в этой книге, обычно проходит без трудностей. Если всё же болезнь проникла в аквариум с новыми питомцами, а это станет заметно по прошествии нескольких дней, то советую немедленно обратиться за соответствующим лекарством к ветеринару, который разбирается в коралловых рыбах. Здесь важно заметить, что лечение рыб в аквариуме с кораллами очень проблематично. Эффективные медикаменты зачастую наносят вред кораллам и другим беспозвоночным. Покупая беспозвоночных, руководствуйтесь похожими правилами:

- Полипы кораллов должны быть открыты и показывать свои щупальца. В особенности это касается кожистых, мягких и рогатых кораллов. Если щупальца всё время закрыты, а кораллы втягиваются в себя или, и того хуже, на дне аквариума лежат их спикулы, то лучше отказаться от покупки таких животных. Если же коралл втягивает свои полипы, когда его вынимают из аквариума, во время транспортировки или в период привыкания к новым аквариумным условиям, то это нормально: это естественная реакция коралла на беспокойство.
- Скелет твёрдых кораллов должен быть полностью обтянут тканью. Не беда, если у мелкополипных кораллов сломаны кончики веток. В здоровом аквариуме они быстро регенерируются. Обратите внимание на состояние ноги или нижней части основного ствола животного: если они побелели или покрылись коричневой слизью, значит, животное страдает от дегенеративных изменений или инфек-



Адаптация рыб и беспозвоночных к новым аквариумным условиям должна происходить капельным методом в затенённом ведре.

ций, которые приводят к гибели кораллов или даже к заражению здоровых кораллов в аквариуме.

- У крупнополипных твёрдых кораллов (например, *Fungia* spp., *Trachyphyllia* sp., *Mussa* spp.) не должно быть повреждённой ткани: они лечатся очень плохо или не лечатся совсем.
- Креветки должны резво двигаться и не иметь повреждений. Отсутствующие клешни вырастут заново, однако никто не знает того, как животные лишились их. Поэтому будьте внимательны.
- На щупальцах морских звёзд не должно быть признаков разложения, они не должны выглядеть вялыми и повисшими. Такие животные, скорее всего, соприкасались с воздухом (этого следует строго избегать!) или слишком быстро были перенесены из одного аквариума в другой. Всё это могло привести к осмотическому шоку, который разрушает ткани морских звёзд. Здоровые звёзды всегда стараются закрепиться на поверхности грунта или декорации всеми щупальцами.
- Здоровые морские ежи также стараются закрепиться на субстрате всеми своими ножками. Особи, теряющие свои иглы, получили повреждения во время транспортировки, из-за контакта с воздухом или осмотического шока. Не покупайте их.
- Гигантские ракушки из семейства *Tridacnidae* должны иметь открытые створки или же, как в случае с видами рода *Tridacna*, выпускать свою мантию за края створок. Здоровые ракушки реагируют на прикосновение или тень, захлопывая створки. Не стоит покупать тридакн, не показывающих эту реакцию.
- Трубочатые черви должны обязательно иметь свои «домики» – трубочки. Если их нет, не покупайте этих животных. Как и ракушки из семейства *Tridacnidae*, здоровые черви реагируют на прикосновение или появление тени, втягивая своё тело в «домик».

- Здоровые крабы-отшельники постоянно ползают по аквариуму. При опасности они молниеносно прячутся в свои домики.

## Адаптация

Новых животных,неважно, приобретались ли они в зоомагазине или у частного лица, следует адаптировать к новой аквариумной среде очень осторожно. Нельзя просто взять и вылить их из транспортировочного мешка прямо в аквариум. От такой процедуры у беспозвоночных может возникнуть температурный или осмотический шок, а у рыб – сильный стресс и, следовательно, повышенная чувствительность к болезням.

Лучшим способом выравнивания параметров воды в транспортировочном мешке в соответствии с биохимическими параметрами воды в аквариуме, является так называемый «капельный метод». Для этой цели через тонкий шланг аквариумная вода по капле направляется в мешок. Скорость протока регулируется зажимом. В деталях эта операция выглядит следующим образом: после того как вы придёте домой, вылейте из мешка большую часть воды (внимание: беспозвоночные должны быть полностью покрыты водой, а рыбы должны иметь возможность нормально плавать). Затем поместите мешок в ведро и пустите в него воду из аквариума. Чтобы рыбы не получили стресс, накройте ведро сверху платком или какой-нибудь тканью. Капайте воду до тех пор, пока объём воды в мешке не увеличится вдвое. Вся процедура может длиться от двух до трёх часов. После наполнения мешка аквариумной водой сравните температуру в «банке» и мешке, она должна быть почти одинаковой. Теперь животных можно перевести в аквариум. Если же разница температур очень велика (3–4 °С и больше), то её следует уравнивать: просто положите мешок с животными в аквариум.



Камни, на которых с помощью каучуковой резинки закреплены сухие кормовые водоросли, идеально подходят для кормления и адаптации рыб, в том числе таких нежных видов, как ахиллесов хирург (*Acanthurus achilles*, на фотографии справа).

Беспозвоночных нужно вынимать из мешка под водой. Одной рукой придерживайте мешок, другой осторожно выньте животное из мешка и поместите его на заранее предусмотренное место декорации. Будьте внимательны: кораллы категорически нельзя сжимать. Подвижных беспозвоночных можно просто «вытряхнуть» из мешка, но делайте это вблизи грунта или декораций.

Пересадка рыб происходит по-другому. Всё дело в том, что вода, в которой перевозились рыбы, ни в коем случае не должна попасть в аквариум, так как она содержит медикаменты, которые в аквариуме могут привести к разрушительным последствиям. По этой причине осторожно выловите рыб из мешка сачком и затем выпустите их в аквариум.

### **Кормление рыб и беспозвоночных**

Большинство интересных для нас коралловых рыб едят без перерыва. Весь день они проводят в поисках пищи и постоянно что-

то склёвывают, подбирают со дна и декораций. В аквариуме это обстоятельство следует по возможности учитывать. Оптимальное решение – многократное кормление маленькими порциями в течение дня. Такой режим больше соответствует физиологии рыб, чем однократное, но обильное кормление. Правда, соблюдать интервалы между кормлениями, особенно для работающих людей, очень трудно. Поэтому я кормлю своих питомцев с раннего вечера и до момента выключения освещения (мои светильники работают с 12.00 до 22.30, первое кормление приходится на 19.00). Корм подаётся маленькими порциями, которые съедаются в течение нескольких минут. Мизерных порций, как и очень больших, львиная доля которых остаётся несъеденной и накапливается на дне, загрязняя воду, так же следует избегать. В качестве корма подойдут все предлагаемые зооторговлей замороженные сорта корма (например, мизиды, криль, артемия и т.д.). Я не кормлю своих рыб мотылём, трубочником и мелко нарезанным филе рыб или мидий, по-

Незооксантелльные кораллы, как эта дендронепфтия (*Dendronephthya*), хотя и красивы, но всё-таки не годятся для новичка. Эти животные требуют специального кормления, поэтому их содержание обходится владельцу очень дорого.

скольку все они оказывают большую биологическую нагрузку на аквариумную среду. Непосредственно перед кормлением я размораживаю часть брикета с кормом и затем тщательно промываю порцию под проточной водой, чтобы смыть по возможности все азотсодержащие вещества и фосфаты (см. также стр. 55). Дополнением к такому основному рациону служит сухой корм в виде хлопьев или гранулята. Сегодня многие производители предлагают высококачественный сухой корм. Рыбам с «вегетарианскими» склонностями (к примеру, хирурговым), если в аквариуме мало водорослей, можно давать листья салата (внимание: салат лучше покупать у проверенных продавцов, которые не опрыскивают его ядохимикатами!) или одуванчика, которые прикрепляют на переднюю стенку аквариума с помощью магнита. В специализированных магазинах можно приобрести прессованные водоросли (спирулина, нори), которые хорошо поедаются рыбами. Некоторые виды рыб проявляют определённую избирательность в отношении корма в период адаптации. Если рыба капризничает, следует предложить ей все возможные виды корма, пока вы не установите, какие именно из них нравятся ей больше

всего. «Разгрузочных» дней, которые довольно часто пропагандировались раньше, быть не должно. Специальные вкусовые предпочтения отдельных видов рыб будут рассмотрены мной в главе «Первые рыбы». Все зооксантелльные кораллы не требуют дополнительного кормления. Они питаются продуктами обмена веществ своих симбиотических водорослей (см. об этом на стр. 9). То же самое касается многих морских звёзд, ежей, креветок и крабов-отшельников. В здоровых аквариумах они всегда найдут себе пищу. Кроме того, они выполняют функцию аквариумной санитарной инспекции, ежедневно «конфискуя» свою долю пищи у рыб. Незооксантелльные кораллы для начинающих аквариумистов не подходят, поэтому говорить об их гастрономических потребностях мы не будем. Единственным исключением здесь являются твёрдые кораллы *Tubastrea*, окрашенные в великолепный оранжевый или жёлтый цвет. Эти животные, так сказать, «по зубам» и новичкам, хотя содержание достаточно хлопотное, поскольку они требуют как минимум однократного кормления в течение дня (WILKENS & STETTLER, 2004). Специальные требования беспозвоночных к еде будут представлены ниже.



## Первые рыбы

В этой главе я представляю мини-портреты рыб, которые, по моему мнению, подходят для начинающих аквариумистов. Здоровые особи этих видов практически без проблем адаптируются в аквариуме, быстро привыкают к корму и при правильном уходе живут в неволе годами. Описания содержат информацию о типе аквариума, в котором тот или иной вид будет чувствовать себя комфортно, и о подходящих видах корма. Единственное, о чём нужно помнить, так это то, что не все индивидуумы одного и того же вида ведут себя одинаково. В особенности это касается агрессивности и поведения по отношению к беспозвоночным. Бывает, например, так, что в одном аквариуме огненный ангел (*Centropyge loriculus*) абсолютно равнодушен к беспозвоночным, а в другом объедает мелкополипные кораллы и ракушки. Внимательно наблюдайте за своими рыбками, чтобы в случае необходимости вовремя вмешаться и не допустить гибели беспозвоночных. Дополнительную информацию о коралловых рыбах можно почерпнуть из следующих справочных изданий:

**Коралловые рыбки:** BROCKMANN, D. (2000): *Fische und Korallen im Meer und im Aquarium*. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.

FOSSÅ, S.A. & A.J. NILSEN (1993): *Korallenriff-Aquarium, Bd. 3, Zoogeographie, Fische für das Korallenriff-Aquarium*. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.

KUITER, R.H. & H. DEBELIUS (2006): *Atlas der Meeresfische*. – Kosmos Verlag, Stuttgart.

**Анемоновые рыбки:** FAUTIN, D.G. & G.R. ALLEN (1994): *Anemonenfische und ihre Wirte*. – Tetra Verlag, Melle.

**Рыбы-хирурги:** DEBELIUS, H. & R. H. KUITER (2001): *Doktorfische und ihre Verwandten*. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

**Рыбы-ангелы и рыбы-бабочки:** ALLEN, G.R., R. STEENE & M. ALLEN (1998): *Angel-*

*fishes & Butterflyfishes*. – Odyssey Publishing/Tropical Reef Research, USA/Australien.

**Помацентровые:** ALLEN, G. R. (1991): *Riffbarsche der Welt*. – Mergus Verlag, Melle.

**Интернет:**

[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

### *Doryrhamphus multiannulatus*

#### Рыба-игла

**Область распространения:** Красное море, Восточная Африка, Индийский океан.

**Длина:** до 18 см.

**Кормление:** зоопланктон: копеподы, артемия и мелкие мизиды.

**Содержание в аквариуме:** пригодна исключительно для рифовых аквариумов, населённых такими же медленно питающимися рыбами. Конкуренции с крупными и резвыми рыбами не выдерживает. Многокольцевых рыб-дудочек желательно держать парами.

### *Pterois miles*

#### Индийская крылатка

**Область распространения:** Красное море и Индийский океан вплоть до Суматры. В восточных районах Индопацифики имеет двойника – вид *Pterois volitans*.

**Длина:** до 30 см.

**Кормление:** питается в основном рыбами, которых засасывает в свой рот. Во время адаптации может потребоваться кормление живыми рыбами, если крылатка отказывается от умерщвлённой добычи. Адаптированные рыбки берут филе рыб и мидий. Подавать пищу можно со специального пинцета.

**Содержание в аквариуме:** будьте внимательны: на лучах спинного, анального и грудных плавников расположены ядовитые железы! Избегайте любого контакта с рыбой! Проявляйте осторожность во время работы в аквариуме (например, при чистке стенок). Ранения, полученные от плавников индийской крылатки, вызывают в лучшем случае очень сильные боли.



Многокольцевая рыба-дудочка (*Doryrhamphus multiannulatus*).

Индийская крылатка *Pterois miles*, подводная съёмка, Красное море.





Синеполосый псевдохромис (*Pseudochromis springeri*).

Королевская грамма (*Gramma loreto*), подводная съёмка, Беквия, Гренадины.



Золотой фантом  
(*Assessor flavissimus*).



При поражении ядом рыбы немедленно обратитесь к врачу. *Pterois miles* подходит для содержания как в рыбном, так и в рифовом аквариуме. Из-за крупных размеров рыбы для взрослых экземпляров требуется аквариум с минимальным объемом 400 литров. Это очень спокойная рыба. Индийская крылатка большую часть времени проводит на фоне декораций и редко плавает по аквариуму. Совместное содержание возможно только с крупными рыбами (не меньше, чем сама крылатка). Мелкие рыбки рассматриваются в качестве добычи и обычно поедаются. Можно содержать несколько крылаток в одном аквариуме.

***Pseudochromis springeri***  
**Синеполосый псевдохромис**

**Область распространения:** Красное море.

**Длина:** до 5,5 см.

**Кормление:** принимает все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** нуждается в многочисленных укрытиях. Отлично подходит для рифовых аквариумов. Рекомендуется парное содержание. Рыбки регулярно нерестятся, после икрометания самец охраняет кладку вплоть до выклева личинок. В этот период он очень агрессивен по отношению к самке, именно поэтому в «банке» должно быть много укрытий, в которых самка могла бы спрятаться. Может проявлять агрессию к другим псевдохромисам, что делает их совместное содержание в одном аквариуме проблематичным. На рынке предлагаются разводимые рыбки.

***Gramma loreto***  
**Королевская грамма**

**Область распространения:** центральные районы западной части Атлантического океана, от Бермуд и Багам до севера Южной Америки.

**Длина:** до 8 см.

**Кормление:** питается планктонными организмами, адаптированные королевские граммы берут все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** королевская грамма легка в содержании. Парное содержание рекомендуется даже в маленьких аквариумах. При оптимальном уходе регулярно нерестится. Самец строит гнездо и охраняет икринки вплоть до выклева личинок. В больших аквариумах (> 500 л) можно запустить группу из 5 особей. Не подходит для рыбных аквариумов, в которых живут крупные рыбы. Идеальны для рифовых «банок».

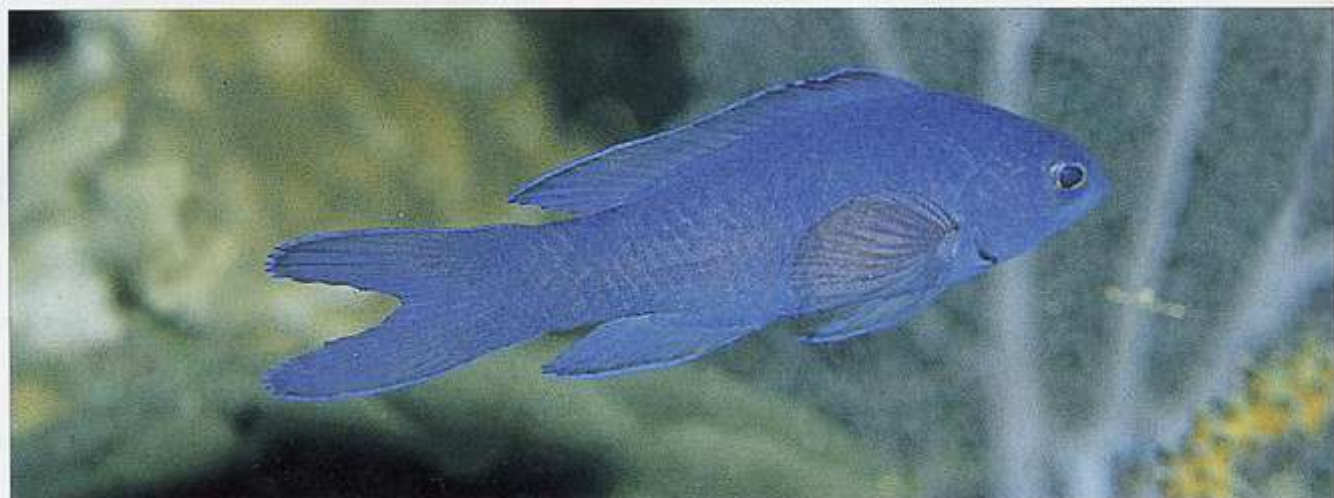
***Assessor flavissimus***  
**Золотой фантом (группер)**

**Область распространения:** северные территории Большого Барьерного рифа.

**Длина:** до 5,5 см.

**Кормление:** принимает все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** нуждается



Голубой фантом (*Assessor macneillii*).



Павлиний фантом (*Callopleles iops altivelis*).

в многочисленных укрытиях, великолепно подходит для рифовых аквариумов. В аквариумах объёмом больше 400 литров рекомендуется групповое содержание (4–5 особей), в некрупных «банках» – парное содержание. Рыбки регулярно нерестятся, самец охраняет икру, пока не выклюнутся личинки. В этот период самец практически не питается.

***Assessor macneillii***  
**Голубой фантом (группер)**

**Область распространения:** Большой Барьерный риф и Новая Каледония.

**Длина:** до 6 см.

**Кормление:** принимает все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** см. жёлтый фантом.

***Callopleles iops altivelis***  
**Рыба-комета (павлиний групер)**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Длина:** до 16 см.

**Кормление:** принимает все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** эта рыбка просто создана для начинающих аквариумистов. Подходит как для рифовых, так и рыбных аквариумов. Нуждается в многочисленных укрытиях. Очень пуглива. Ест очень медленно.

***Pterapogon kauderni***  
**Тюлевый кардинал**

**Область распространения:** эндемик островов Бангай, Индонезия.

**Длина:** до 8 см.

**Кормление:** принимает все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** отличный обитатель для рифовых аквариумов, не подходит для рыбных аквариумов с быстрыми и агрессивными рыбами. Парное содержание, в крупных аквариумах (> 500 л) возможно сосуществование нескольких пар. При хорошем уходе пары регулярно нерестятся. Самец забирает икру в рот и носит её до тех пор, пока мальки окончательно не сформируются. Выращивание мальков достаточно простое.

В продаже периодически появляются разводные рыбки.



Тюлевый кардинал (*Pterapogon kauderni*), на верхней фотографии – молодые рыбки прячутся в ветках твёрдых кораллов *Seriatopora hystrix*.



Апогон синеглазый (*Arogon leptacanthus*).

Подросток платакса (*Platax pinnatus*) на мелководье мальдивского рифа.



***Arogon leptacanthus***  
**Апогон синеглазый**

**Область распространения:** Индопацифика, Красное море и Восточная Африка от Самоа до Тонги.

**Длина:** до 6 см.

**Кормление:** принимает все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** отличный обитатель для рифовых аквариумов, не подходит для рыбных аквариумов с быстрыми и агрессивными рыбами. Можно содержать группой в небольших аквариумах. При соответствующем уходе регулярно нерестятся (икру вынашивают во рту).

***Platax pinnatus***  
**Платакс (рыба-летучая мышь), морской нетопырь**

**Область распространения:** западные районы Тихого океана: от островов Риукию до Австралии.

**Длина:** до 45 см.

**Кормление:** отличный обитатель для рифовых аквариумов, не подходит для рыбных аквариумов с быстрыми и агрессивными рыбами. Из-за своих больших размеров и интенсивного роста очень прожорлив.

**Содержание в аквариуме:** подходит только для крупных аквариумов (> 2500 л). Молодые экземпляры с красными плавниками выглядят очень красиво, что и является причиной покупки. Однако рыбки растут очень быстро и скоро не помещаются в стандартной «банке».

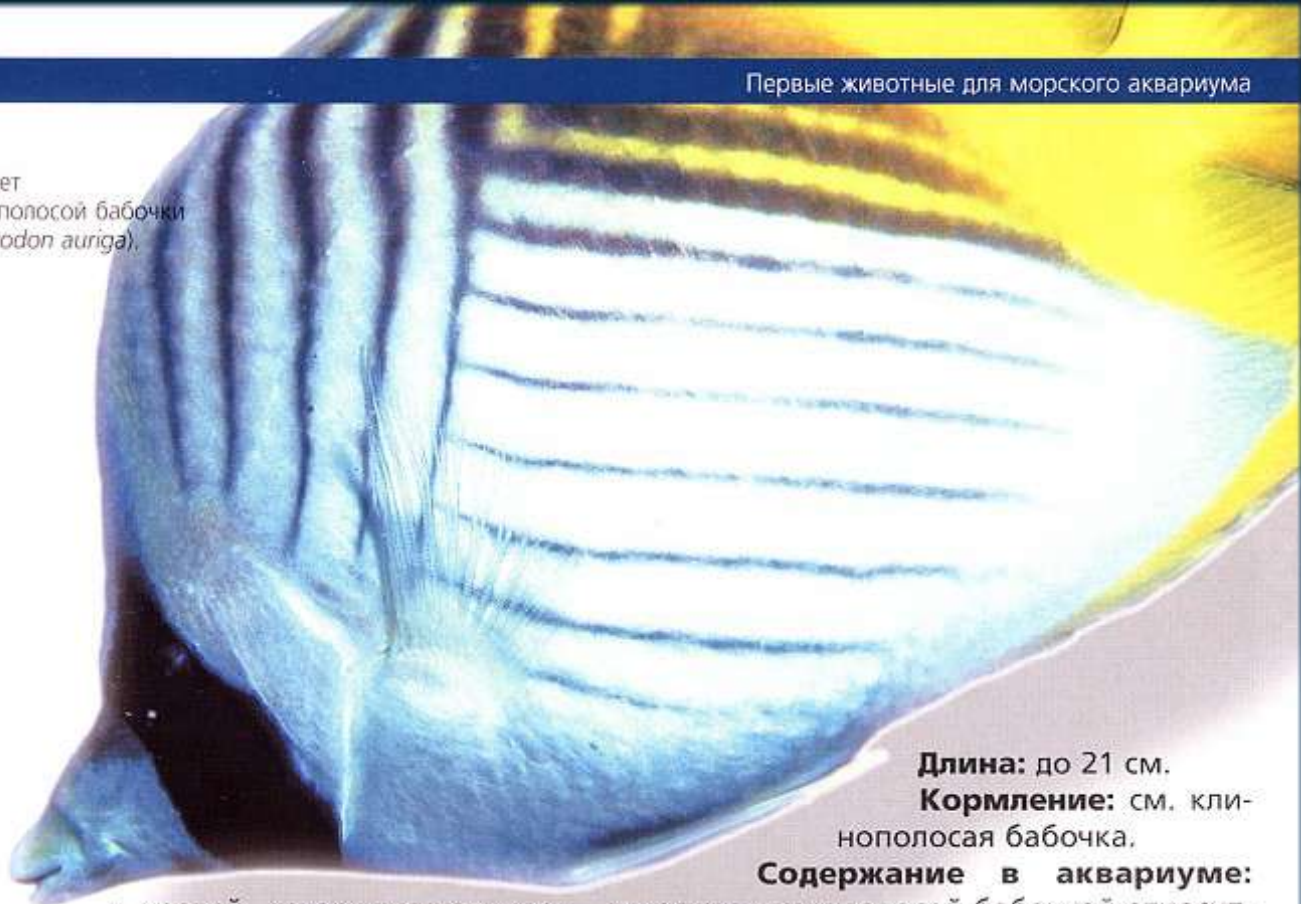
***Chaetodon auriga***  
**Клинополосая бабочка**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря до Восточной Африки и Гавайских островов.

**Длина:** до 23 см.

**Кормление:** в природе ест в основном кораллы, анемоны, мелких ракообразных

Портрет  
клинополосой бабочки  
(*Chaetodon auriga*).



**Длина:** до 21 см.

**Кормление:** см. клинополосая бабочка.

**Содержание в аквариуме:**

и червей, которых склевывает с субстрата. Привыкание молодых бабочек к суррогатному корму происходит достаточно быстро и легко, а вот взрослые экземпляры капризничают. Питаются всеми известными видами замороженного корма (мизиды, криль, артемия, мясо мидий, особенно если мидии помещаются в аквариум с надломленными створками). Отказывающихся от корма особей можно «расшевелить» с помощью мотыля или трубочника.

**Содержание в аквариуме:** один из самых выносливых видов бабочек. Подходит исключительно для рыбных аквариумов, поскольку поедает беспозвоночных животных. Возможно совместное содержание с другими рыбами за исключением тех, которые имеют схожую с бабочкой форму тела и окраску. Так как в море клинополосые бабочки живут парами, можно попробовать парное содержание в крупных аквариумах.

***Chaetodon lunula*  
Бабочка-енот (лунула)**

**Область распространения:** Индоокеан, от Восточной Африки до Полинезии.

вместе с клинополосой бабочкой относится к самым выносливым рыбам-бабочкам. Подходит исключительно для рыбных аквариумов. Возможно совместное содержание с другими рыбами за исключением тех, которые имеют схожую с бабочкой форму тела и окраску. Так как в море бабочки-еноты живут парами, можно попробовать парное содержание в крупных аквариумах.

Бабочка-енот (*Chaetodon lunula*), подводная съёмка, Гавайские острова.





Содержание в рифовых аквариумах проблематично, так как рано или поздно лунула начнёт объедать коралловые полипы. Иногда рыбок используют для борьбы с огненными анемонами (*Anemonia cf. tanjano*) и корковыми анемонами.

***Heniochus acuminatus***  
**Вымпельная бабочка.**

**Область распространения:** Индопацифика, Красное море и Восточная Африка до островов Общества (Полинезия).

**Длина:** до 20 см.

**Кормление:** зоопланктон, черви, анемоны; молодые особи очень легко привыкают к суррогатному корму. Адаптированные животные принимают все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** подходит для рыбных аквариумов, иногда содержится в «банках» с беспозвоночными. При этом регистрируются нападения особенно на

корковых анемонов и других сидячих беспозвоночных. В достаточно больших аквариумах (> 500 л) возможно содержание нескольких экземпляров. Правда, иногда возникает острая внутривидовая агрессия, поэтому рыб приходится разделять.

***Heniochus intermedius***  
**Красноморская вымпельная бабочка**

**Область распространения:** Красное море и Аденский залив.

**Длина:** до 18 см.

**Кормление:** зоопланктон, черви, анемоны, водоросли. Привыкание к суррогатному корму в отдельных случаях проходит очень тяжело. Раскормленные рыбки принимают большинство предлагаемых в продаже видов корма.

**Содержание в аквариуме:** подходит исключительно для рыбных аквариумов, так как поедает кораллы, анемоны и других сидячих беспозвоночных. Не так агрессивна, как родственные виды из рода *Chaetodon*. Можно попробовать парное содержание в больших аквариумах. К сожалению, красноморская вымпельная бабочка редко появляется в зоомагазинах.

Вымпельная бабочка (*Heniochus acuminatus*)

***Centropyge loriculus***  
**Королевский центропиг (огненный ангел)**

**Область распространения:** Тихий океан, от Квинслэнда до Самоа и Гавайев.

**Длина:** до 12 см.

**Кормление:** мелкие сидячие беспозвоночные и водоросли. Привыкание к традиционным кормам и сухому корму проходит без проблем.

**Содержание в аквариуме:** подходит и для рыбных, и для рифовых аквариумов. Известны случаи нападения на твёрдых кораллов и ракушек. Следует содержать только в паре, если хотите понаблюдать за интересным поведением рыбок. Адаптированные и хорошо раскормленные огненные ангелы регулярно нерестятся.





Красноморская вымпельная бабочка (*Heniochus intermedius*), подводная съёмка, Хургада, Красное море.  
Огненный ангел (*Centropyge loriculus*).





Взрослый королевский ангел (*Holacanthus ciliaris*).

Императорский ангел (*Pomacanthus imperator*), подводная съёмка, Мальдивы.



Арабский ангел (*Pomacanthus maculosus*).

***Holacanthus ciliaris***  
**Королевский ангел**  
**(зелёная изабелита)**

**Область распространения:** Карибское море и западные районы Атлантического океана, от Бразилии до Флориды и Багамских островов.

**Длина:** до 45 см. Молодые особи и взрослые королевские ангелы окрашены по-разному. Взрослый *Holacanthus ciliaris* представлен на фотографии. У молодых животных на жёлтом теле разбросаны синие, слегка изогнутые поперечные полосы, которые по мере взросления рыбы исчезают. То же самое происходит с поперечной полосой, проходящей через глаза и заканчивающейся на лбу, создавая подобие короны, которая и объясняет популярное название рыбки.

**Кормление:** в море, вероятнее всего, питается преимущественно губками и другими сидячими беспозвоночными. Молодых животных легко приучить к суррогатному корму, раскормить взрослых сложнее. Адаптировавшиеся королевские ангелы едят все продаваемые в зоомагазинах корма, включая сухой корм и растительный корм в виде водорослей (в том числе таблетированные водоросли), листьев салата и одуванчика.

**Содержание в аквариуме:** содержание простое, особенно, если вы приобрели молодых рыбок. Из-за больших размеров взрослых экземпляров подойдут аквариумы с соответствующей длиной и объёмом (> 1500 л). Кроме того, они должны быть хорошо структурированы и иметь большое количество укрытий. Взрослые королевские ангелы могут проявлять агрессию по отношению к другим рыбам.

Содержание в рифовых аквариумах исключено, поскольку особенно взрослые рыбы поедают кораллы и могут истребить целые колонии за очень короткое время.



***Pomacanthus imperator***  
**Императорский ангел**

**Область распространения:** Индопацифика и Красное море.

**Длина:** до 40 см. Окраска молодых рыбок отличается от окраски взрослых особей. На фотографии показан взрослый императорский ангел. У молодых экземпляров на тёмно-синем теле расположены белые полосы, которые образуют у хвостового стебля круг. Смена окраски начинается при длине рыбы 8–10 см.

**Кормление:** в море, видимо, питается губками, оболочниками, стрекающими животными и водорослями. Молодых животных легко приучить к суррогатному корму, раскормить взрослых проблематичнее. Адаптировавшиеся императорские ангелы едят все продаваемые в зоомагазинах корма, включая сухой и растительный корм в виде водорослей (в том числе таблетированные водоросли), листьев салата и одуванчика.

**Содержание в аквариуме:** объём аквариума от 1000 литров, в остальном условия такие же, как и при содержании королевского ангела.

***Pomacanthus maculosus***  
**Арабский ангел**

**Область распространения:** Красное море и Аравийский полуостров, южнее вплоть до Кении.

**Длина:** до 50 см. Молодые и взрослые особи окрашены по-разному. На фотографии взрослый арабский ангел. На тёмно-синем фоне молодых рыбок находятся белые и голубые поперечные полосы. Хвостовой плавник желтоватого цвета, прозрачный. Взрослая окраска появляется при достижении длины примерно 10–15 см.

**Кормление:** см. императорский ангел.

**Содержание в аквариуме:** см. королевский ангел.

### *Pomacanthus xanthurus* Синеголовый ангел

**Область распространения:** Индоокеан, от Мальдивских островов до Вануату.

**Длина:** до 45 см. Молодые и взрослые особи окрашены по-разному. На фотографии взрослый арабский ангел. На тёмно-синем фоне молодых рыбок находятся многочисленные белые и голубые поперечные полосы, имеющие форму почти прямых линий. Смена окраски начинается, когда рыбки достигают длины 7–10 см.

**Кормление:** в море питается в основном губками и оболочниками. В некоторых случаях раскормить рыбу бывает очень тяжело. Раскормленные синеголовые ангелы принимают все продаваемые в зоомагазинах корма, включая сухой и растительный корм в виде водорослей (в том числе таблетированные водоросли), листьев салата и одуванчика.

**Содержание в аквариуме:** после перехода на суррогатный корм содержится так же, как королевский ангел.

Синеголовый ангел (*Pomacanthus xanthurus*).



### *Amphiprion bicinctus* Двухполосый амфиприон

**Область распространения:** Красное море, Аденский залив и архипелаг Чагос.

**Длина:** до 11 см.

**Кормление:** зоопланктон, принимает все предлагаемые в зоомагазинах виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** в первую очередь, подходит для рифовых аквариумов, в которых также можно содержать актиний (анемонов). Желательно парное содержание двухполосого амфиприона вместе с симбиотической актинией. Для одной пары будет достаточно видового аквариума объёмом 150 литров. Здоровые особи *Amphiprion bicinctus* регулярно нерестятся. Родители охраняют икру вплоть до выклева личинок. В качестве симбиотических актиний подойдёт несколько видов (*Entacmaea quadricolor*, *Heteractis aurora*, *H. crispa*, *H. magnifica* и *Stichodactyla gigantea*). К сожалению, двухполосые амфиприоны редко поступают в зоомагазины.

Содержание *Amphiprion bicinctus* в рыбных аквариумах без симбиотических актиний проблематично и не соответствует естественным условиям существования рыб.

### *Amphiprion melanopus* Черноплавичный клоун

**Область распространения:** Индонезия (на восток от Бали) до островов Общества.

**Длина:** до 12 см.

**Кормление:** см. двухполосый амфиприон.

**Содержание в аквариуме:** см. двухполосый амфиприон. В качестве симбиотических актиний подойдут следующие виды: *Entacmaea quadricolor*, *Heteractis aurora*, *H. crispa* и *H. magnifica*. На фото показана красная морфа *Amphiprion melanopus*, которая встречается у Фиджи. Во многих других ареалах этот вид имеет большое чёрное пятно по бокам, чёрные брюшные плавники и чёрный анальный плавник.



Двухполосый амфиприон (*Amphiprion bicinctus*).

Красная морфа чёрноплавичного клоуна (*Amphiprion melanopus*) встречается у островов Фиджи.





Стайка рыб-ласточек (*Chromis viridis*), подводная съёмка, Маданг, Папуа-Новая Гвинея.

***Chromis viridis***  
**Рыба-ласточка**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до островов Лайн и Туамото.

**Длина:** до 7 см.

**Кормление:** питается планктоном, адаптированные рыбы-ласточки принимают все предлагаемые в зоомагазинах виды корма, включая сухой.

Успех содержания зависит от режима кормления. Эту рыбку следует кормить несколько раз в день, поскольку в природе этот вид находится в постоянных поисках пищи. Недоедающие *Chromis viridis* очень быстро погибают. При недостаточном кормлении в группе рыбок складывается жёсткая пищевая конкуренция и слабые особи постепенно умирают.

**Содержание в аквариуме:** при хорошем кормлении содержать этот вид совсем несложно. Групповое содержание рекомендуется даже в маленьких аквариумах: интересное поведение рыбы-бабочки проявляется только в группе. Следует позаботиться о достаточном количестве укрытий. Лучше всего для этой цели подой-

дут разветвленные деревья твёрдых кораллов. Рыбка прекрасно вписывается в подводный ландшафт рифовых аквариумов. По причине сложного пищевого поведения содержать ласточек в рыбных аквариумах сложно.

***Dascyllus marginatus***  
**Красноморский дасцилл**

**Область распространения:** Красное море и Оманский залив.

**Длина:** до 5 см.

**Кормление:** питается планктоном, адаптированные красноморские дасциллы принимают все предлагаемые в зоомагазинах виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** лёгок в содержании. Попробуйте завести пару, чтобы понаблюдать за интересным поведением рыбок. В крупных аквариумах (от 1000 литров) можно содержать небольшую группу рыб (около 5 особей). Вид не так агрессивен, как его близкий родственник *Dascyllus trimaculatus*. Хорошо подходит для рыбных аквариумов с неприхотливыми рыбами. Содержание в рифовых аквариумах также возможно.



Красноморский дасцилл (*Dascyllus marginatus*).

***Dascyllus reticulatus***  
**Сетчатый дасцилл**

**Область распространения:** Тихий океан, от Кокосовых островов до Самоа и островов Лайн.

**Длина:** до 9 см.

**Кормление:** см. двухполосый амфиприон.

**Содержание в аквариуме:** см. двухполосый амфиприон.

Стая сетчатых дасциллов (*Dascyllus reticulatus*), подводная съёмка, Маданг, Папуа-Новая Гвинея.





Рыбка-домино (*Dascyllus trimaculatus*) у ковровой актинии, подводная съёмка, Вануату.

***Dascyllus trimaculatus***  
**Домино (трёхпятнистый дасцилл)**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до островов Питкэрн и Лайн.

Желтохвостая хризиптера (*Chrysiptera parasema*).



**Длина:** до 11 см.

**Кормление:** см. двухполосый амфиприон.  
**Содержание в аквариуме:** вид лёгок в содержании. Попробуйте завести пару, чтобы понаблюдать за интересным поведением рыбок. Может быть очень агрессивным к другим рыбам. Великолепно подходит для рыбных аквариумов с другими неприхотливыми видами рыб. Возможно содержание в рифовых «банках», однако известны нападения на мелких рыбок и некоторых беспозвоночных.

***Chrysiptera parasema***  
**Желтохвостая хризиптера**

**Область распространения:** западные территории Тихого океана.

**Длина:** до 5 см.

**Кормление:** питается планктоном, адаптированные желтохвостые хризиптеры принимают все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.



Длиннорылый кудрепёр (*Oxycirrhites typus*).

**Содержание в аквариуме:** при хорошем кормлении содержание проблем не вызывает. Даже для маленьких аквариумов лучше приобретать пару *Chrysiptera parasema*, чтобы иметь возможность понаблюдать за интересным поведением рыбок. В крупных и хорошо структурированных аквариумах (от 400 литров) можно содержать несколько желтохвостых хризиптер. Самцы делят аквариум на территории, которые жесточенно охраняют друг от друга. На этих участках они нерестятся каждый раз с разными самками. Самец охраняет икру до тех пор, пока личинки не начнут свободно плавать.

***Oxycirrhites typus***  
**Длиннорылый кудрепёр**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до Гавайев. Восточные районы Тихого океана, Калифорнийский залив, Галапагосские острова.

**Длина:** до 10 см.

**Кормление:** мелкие ракообразные и рыбы, адаптированные длиннорылые кудрепёры принимают все предлагаемые в продаже виды корма (особенно мизид, криль и артемию). Приучение к сухому корму также возможно.

**Содержание в аквариуме:** вид лёгок в содержании, подходит как для рифового, так и для рыбного аквариумов. Чтобы рыбы раскрыли весь свой поведенческий потенциал, лучше всего содержать их в паре. Адаптировавшиеся и хорошо откормленные пары регулярно нерестятся. Во время нереста рыбы могут выпрыгнуть из аквариума, если он не закрыт крышкой.

***Neocirrhites armatus***  
**Огненный кудрепёр**

**Область распространения:** Тихий океан, от Риуки до островов Лайн.

**Длина:** до 9 см.



Огненный кудрепёр (*Neocirrhites armatus*). Фото: E. Thaler.

**Кормление:** мелкие ракообразные и рыбы, адаптированные огненные кудрепёры принимают все предлагаемые в продаже виды корма (особенно мизид, криль и артемию). Приучение к сухому корму также возможно.

**Содержание в аквариуме:** см. длинно-рылый кудрепёр.

***Opistognathus rosenblatti***  
**Синепятнистый большерот**

**Область распространения:** восточные районы Тихого океана.

**Длина:** до 10 см.

**Кормление:** планктон и придонные мелкие ракообразные. Адаптированные синепятнистые большероты поедают все предлагаемые в продаже виды корма (особенно мизид, криль и артемию). Приучение к сухому корму также возможно.

**Содержание в аквариуме:** вид лёгок в содержании. Рыбки очень пугливы и подходят только для рифовых аквариумов. Синепятнистым большеротам требуется глубокий песчаный грунт для рытья пещерок, в которых они живут.

Синепятнистый большерот (*Opistognathus rosenblatti*).



***Choerodon fasciatus***  
**Рыба-арлекин**

**Область распространения:** Западные районы Тихого океана, от Тайваня и островов Риукиу до Новой Каледонии и Квинслэнда.

**Длина:** до 30 см.

**Кормление:** моллюски, крабы, креветки, черви и иглокожие животные; легко переходит на суррогатный корм.

**Содержание в аквариуме:** адаптация молодых особей происходит очень легко. Подходит исключительно для больших рыбных аквариумов с рыбами, умеющими за себя постоять. Совместное содержание с мелкими видами нежелательно, так как взрослые арлекины будут рассматривать их в качестве добычи.

***Salarias fasciatus***  
**Собачка украшенная**

**Область распространения:** тропические регионы Индопацифики.

**Длина:** до 13 см.

**Кормление:** питается в основном водорослями, в том числе нитчатыми. Многие особи привыкают к суррогатному корму, а именно – к сухому корму и мизидам.



Рыба-арлекин (*Choerodon fasciatus*).

**Содержание в аквариуме:** отлично приживается в рифовых аквариумах, где часто используется для борьбы с нитчатыми водорослями. Условия рыбных аквариумов подходят этой собачке меньше, так как там рыбка постоянно прячется и часто не находит нужного количества корма. При хорошо структурированном аквариуме с многочисленными укрытиями возможно сосуществование нескольких особей. Главное условие: во время фазы адаптации у каждой рыбки должно быть достаточно корма.

Украшенная собачка (*Salarias fasciatus*).





Мандаринка (*Synchiropus splendidus*).

***Synchiropus splendidus***  
**Мандаринка**

**Область распространения:** Индо-австралийский архипелаг и западные территории Тихого океана.

**Длина:** до 10 см.

**Кормление:** как правило, мандаринки очень медлительны во время приёма пищи. Их основной рацион составляют мелкие придонные ракообразные и червячки. Приучение к суррогатному корму, особенно к мизидам и артемии, удаётся, хотя и может иногда затянуться. При этом мандаринки должны научиться брать корм в толще воды. Для такой адаптации нужно обеспечить им постоянное наличие в аквариуме их естественной пищи, чтобы рыбки не умерли от голода.

**Содержание в аквариуме:** по причине специфического пищевого поведения мандаринки не подходят для рыбных аквариумов, так как редко выдерживают конкуренцию со стороны более активных и жадных рыб. Идеальны для рифовых аквариумов, в которых они весь день напролёт склёвывают пищу с субстрата. Рекомендуются содержание в парах (даже в не-крупных «банках»). Самцы отличаются от самок вытянутым первым шипом спинно-

го плавника. Адаптировавшиеся пары регулярно нерестятся. Особи одного пола, особенно самцы, не уживаются друг с другом: каждый старается убить конкурента.

***Amblyeleotris wheeleri***  
**Чернополосый бычок (бычок Веллера)**

**Область распространения:** Индопацифика, от Восточной Африки до Фиджи.

**Длина:** до 10 см.

**Кормление:** планктонные организмы; перевод на стандартный суррогатный корм (особенно на артемию и мизид) происходит без проблем.

**Содержание в аквариуме:** живёт в море в пещерке вместе с симбиотическим раком-щелкуном. Рыба очень пуглива, поэтому не подходит для рыбных аквариумов. Великолепный обитатель для рифовых аквариумов. Для комфортного существования бычкам требуется глубокий грунт (смесь из мелкого и крупного материала), в котором раки выкапывают пещеры. Впрочем, образование симбиотической пары не всегда протекает просто, так как не все раки-щелкуны уживаются с бычками. Повезёт аквариумисту, купившему бычка и рака, которые были выловлены и импортированы вместе.



Чернополосый бычок (*Amblyeleotris wheeleri*).

Содержание чернополосого бычка без рака-щелкуна также возможно. В аквариуме могут жить несколько особей.

***Cryptocentrus cinctus***  
**Жёлтый креветочный бычок**

**Область распространения:** западные районы Тихого океана, от Сингапура до Микронезии.

**Длина:** до 10 см.

**Кормление:** см. чернополосый бычок.

**Содержание в аквариуме:** см. чернополосый бычок. Существует две цветовых морфы: жёлтая (см. фото) и сине-зелёная. С возрастом возможно изменение окраски.

***Gobiosoma oceanops***  
**Неоновый бычок**

**Область распространения:** Карибское море, Флорида и Багамы.

**Длина:** до 3,5 см.

**Кормление:** легко привыкает к суррогатному корму, который из-за размеров рыбки должен быть очень мелким.

**Содержание в аквариуме:** маленькие неоновые бычки содержатся только рифовых аквариумах, подойдут «банки» небольшого объёма от 60–100 литров. В рыбных аквариумах неоновый бычок ведёт



Жёлтый креветочный бычок (*Cryptocentrus cinctus*).

Неоновый бычок (*Gobiosoma oceanops*).





Бычок-стрелка (*Ptereleotris evides*), подводная съемка, Мальдивы.

себя очень робко и страдает от голода при наличии крупных, жадных рыб. В одном аквариуме можно содержать несколько особей, правда, иногда между ними возникают небольшие стычки.

***Ptereleotris evides***  
**Бычок-торпеда, голубой птерэлеотрис)**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и восточного побережья Африки до островов Общества и Лайн.

**Длина:** до 12 см.

**Кормление:** принимает все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** пугливая рыбка, нуждается в укрытиях. Нельзя сажать вместе с агрессивными рыбами, поскольку при испуге выпрыгивает из аквариума, если он не накрыт крышкой. Подходящий обитатель для рифовых аквариумов. В больших аквариумах можно попробовать парное содержание.

***Acanthurus lineatus***  
**Полосатый хирург**

**Область распространения:** Индопацифика, от Восточной Африки до островов Маркиз и Туамоту.

**Длина:** до 24 см.

**Кормление:** питается водорослями и различными обрастаниями. Приучение взрослых особей к суррогатному корму может быть проблематично. Адаптированные рыбы принимают все предлагаемые в продаже виды корма, включая сухой. В любом случае необходимо добавлять в рацион водоросли (также сухие), листья салата или одуванчика.

**Содержание в аквариуме:** из всех представленных в этой книге хирургов полосатый хирург – самый хрупкий и чувствительный. Требуются большие аквариумы (> 500 л) с интенсивным течением. Подходит и для рифовых, и для рыбных «банок». Взрослые рыбы очень агрессивны, поэтому подселение к ним новых питомцев часто вызывает трудности. В связи с этим рекомендуется выпускать полосатого хирурга в аквариум самым последним.

***Acanthurus tristis***  
**Индийский мимикрический хирург**

**Область распространения:** Индийский океан, от Мальдивских островов до Бали.

**Длина:** до 20 см.

**Кормление:** см. полосатый хирург.

**Содержание в аквариуме:** один из самых неприятельных представителей се-



Молодой полосатый хирург (*Acanthurus lineatus*).

мейства *Acanthuridae*. Необходимы большие аквариумы с сильным течением. Однако хорошо чувствует себя и в рифовом, и в рыбном аквариуме. Взрослые рыбы очень агрессивны, поэтому подселение к ним новых питомцев часто вызывает трудности.

Индийский мимикрический хирург своей окраской подражает центропигу Эйбла, *Centropyge eibli* (см. фото). Его тихоокеанский эквивалент, шоколадный хирург, *Acanthurus pyroferus*, предъявляющий к своему содержанию похожие требования, копирует среди прочих таких центропигов, как *Centropyge heraldi*, *C. flavissimus* и *C. vrolikii*.

### ***Acanthurus sohal*** **Хирург-сохал**

**Область распространения:** Красное море вплоть до Персидского залива.

**Длина:** до 40 см.

**Кормление:** см. полосатый хирург.

**Содержание в аквариуме:** один из самых неприхотливых хирургов семейства *Acanthuridae*. Для рыб нужен большой аквариум (> 1000 л) с очень интенсивным течением. Сохалы приживаются и в рыбных, и в рифовых «банках», хотя известно, что некоторые особи нападают на мягких ко-

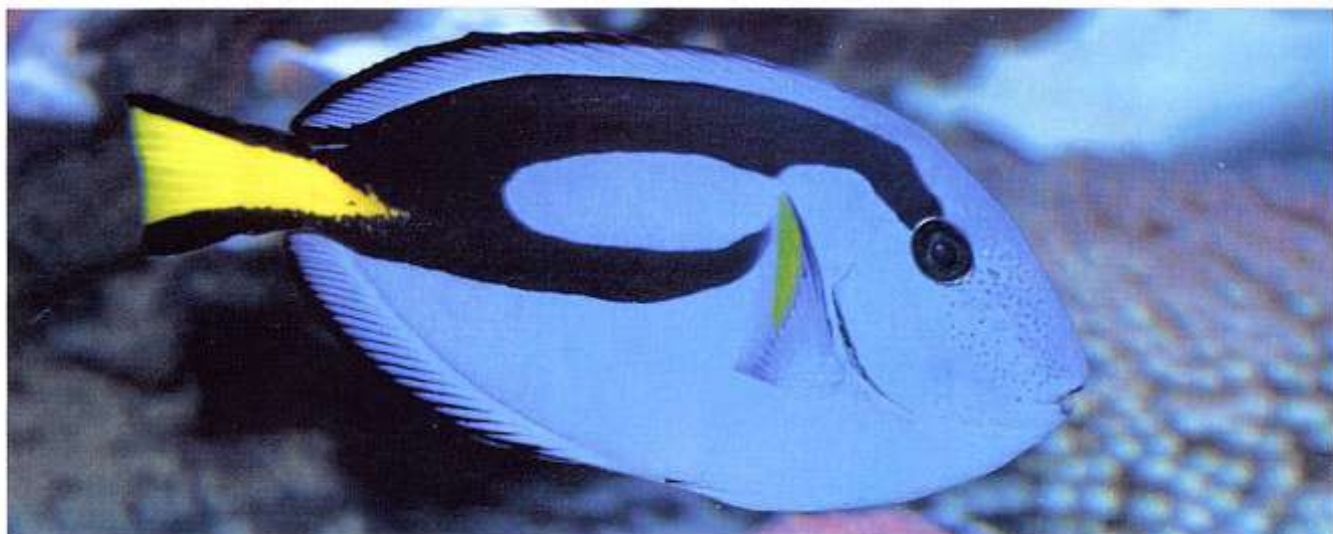


Индийский мимикрический хирург (*Acanthurus tristis*) копирует центропига Эйбла (*Centropyge eibli*).

Хирург-сохал (*Acanthurus sohal*).







Голубой хирург (*Paracanthurus hepatus*).

раллов и ракушек. Взрослые рыбы очень агрессивны, поэтому подселение к ним новых питомцев проблематично. В связи с этим рекомендуется выпускать хирурга-сохала в аквариум самым последним.

***Paracanthurus hepatus***  
**Голубой хирург**

**Область распространения:** Индопацифика, от Восточной Африки до островов Лайн.

**Длина:** до 30 см.

**Кормление:** см. полосатый хирург.

**Содержание в аквариуме:** очень трудно переживает период адаптации. Под влиянием стресса у рыб могут возникать болез-

ни кожного покрова, которые, впрочем, проходят часто сами собой. Хорошо чувствует себя как в рыбных, так и в рифовых аквариумах. Содержание двух особей возможно в достаточно просторных аквариумах (> 400 л) с соответствующей декорацией (многочисленные норы и пещеры).

***Zebrasoma flavescens***  
**Жёлтая зебрасома**

**Область распространения:** от островов Риукию в Восточно-Китайском море до Гавайев.

**Длина:** до 18 см.

**Кормление:** см. полосатый хирург.

**Содержание в аквариуме:** одна из самых выносливых рыб-хирургов; жёлтую зебрасому можно обнаружить почти в каждом аквариуме с беспозвоночными, где она успешно борется с водорослями. Комфортно чувствует себя как в рифовых, так и в рыбных аквариумах объёмом от 250 литров. Нападения на беспозвоночных (мягкие кораллы и ракушки) наблюдаются очень редко. Содержание двух особей возможно в стандартных аквариумах с соответствующей декорацией (многочисленные норы и пещеры). В «банках» объёмом свыше 1000 литров можно попробовать содер-



Жёлтая зебрасома (*Zebrasoma flavescens*); подводная съёмка, Гавайи.

жать маленькую группу жёлтых зебрасом (5–6 особей). Эти зебрасомы неплохо уживаются с большинством других видов рыб.

***Zebrasoma xanthurus***  
**Желтохвостая зебрасома**

**Область распространения:** Красное море и Персидский залив.

**Длина:** до 25 см.

**Кормление:** см. полосатый хирург.

**Содержание в аквариуме:** вместе с жёлтой зебрасомой (*Zebrasoma flavescens*) относится к числу самых выносливых и неприхотливых рыб-хирургов. Отлично подходит как для рыбного, так и для рифового аквариума вместимостью свыше 300 литров. Очень редко фиксируются нападения на беспозвоночных (мягкие кораллы и ракушки). Содержание двух особей возможно в стандартных аквариумах с богатой декорацией (множество пещер). С другими рыбами не конфликтует.



Желтохвостая зебрасома (*Zebrasoma xanthurus*).

держании вид. Великолепно чувствует себя и в рыбных, и в рифовых аквариумах. Особенно в рифовых «банках» желтоглазые хирурги-ктенохеты используются для борьбы с водорослями.

***Ctenochaetus strigosus***  
**Желтоглазый хирург-ктенохет**

**Область распространения:** Гавайские острова.

**Длина:** до 18 см.

**Кормление:** см. полосатый хирург.

**Содержание в аквариуме:** лёгкий в со-

***Siganus magnificus***  
**Огненная лисица**  
**(великолепный сиган)**

**Область распространения:** Андаманское море вплоть до юга-востока острова Ява.

**Длина:** до 24 см.

**Кормление:** см. полосатый хирург.

Желтоглазый хирург-ктенохет (*Ctenochaetus strigosus*), подводная съёмка, Гавайи.





Огненная лисица (*Siganus magnificus*) вместе с желтохвостой зебрасомой (справа) и желтоглазым хирургом-ктенохетом (слева).

**Содержание в аквариуме:** один из самых красивых сиганов. Рекомендуется содержать в рыбных аквариумах, в рифовых же «банках» рыба может объедать кораллы, в особенности крупнополипные твердые кораллы. Требуется просторные аквариумы (> 500 л).

***Balistoides conspicillum***  
**Леопардовый спинорог**

**Область распространения:** Индопацифика, от Восточной Африки до Самоа.

**Длина:** до 50 см.

**Кормление:** в естественный рацион леопардового спинорога входят морские ежи, крабы, моллюски и оболочники. Легко переходит на суррогатный ком. Адаптированные особи берут все виды корма, предлагаемые в зоомагазинах.

**Содержание в аквариуме:** подходит исключительно для больших рыбных аквариумов (> 1000 л). Возможно содержание с рыбами, которых отличает «боевой» характер.

Леопардовый спинорог  
(*Balistoides conspicillum*),  
подводная съемка,  
Мальдивы.





Масковый аротрон (*Arothron diadematus*), подводная съёмка, Красное море.

***Balistapus undulatus***  
**Оранжевополосый спинорог**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря до островов Туамоту.

**Длина:** до 30 см.

**Кормление:** в природе питаются морскими ежами, моллюсками, оболочниками, иногда охотятся на маленьких рыбок. Легко привыкают к суррогатному корму, едят все стандартные виды кормов.

**Содержание в аквариуме:** см. леопардовый спинорог.

***Arothron diadematus***  
**Масковый аротрон (масковая рыба-ёж)**

**Область распространения:** Красное море и западные районы Индийского океана.

**Длина:** до 30 см.

**Кормление:** в море поедает стрекающих животных, губок, моллюсков и оболочников. Легко приучается к суррогатному корму. Раскормленные особи берут все предлагаемые зооторговлей виды корма.

Оранжевополосый спинорог  
(*Balistapus undulatus*).

**Содержание в аквариуме:** молодые особи адаптируются легко. Масковый аротрон подходит исключительно для больших рыбных аквариумов, населенных неприхотливыми и стрессоустойчивыми рыбами. По причине своего специфического пищевого поведения не годится для рифовых «банок».

Масковый аротрон имеет близкого родственника, черноточечного аротрона (*Arothron nigropunctatus*); отличить их друг от друга бывает очень сложно. От своего сородича черноточечный аротрон в плане пищевых привычек и поведения ничем не отличается.



## Первые беспозвоночные животные

В этой главе я описал лишь небольшое количество беспозвоночных, которых можно было бы порекомендовать начинающим морским аквариумистам. Здоровые особи этих животных легко привыкают к аквариумным условиям и при надлежащем уходе отлично развиваются и размножаются. В мини-портретах содержится информация о таких необходимых условиях содержания, как освещение и течение.

Итак, если животному требуется сильное освещение (в аквариумах со стандартной высотой до 60 см), это значит, что размещать его нужно в верхних слоях воды под прямым светом HQI-лампы (250 ватт); слабое освещение означает, что животному необходимо затенение и желательно поместить его под каменистым козырьком декорации. Течение делится на два типа: сильное и слабое. Кораллы, нуждающиеся в сильном течении, помещаются на расстоянии 60 см от перемешивающей помпы (внимание: категорически запрещено сажать кораллы на пути следования водного потока, они должны находиться по бокам от него). Кораллы, привыкшие к слабому течению, размещаются вдали от перемешивающей помпы.

Само собой разумеется, это лишь общие рекомендации. В целом же всё зависит от размера аквариума и его технического оснащения. Если полипы кораллов не раскрываются, значит, им нужно найти другое более комфортное место. В этом случае, вероятно, течение и/или освещённость были либо слишком слабыми, либо слишком сильными.

Различить многие кораллы на уровне видов очень трудно, поэтому краткие справки о них часто содержат только родовое название. У многих видов схожие требования к условиям содержания, поэтому я объединил их, используя сокращение «spp.» после родового названия. Вопросительный знак означа-

ет, что родовая принадлежность может быть неточной. Популярное название приведено, если только оно закрепилось за животным и распространено среди поставщиков.

Как и в случае с рыбами, я привожу лишь небольшой список беспозвоночных, рекомендованных для новичков в нашем хобби. Для тех, кто хочет узнать о беспозвоночных питомцах больше, советую почитать следующие книги:

**Беспозвоночные – общая информация:** BROCKMANN, D. (2000): Fische und Korallen im Meer und im Aquarium. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.

**Ракообразные, морские звёзды и ежи:** FOSSÅ, S.A. & A.J. NILSEN (1998): Korallenriff-Aquarium, Bd. 6, Krebstiere, Stachelhäuter, Seescheiden. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.

**Стрекающие животные, кораллы – общие сведения:** FOSSÅ, S.A. & A.J. NILSEN (1995): Korallenriff-Aquarium, Bd. 4, Nesseltiere im Aquarium. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.

**Рогатые кораллы:** Тема номера журнала «KORALLE» № 39, июнь/июль, 2006.

**Дискоактинии:** Тема номера журнала «Коралл», № 6, 2007.

**Твёрдые кораллы:** VERON, J.E.N. (2000): Corals of the world. – Australian Institute of Marine Science, Townsville.

**Трубчатые черви, улитки, ракушки:** FOSSÅ, S.A. & A.J. NILSEN (1996): Korallenriff-Aquarium, Bd. 5, Schwämme, marine Würmer und Weichtiere im Aquarium. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.

**Гигантские тридакны (семейство *Tridacnidae*):** KNOP, D. (1994): Riesenmuscheln. – DKhne Verlag, Ettlingen.

### *Myrionema amboinensis* Гидра

**Область распространения:** вероятно, во всех тропических морях.

**Размеры:** может образовывать большие, плоские колонии.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** часто вырастает из «живых» камней. Нуждается в сильном освещении и течении средней интенсивности. При высокой концентрации нитратов и фосфатов *Myrionema amboinensis* покрывает большие площади декорации, может при этом повреждать и убивать других сидячих беспозвоночных.

### *Millerpora*

#### **Огненные кораллы**

**Область распространения:** Индопацифика и Карибское море.

**Размеры:** некоторые виды образуют в море многометровые кусты.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** огненные ко-



Гидра (*Myrionema amboinensis*).

раллы легки в содержании при сильной освещённости и интенсивном течении. При оптимальных условиях могут занимать большие участки декораций, закрывая собой других сидячих беспозвоночных. Контроль за активным ростом огненных кораллов достаточно труден.

Сетчатый огненный коралл (*Millerpora dichotoma*), подводная съёмка, Красное море.





Трубчатая актиния в аквариуме.

Трубчатый коралл подотряда *Stolonifera*, семейство *Clavulariidae*, в Большом Барьерном рифе, Австралия.





Огненные кораллы могут покрывать другие кораллы и таким образом вытеснять их. Здесь один огненный коралл оккупировал большую популяцию рогатых кораллов у Малипа Айленд, Вануату.

Огненные кораллы могут сильно ужалить. Поэтому контактов с чувствительными участками кожи лучше избегать.

Хотя огненные кораллы и обладают плотным скелетом из карбоната кальция, они относятся не к твёрдым кораллам (класс *Anthozoa*, подкласс *Zoantharia*), а к классу *Hydrozoa* (Гидроиды).

***Cerianthidae***  
**Трубчатые актинии**  
**(цилиндрические розы)**

**Область распространения:** по всему миру.

**Размеры:** в зависимости от вида диаметр кроны со щупальцами достигает 20 см и более.

**Кормление:** планктонные организмы (мизиды, артемия и мелкий криль). Кормить желательно ежедневно или раз в два дня.

**Содержание в аквариуме:** просты в содержании. Трубчатым актиниям необхо-

дим песчаный глубокий грунт (> 15 см), в котором они строят свои трубки-жилища. При испуге животные втягивают своё тело в эти трубки. Необходимо течение средней интенсивности. Трубчатые актинии могут сильно ужалить, поэтому размещайте их на достаточном удалении от других сидячих беспозвоночных животных.

***Clavulariidae***  
**Трубчатые кораллы**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** образуют большие, похожие на ковры колонии, отдельные полипы вырастают до 1–2 см в высоту.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** содержание нетрудное. Необходимо сильное освещение и средней мощности (или сильное) течение.





*Anthelia* sp.

### ***Anthelia***

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** антелии образуют колонии различных размеров, отдельные полипы в зависимости от видовой принадлежности вырастают от 2 до 10 см в высоту.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** не так чувствительны к транспортировке, как представители рода *Xenia*. Адаптировавшиеся колонии проживут в аквариуме очень долго. Животным необходимы сильная освещённость и средней интенсивности или сильное течение. Быстро размножаются

и в очень скором времени могут начать доминировать над другими беспозвоночными. Требуется регулярная «прополка».

### ***Cespitularia***

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** цеспитулярии образуют колонии разного размера.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** чувствительны к транспортировке. Адаптировавшиеся кораллы подолгу живут в аквариуме. Цеспитуляриям требуется сильная освещённость и среднее или сильное течение. Чут-



*Cespitularia* sp.

ко реагируют на резкие изменения химических параметров воды (например, на использование большого количества активированного угля) и могут от этого быстро погибнуть.

### ***Xenia***

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** образует различные по размеру и форме колонии.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** чувствительны к транспортировке. Адаптировавшиеся кораллы подолгу живут в аквариуме. Ксе-



*Xenia* sp.

ниям требуется сильная освещённость и среднее или сильное течение. Активно размножаются и в очень скором времени могут начать доминировать над другими беспозвоночными. Требуется регулярная «прополка». *Xenia* spp. чутко реагируют на резкие изменения химических параметров воды (например, на использование большого количества активированного угля) и могут от этого быстро погибнуть.

### ***Capnella***

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** некоторые колонии достигают 20 см в высоту, однако обычно вырастают небольшими.



Огромная популяция коралла *Sarcophyton* sp., которая возникла путём образования дочерних полипов (вверху). На нижней фотографии показан процесс деления *Sarcophyton* sp.





Коралл-деревцо *Nephthea* sp.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** беспроблемное содержание в аквариумах с сильным освещением и средним или сильным течением. Некоторые колонии размножаются вегетативно (делением), вследствие чего в «банке» может возникнуть крупная монокультура.

### *Nephthea*

#### **Кораллы-деревца (нефтеи)**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** образует крупные колонии, которые в природе вырастают до 50 см в высоту. Коралл похож на миниатюрное деревце, что и определило его популярное название.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** долгожители рифового аквариума, нуждаются в сильном освещении и среднем или сильном течении.



Сверху и снизу: кожистые кораллы *Sarcophyton* spp.



### *Sarcophyton*

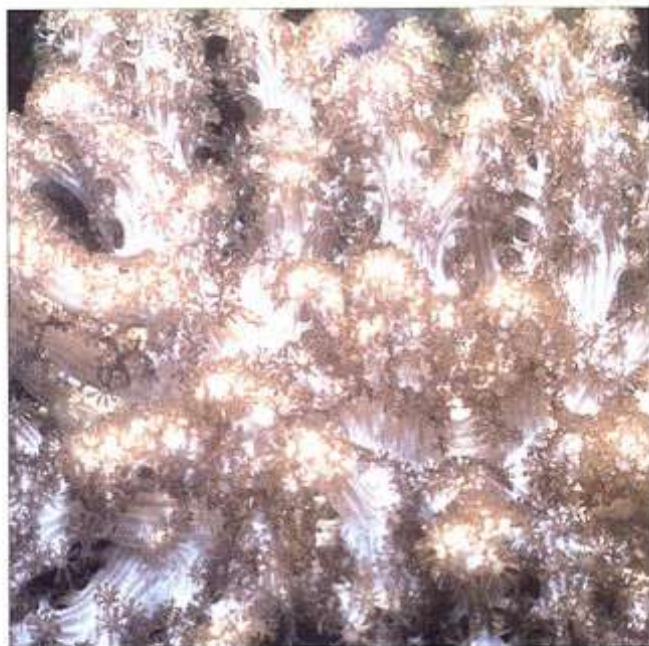
#### **Кожистые кораллы**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** кожистые кораллы образуют различные по размеру колонии. Диаметр некоторых видов достигает в аквариуме 50 см.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** весьма неприхотливые питомцы, идеально подходят для начинающих морских аквариумистов. Необходимы сильное освещение и течение.



*Cladiella* sp.  
*Sinularia dura*

Виды рода *Sarcophyton* регулярно «линяют», чтобы освободиться от грязи и «чужих» водорослей. Если течение недостаточно интенсивное, то животные не смогут скинуть кожу. Это может привести к подкожному загниванию и гибели коралла, если аквариумист не вмешается вовремя.

### ***Cladiella***

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** образуют различные по размеру колонии. Плоские виды имеют диаметр около 30 см.

**Кормление:** кладиеллы питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.



*Sinularia sp.*

**Содержание в аквариуме:** чувствительны к транспортировке. Адаптировавшиеся кораллы подолгу живут в аквариуме. Необходимы сильная освещённость и среднее или сильное течение. Кладиеллы чутко реагируют на резкие изменения химических параметров воды (например, на использование большого количества активированного угля) и могут от этого быстро погибнуть.

### ***Sinularia***

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** в аквариуме диаметр колонии может достигать 50 см.

**Кормление:** синулярии питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** весьма неприхотливые питомцы, идеально подходят для начинающих морских аквариумистов, долгожители. Необходимы сильное освещение и среднее или сильное течение. Вид *Sinularia dura* регулярно «линяет»,

*Sinularia cf. notanda*



*Erythropodium* sp.  
*Sinularia* sp.



чтобы освободиться от грязи и «чужих» водорослей. Если течение недостаточно интенсивное, то животные не смогут скинуть кожу. Это может привести к подкожному загниванию и гибели коралла, если аквариумист не вмешается вовремя.

### ***Erythropodium***

**Область распространения:** Карибское море, Индопацифика (о. Бали).

**Размеры:** образуют коркообразные, некрупные колонии.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** при оптимальных условиях эритроподиумы легки в содержании. Необходимы сильная освещённость и интенсивное течение. Могут занимать большие участки декораций, закрывая собой других сидячих беспозвоночных. Требуется регулярная «прополка».



Карибский рогатый коралл *Pseudopterogorgia* sp.

***Pseudopterogorgia***  
**Рогатые кораллы**

**Область распространения:** Карибское море.

**Размеры:** в природе некоторые виды достигают 2 метров в высоту; в аквариумах также образуют высокие кусты.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** содержание этих рогатых кораллов не вызывает трудностей. Животные нуждаются в интенсивном освещении и сильном течении. Из-за огромных размеров данным кораллам требуется много места.

***Pinnigorgia***  
**Рогатые кораллы**

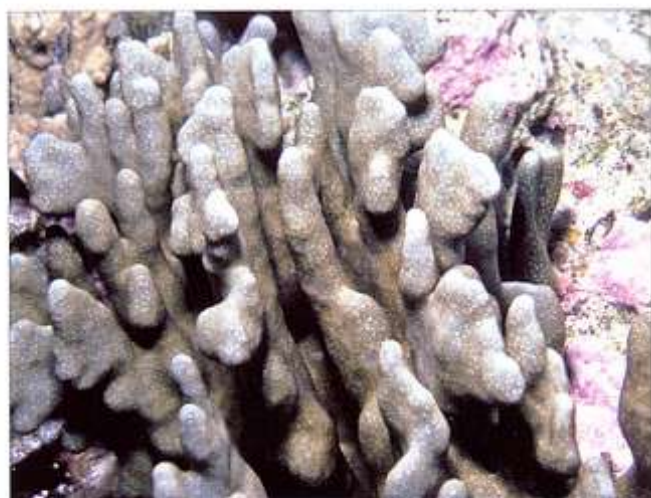
**Область распространения:** Индопацифика, от Индонезии до Микронезии.

**Размеры:** образуют крупные колонии, которые в том числе и в аквариуме достигают высоты 50 см и выше.

Рогатый коралл *Pinnigorgia* sp.







Слева: крупная колония голубых кораллов (*Heliopora coerulea*) у Мальдивских островов, справа – колония в аквариуме.

**Кормление:** питаются продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** содержание не вызывает трудностей. Животные нуждаются в интенсивном освещении и сильном течении. Из-за огромных размеров данным кораллам требуется много места.

### *Heliopora coerulea* Голубой коралл

**Область распространения:** Индопацифика.  
**Размеры:** может образовывать в море многометровые колонии.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** лёгок в содержании, требует сильной освещённости

и течения. При достаточном обеспечении кальцием и карбонатами голубой коралл растёт очень быстро, создавая огромные колонии. Из-за отложений солей железа скелет окрашен в голубой цвет, тогда как живая ткань имеет коричневый цвет.

Несмотря на массивный кальциевый скелет, *Heliopora coerulea* относится не к твёрдым кораллам (класс *Anthozoa*, подкласс *Zoantharia*), а к подклассу *Octocorallia*.

### *Heteractis crispata* Кожистый анемон (кожистая актиния)

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря до Французской Полинезии.

**Размеры:** 20 см, в исключительных случаях диаметр достигает 50 см.

Рисовая морфа кожистого анемона (*Heteractis crispata*).  
Подводная съёмка, Маданг Папуа-Новая Гвинея



Актиния роскошная (*Heteractis magnifica*) с амфиприонами.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. Дополнительное кормление мелкими планктонными организмами возможно, но, как правило, необязательно.

**Содержание в аквариуме:** один из наиболее непритязательных морских анемонов для содержания в аквариуме. Нуждается в сильном освещении и течении. Нельзя содержать вместе с легко уязвимыми твёрдыми кораллами, поскольку передвигающиеся анемоны в поисках оптимального места могут атаковать их и других сидячих беспозвоночных своими стрекательными клетками.

Даже в маленьких аквариумах создают с амфиприонами (рыбками-клоунами)

симбиотическое сообщество. Среди амфиприонов, с которыми эти актинии уживаются в природе, – *Amphiprion bicinctus*, *A. clarkii*, *A. melanopus* и *A. percula*.

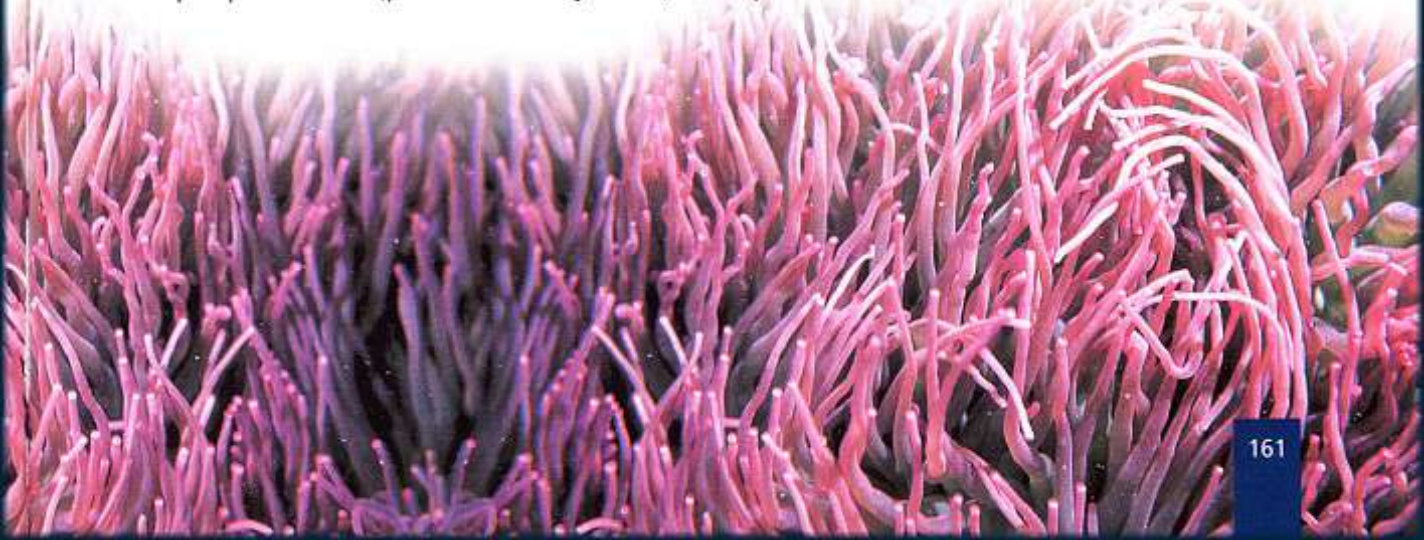
У вида *Heteractis crispa* существует несколько цветных морф. На фотографии представлена фиолетовая морфа из Папуа-Новой Гвинеи.

***Heteractis magnifica***  
**Актиния роскошная**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до Французской Полинезии.

**Размеры:** 30–50, в исключительных случаях 100 см в диаметре.

**Кормление:** см. кожистый анемон.



**Содержание в аквариуме:** см. кожистый анемон. Среди естественных симбиотических партнёров актинии роскошной такие виды амфиприонов, как *Amphiprion bicinctus*, *A. clarkii*, *A. melanopus*, *A. percula* и эндемик Мальдивских островов и Шри-Ланки – *A. nigripes*.

### Жёлтый корковый анемон

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** образует крупные колонии, которые при оптимальных условиях могут «оккупировать» большие части декорации.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется, однако иногда можно подкармливать анемонов мелким планктоном (например, артемией). Если колония не развивается, можно целенаправленно вносить корм, который подтолкнёт животных к росту.

**Содержание в аквариуме:** простое содержание, необходимо течение средней



Корковые анемоны рода *Protopalythoa*.

интенсивности и сильное освещение. Жёлтые корковые анемоны чрезвычайно агрессивны к другим сидячим беспозвоночным и могут вытеснить их, используя свой стрекательный яд.





Корковые анемоны рода *Protopalychoa*.

***Protopalychoa***  
**Корковый анемон**

**Область распространения:** Индопацифика.  
**Размеры:** образует крупные колонии, которые при оптимальных условиях могут занять большие части декорации.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется, но можно подкармливать анемонов мелким планктоном (например, артемией).

**Содержание в аквариуме:** лёгок в содержании, необходимо течение средней интенсивности и сильное освещение. Некоторые виды весьма агрессивны к другим сидячим беспозвоночным и могут вытеснить их, используя свой стрекательный яд.

анемон

Жёлтые корковые анемоны (на фотографии слева) – любимый аквариумный питомец. Точного научного определения до сих пор нет. На фотографии справа корковый анемон рода *Palythoa*. Между обеими колониями растёт твёрдый коралл вида *Pocillopora damicornis*, развившийся здесь из полипа.



Различные дискоактинии рода *Discosoma*.

### ***Discosoma***

#### **Дискоактиния (дискосома)**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** полипы редко вырастают больше 5–7 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** дискоакти-

нии очень непритязательны и выносливы, нуждаются в сильном освещении и течении. При оптимальных условиях очень быстро размножаются путём отделения дочерних полипов и образуют крупные колонии. Вследствие высокого потенциала роста могут стать доминирующим видом в аквариуме и вытеснить других сидячих беспозвоночных.



Дискоактиния *Rhodactis* sp.

### *Rhodactis*

#### **Дискоактиния (родактис)**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** полипы вырастают до 5–7 см в высоту.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** дискоактинии очень непритязательны и выносливы, нуждаются в сильном освещении и течениях. При оптимальных условиях образуют дочерние полипы путём лацерации подошвы и продольного деления (см. журнал Коралл №7, 2007). В аквариуме возможно образование больших колоний.

### *Amplexidiscus fenestrafer*

#### **Слоновье ухо**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** диаметр до 40 см.



Слоновье ухо (*Amplexidiscus fenestrafer*).

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется. Время от времени сообщается, что крупные особи ловят мелких рыбок, смыкая диск вокруг жертвы в форме колокола. Однако, похоже, подобное случается лишь в исключительных случаях (возможно, речь идёт о больных рыбах).



Дискоактиния юма (*Ricordea yuma*).

**Содержание в аквариуме:** вид лёгок в содержании, нуждается в среднем течении, сильной освещённости и большой площади. Не может конкурировать с сильно ядовитыми кораллами.

***Ricordea yuma***  
**Дискоактиния юма**

**Область распространения:** Индопацифика.

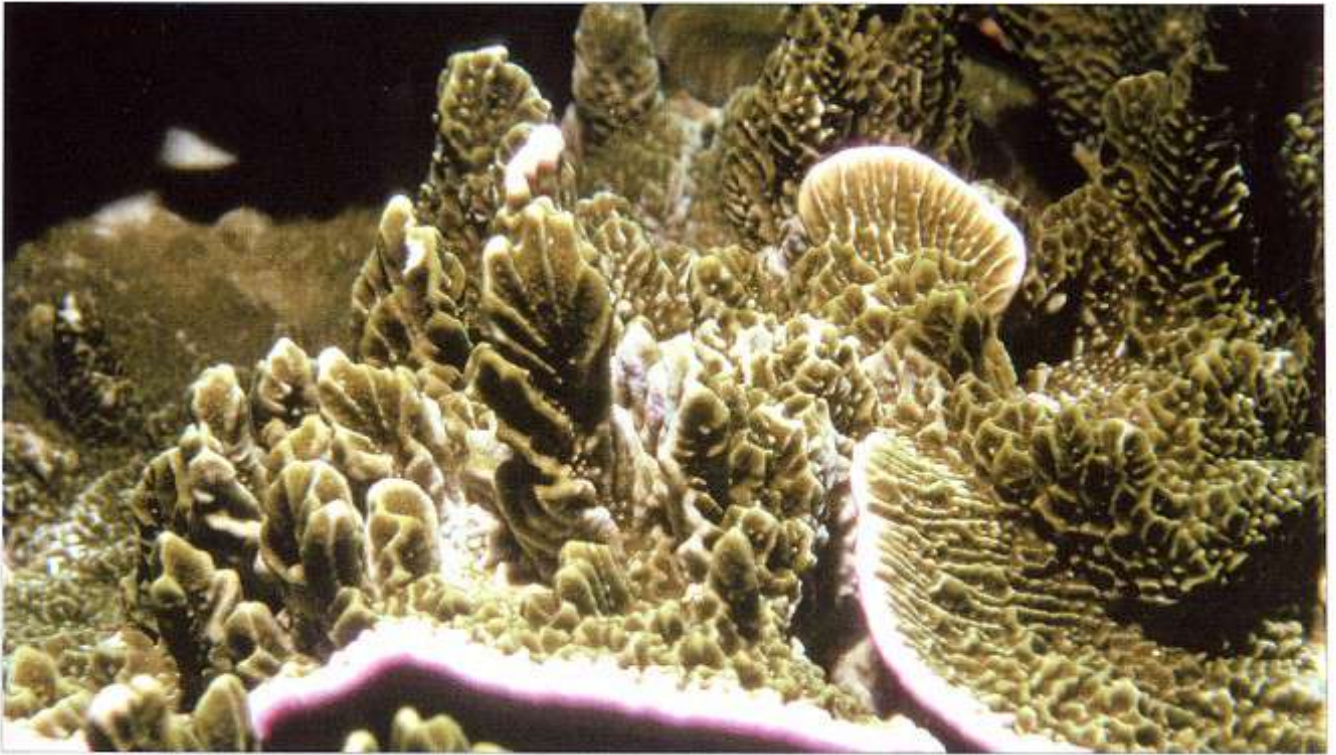
**Размеры:** максимальный диаметр диска 8 см, но, как правило, редко достигает такого размера.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** вид лёгок в содержании, необходимо течение средней интенсивности и сильное освещение. Образует огромные колонии и может вытеснить своим ядом других беспозвоночных животных.



Твёрдый коралл  
*Montipora* sp.

*Montipora sp.*

### **Montipora**

**Область распространения:** Индопацифика.  
**Размеры:** в зависимости от вида монтипоры имеют различную форму: одни похожи на заросли кустов, другие – на чашу, третьи – на плоскую пластину. Высота колонии также зависит от видовой принадлежности, некоторые плоские виды могут занимать в аквариуме большие участки декораций.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** виды, окрашенные в коричневый цвет, принадлежат к наиболее лёгким в содержании мелкополипным твёрдым кораллам. А вот разноцветные монтипоры, напротив, очень нежные и чувствительные создания. Монтипора любит сильное освещение и мощное течение. Нельзя допускать, чтобы на плоские и чашеподобные виды оседала грязь в виде органических частиц,

*Acropora sp.*

продуктов жизнедеятельности животных и т.п., поскольку это может привести к гибели коралла.

### **Acropora**

**Область распространения:** Индопацифика и Карибское море.

**Размеры:** форма животного и структура колонии в целом различны в зависимости от вида. В море плоские акропоры могут иметь в диаметре больше 1 метра.





Различные акропоры в аквариуме.

**Кормление:** *Acropora* питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** многие акропоры – весьма требовательные питомцы, поэтому покупать их лучше всего после

того, как вы приобретёте определённый опыт. Легче всего содержать коричневые виды, многоцветные акропоры, напротив, требуют повышенного внимания. *Acropora* нуждается в сильном освещении и мощном течении.



Молоточковый коралл (*Euphyllia ancora*).

***Euphyllia ancora***  
**Молоточковый коралл**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** в море образует многометровые колонии, в специализированные магазины поступают кустики высотой 15–25 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** неповреждённые колонии легко адаптируются.

Необходимо сильное освещение и течение средней интенсивности. Нельзя допускать, чтобы течением ткань прижимало к скелету: это может вызвать повреждения, которые трудно лечатся. Обладает токсичным стрекающим ядом, поэтому следует размещать животное на достаточно отдалённом расстоянии от других сидячих беспозвоночных.

***Euphyllia glabrescens***

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря до Самоа.

**Размеры:** в зоомагазины, как правило, поступают колонии размером 15–25 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.



*Euphyllia glabrescens*.

**Содержание в аквариуме:** неповреждённые колонии легко адаптируются.

Необходимо сильное освещение и течение средней интенсивности. Нельзя допускать, чтобы течением ткань прижимало к скелету: это может вызвать повреждения, которые трудно лечатся. Обладает токсичным стрекающим ядом, поэтому следует размещать животное на достаточно отдалённом расстоянии от других сидячих беспозвоночных.

### *Nemanzophyllia turbida*

#### Лисий коралл

**Область распространения:** Индопацифика: от Суматры до Соломоновых островов.

**Размеры:** в продажу поступают кустики диаметром до 15 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** среднее течение и освещение. Даже при оптимальных условиях растёт очень медленно.

### *Plerogyra sinuosa*

#### Пузырчатый коралл

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до Маршалловых островов и Самоа.

**Размеры:** в зоомагазины, как правило, поступают колонии диаметром 10–15 см, редко больше. В природе достигают диаметра 1 м.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется, но возможно (мизиды, артемии).

**Содержание в аквариуме:** течение и освещение средней интенсивности. Имеет длинные «боевые» щупальца (от 10 см и больше), поэтому размещать пузырьчатый коралл следует на достаточном удале-

нии от других сидячих беспозвоночных. Даже при оптимальных условиях растёт очень медленно.

### *Heliofungia actiniformis*

#### Грибной коралл

**Область распространения:** Индопацифика, от Сингапура и Вьетнама до Самоа и островов Каролины.

**Размеры:** диаметр кальциевого скелета достигает 20 см, размер коралла с открытыми полипами намного больше. Длина щупалец может составлять 25 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. Дополнительное кормление мелкими планктонными организмами (например, мизидами и артемией) возможно, но не обязательно.

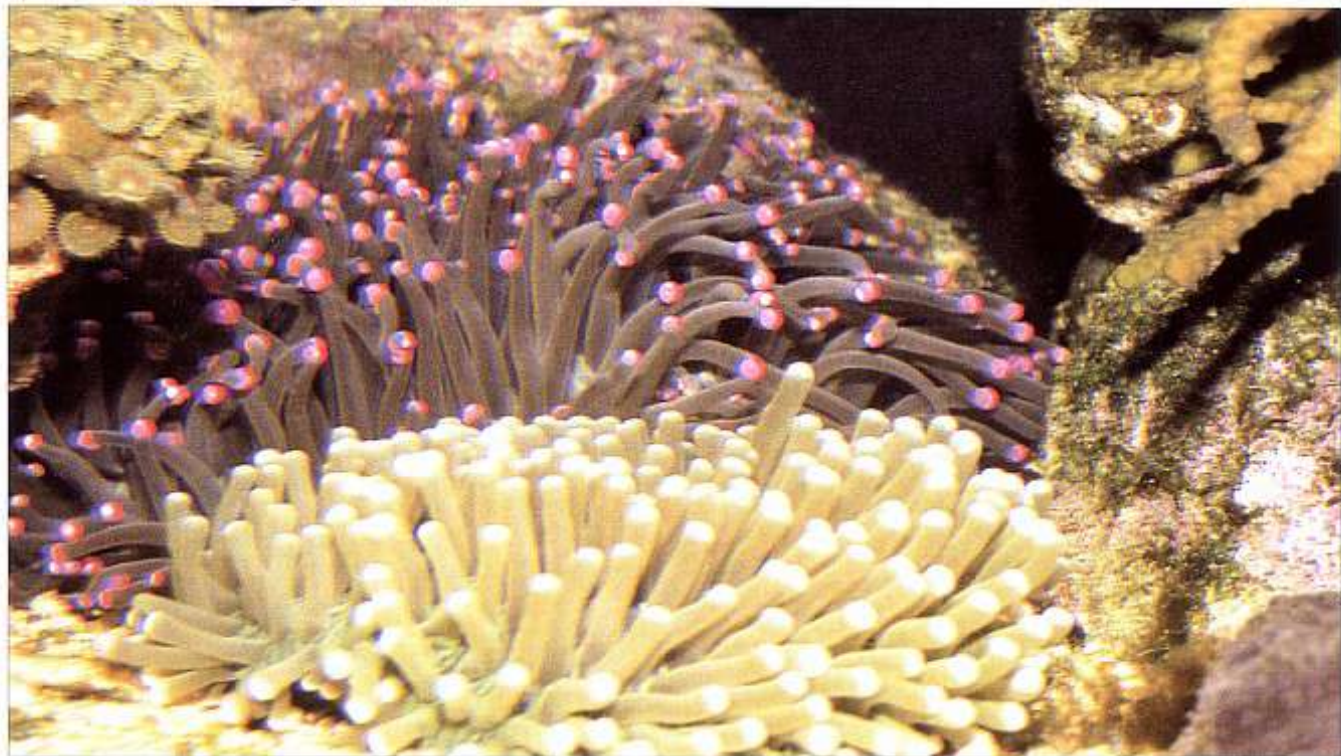
**Содержание в аквариуме:** неповреждённые колонии легко адаптируются. Необходимо сильное освещение и течение средней интенсивности. Нельзя допускать, чтобы течением ткань прижимало к скелету: это может вызвать повреждения, которые трудно лечатся. В аквариуме необходимо поместить животное на песчаный грунт (в природе оно живёт именно на песке). Требуется много места, поэтому следует размещать коралл на достаточно отдалённом расстоянии от других сидячих беспозвоночных.

Лисий коралл  
(*Nemanzophyllia turbida*).



Пузырчатый коралл (*Plerogyra sinuosa*).

Грибной коралл (*Heliofungia actiniformis*).





*Mycidium elephantotus*, вверху в аквариуме и внизу в коралловом рифе.



*Pectinia* sp.

### ***Mycedium elephantotus***

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и восточного побережья Африки до островов Общества.

**Размеры:** продаётся кустиками диаметром 15–20 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** в море часто живёт в затенённых местах, поэтому нуждается в умеренном освещении и течении. При оптимальных условиях и хорошем обеспечении кальцием и карбонатами образует большие пластины.

### ***Pectinia***

**Область распространения:** Индопацифика, от Восточной Африки до Фиджи.

**Размеры:** некоторые виды образуют мно-

гометровые колонии, импортируются обычно колониями диаметром до 20 см.

**Кормление:** животные питаются продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. Дополнительное кормление мелкими планктонными организмами (например, мизидами и артемией) возможно, но необязательно.

**Содержание в аквариуме:** в аквариуме живёт подолгу. Требуется умеренное или сильное освещение и такое же течение. Пектинии имеют «боевые» защитные щупальца, поэтому следует размещать этих животных на достаточном расстоянии от других сидячих беспозвоночных.

### ***Turbinaria peltata***

**Область распространения:** Индопацифика, от Восточной Африки до Самоа.

**Размеры:** зоомагазины предлагают кустики диаметром 10 см. Крупные экземпляры



*Turbinaria peltata.*

– редкость. В аквариуме отдельные особи имеют в диаметре больше 60 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** нуждается в сильном освещении и очень интенсивном течении, которое должно омывать поверхность коралла. Если течение недостаточно сильное, полипы не раскрываются полностью и коралл выделяет мно-

го слизи. Такие особи начинают чахнуть, быстро дегенерируют и погибают.

### ***Blastomussa wellsi***

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря до Самоа.

**Размеры:** диаметр коралловых чашечек равен 0,9–1,4 см, полностью раскрывшиеся полипы имеют в диаметре 3 см. *Blastomussa wellsi* образует внушительные колонии.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** лёгкий в содержании твёрдый коралл. Нуждается в сильном освещении и среднем течении. В оптимальных условиях этот коралл очень быстро размножается путём образования дочерних полипов и строит крупные колонии.

*Blastomussa wellsi.*



*Turbinaria peltata.*  
*Symphyllia agaricia.*

Вид *Blastomussa wellsi* имеет множество цветовых морф.

### ***Symphyllia agaricia***

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря до Островов Гилберта.

**Размеры:** размер предлагаемых на продажу колоний – 10–15 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. Дополнительное кормление мелкими планктонными организмами (например, мизидами и артемией) возможно, но не обязательно.

**Содержание в аквариуме:** очень выносливый крупнопольный твёрдый коралл. Необходимо сильное освещение и течение средней интенсивности. Нельзя допускать, чтобы течением ткань прижимало к скелету: это может вызвать повреждения, которые трудно лечатся.





*Scolymia* sp.  
из Карибского моря.



### *Scolymia*

**Область распространения:** Индопацифика и Карибское море.

**Размеры:** в зависимости от вида диаметр кораллов с открывшимися полипами может колебаться от 5 до 25 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. Дополнительное кормление мелкими планктонными организмами (например, мизидами и артемией) возможно, но не обязательно.

**Содержание в аквариуме:** как и многие твёрдые кораллы, сколимия – очень выносливое животное. Очень важно купить здоровых особей. Повреждённые кораллы чрезвычайно трудно адаптировать, очень часто такие экземпляры погибают. Необходимо сильное освещение и умеренное течение. Нельзя допускать, чтобы течением ткань прижимало к скелету: это может вызвать повреждения, которые трудно лечатся.

В ночное время этот твёрдый коралл меняет свой внешний вид: он втягивает ткань и выпускает длинные (0,5–1 см) щупальца, которыми ловит пищу.

Существуют различные цветовые морфы.

*Scolymia* sp. из Индопацифики.





*Synarina lacrymalis*, подводная съёмка, Палау, Микронезия.

### ***Synarina lacrymalis***

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до Самоа.

**Размеры:** диаметр скелета редко превышает 5 см, размер животного с полностью раскрывшимися полипами достигает 15 см и больше.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. Дополнительное кормление мелкими планктонными организмами (например, мизидами и артемией) возможно, но не обязательно.

**Содержание в аквариуме:** коралл лёгок в содержании. Очень важно купить здоровых особей. Повреждённые кораллы очень трудно адаптировать, очень часто такие экземпляры погибают. Необходимо сильное освещение и течение средней интенсивности. Нельзя допускать, чтобы те-

чением ткань прижимало к скелету: это может вызвать повреждения, которые трудно лечатся. Лучше всего разместить коралл на грунте.

Ночью *Synarina lacrymalis* меняет свой внешний вид: он втягивает ткань и выпускает длинные (0,5–1 см) щупальца, которыми ловит пищу.

Известны многочисленные цветовые морфы этого вида.

### ***Caulastrea***

**Область распространения:** Индопацифика, от Восточной Африки до Фиджи и Тонга.

**Размеры:** в море образует многометровые колонии, в продажу обычно поступают особи с несколькими полипами, которые очень быстро разрастаются.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. До-



*Caulastrea* sp.

полнительное кормление мелкими планктонными организмами (например, мизидами и артемией) возможно, но необязательно.

**Содержание в аквариуме:** один из самых неприхотливых представителей семейства *Faviidae*. Нуждается в сильном освещении и мощном течении.

***Platygyra daedalea***  
**Мозговой коралл**  
**(узорчатая платигира)**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до островов Общества.

**Размеры:** в продажу поступают кустики диаметром 10–15 см, крупные экземпляры – редкость.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. До-

полнительное кормление суррогатными кормами (мизидами и артемией) возможно, но необязательно.

**Содержание в аквариуме:** течение и освещение должны быть мощными. Имеет длинные «боевые» щупальца (от 10 см и больше), поэтому размещать мозговой коралл следует на достаточном удалении от других сидячих беспозвоночных. Даже при оптимальных условиях растёт очень медленно.

***Trachyphyllia geoffroyi***

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до Новой Каледонии.

**Размеры:** диаметр кальциевого скелета до 8 см, животные с полностью раскрытыми полипами имеют в диаметре до 20 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелл и зоопланктоном. Дополнительное кормление суррогатными кормами (мизидами и артемией) возможно, но необязательно.

**Содержание в аквариуме:** один из самых выносливых крупнополипных твёрдых кораллов. Очень важно купить здоровых особей. Повреждённые *Trachyphyllia geoffroyi* очень трудно адаптировать, очень часто такие экземпляры погибают. Необходимо сильное освещение и течение средней интенсивности. Нельзя допускать, чтобы течением ткань прижимало к скелету: это может вызвать повреждения, которые трудно лечатся. Лучше всего расположить коралл на грунте.

*Trachyphyllia geoffroyi*.



Мозговой коралл *Platygyra daedalea*.

В ночное время этот твёрдый коралл меняет свой внешний вид: он втягивает ткань и выпускает длинные (0,5–1 см) щупальца, которыми ловит пищу.

Существуют различные цветовые морфы.



Чашевидный коралл *Tubastrea* sp., подводная съёмка, Гавайские острова.

### ***Tubastrea* чашевидный коралл**

**Область распространения:** Индопацифика, Карибское море.

**Размеры:** в специализированные магазины поступают, как правило, колонии диаметром в 5–10 см. При оптимальном уходе и кормлении образуют большие колонии.

**Кормление:** незооксантильный вид, необходимо ежедневное целенаправленное кормление (с помощью пипетки, шприца или пинцета) планктоном (например, мизидами и артемией). При несоблюдении этого условия, виды *Tubastrea* spp. очень быстро погибают от голода.

**Содержание в аквариуме:** в коралловом рифе населяет затенённые участки (пещеры и пятки под каменными козырьками). Тубастреи принадлежат к тем немногим незооксантильным кораллам, которых можно содержать в рифовых аквариумах. Нуждаются в сильном течении. Из-за отсутствия симбиотических зооксан-

тельных водорослей освещение играет второстепенную роль. Таким образом, эти кораллы можно размещать в тех местах аквариумах где не выживают зооксантильные виды.

Если вы не сможете обеспечить ежедневное кормление, то от содержания тубастреи лучше отказаться.

### ***Sabellastarte indica* Индийский трубчатый червь**

**Область распространения:** Индопацифика.

**Размеры:** диаметр трубок 1–2 см, диаметр венчика с щупальцами 5–10 см.

**Кормление:** в море питается мелким планктоном и другими органическими субстанциями.

**Содержание в аквариуме:** *Sabellastarte indica* долго проживёт в неволе, если в аквариуме будет достаточно пищи. Нуждается в течении средней интенсивности. Чтобы животное не погибло от осмотического шока, адаптацию к новым аквариумным



Индийский трубчатый червь *Sabellastarte indica* (Фотография слева: R. Hebbinghaus).

условиям нужно проводить с помощью капельного метода. Нельзя допускать контакта с воздухом. При закреплении на декорации избегайте сильного сдавливания животного. Здоровые трубчатые черви реагируют на прикосновение, скрываясь в своих трубках-пещерах. Не стоит покупать особей, которые не демонстрируют подобной реакции или сбросили свои венчики. Венчик, конечно, отрастёт заново, но уже никогда не достигнет первоначальных размеров, поскольку в большинстве случаев в аквариуме для червей очень мало пищи.

***Astraea tectum***  
**Американская звёздчатая улитка**

**Область распространения:** Карибское море.

**Размеры:** до 5 см.

Американская звёздчатая улитка (*Astraea tectum*).

**Кормление:** водоросли.

**Содержание в аквариуме:** очень эффективный борец с водорослями в рифовых аквариумах. Для контроля за распространением водорослей в «банке» лучше всего содержать несколько экземпляров. При размножении выделяет в воду икру и сперму. Производительность зависит от наличия пищи в аквариуме и может быть очень высокой.





Гигантская тридакна (*Tridacna gigas*), длина створок около 50 см.

Молодая гигантская тридакна (*Tridacna gigas*), примерно 15 см.



***Tridacna gigas***  
**Гигантская тридакна**

**Область распространения:** центральные районы Индопацифики, от Таиланда до Микронезии и островов Фиджи.

**Размеры:** в коралловых рифах до 1,40 м.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** очень проста в содержании. Необходимо сильное освещение и достаточное обеспечение кальцием и карбонатами. При оптимальных условиях *Tridacna gigas* вырастает очень большой и требует много свободного пространства.

***Tridacna maxima***  
**Тридакна изменчивая**

**Область распространения:** Индопацифика, от Красного моря и Восточной Африки до Полинезии.



Тридакна изменчивая (*Tridacna maxima*).

Ракушки-тридакны в аквариуме.







Сверлящая тридакна *Tritia*



Рак-отшельник *Clibanarius* sp. Фото: D. Кноп.

**Размеры:** до 35 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** очень проста в содержании. Необходимо сильное освещение, средней силы течение и достаточное обеспечение кальцием и карбонатами.

#### *Tridacna crocea* Сверлящая тридакна

**Область распространения:** центральные районы Индопацифики.

**Размеры:** до 19 см.

**Кормление:** питается продуктами фотосинтеза зооксантелльных водорослей, дополнительное кормление не требуется.

**Содержание в аквариуме:** очень проста в содержании. Необходимы сильное освещение, средней мощности течение и достаточное обеспечение кальцием и карбонатами.

В коралловых рифах селится в скоплении камней или веток кораллов, как бы просверливая в них отверстие для своей раковины. Снаружи обычно видна только мантия.

#### *Clibanarius* sp. Рак-отшельник

**Область распространения:** Индопацифика и Карибское море.

**Размеры:** большинство клибанариев не вырастает больше 4 см.

**Кормление:** питается водорослями и остатками пищи, целенаправленное кормление не нужно, но возможно, например, таблетированными водорослями.

**Содержание в аквариуме:** подолгу живёт в рифовом аквариуме, желательно содержание небольшими группами. Раки-отшельники постоянно «подстригают» газоны из водорослей на грунте и декорациях и таким образом помогают содержать аквариум в чистоте. Нужно позаботиться о достаточном количестве больших и, главное, свободных улиточных ракушек в аквариуме, в которые раки-отшельники перебираются после линьки. Для содержания в чисто рыбных аквариумах раки-отшельники подходят меньше, так как некоторые рыбы (особенно носороги) рассматривают их в качестве добычи и рано или поздно съедят их.



Танцующая креветка (*Rhynchocinetes durbanensis*).

***Paguristes cadenati***  
**Алый рак-отшельник**

**Область распространения:** Карибское море, включая Флориду и Багамы.

**Размеры:** примерно 2 см.

**Кормление:** питается водорослями и остатками пищи, целенаправленное кормление не нужно, но возможно, например, таблетированными водорослями.

**Содержание в аквариуме:** см. *Clibanarius* sp. Есть наблюдения, что раки-отшельники нападают на улиток (например, на американскую звездчатую улитку *Astraea tectum*), когда они ползают по дну и становятся легко уязвимыми. Алый рак-отшельник не подходит для содержания в чистых рыбных аквариумах.

Алый рак-отшельник  
*Paguristes cadenati*.  
Фото: D. Кноп

***Rhynchocinetes durbanensis***  
**Танцующая креветка**

**Область распространения:** Индопацифика, от южного побережья Африки до Индонезии и Папуа-Новой Гвинеи.

**Размеры:** до 5 см.

**Кормление:** принимает все виды суррогатного корма, включая сухой.

**Содержание в аквариуме:** в неволе живёт долго. Желательно содержать в небольшой группе. Совместное содержание с некоторыми видами рыб (например, собачки или рыба-комета, *Calloplectes altivelis*) бывает невозможно, так как эти рыбы рассматривают креветок в качестве своей добычи.

***Stenopus hispidus***  
**Креветка-боксёр**

**Область распространения:** во всех тропических морях.

**Размеры:** до 9 см.

**Кормление:** в коралловом рифе выполняет функцию чистильщика. Принимает все виды суррогатного корма, включая су-



Креветка-боксер (*Stenopus hispidus*).

хой. В целенаправленном кормлении не нуждается, поскольку подбирает не съеденные другими животными остатки корма.

**Содержание в аквариуме:** подолгу живёт в аквариуме. Желательно парное содержание. В редких случаях один партнёр убивает другого. Животные одного и того же пола, как правило, не терпят присутствия друг друга, в итоге в живых остаётся кто-то один.

Танцующая креветка условно пригодна для рыбного аквариума, так как некоторые рыбы воспринимают её в качестве корма.

***Fromia cf. nodosa***

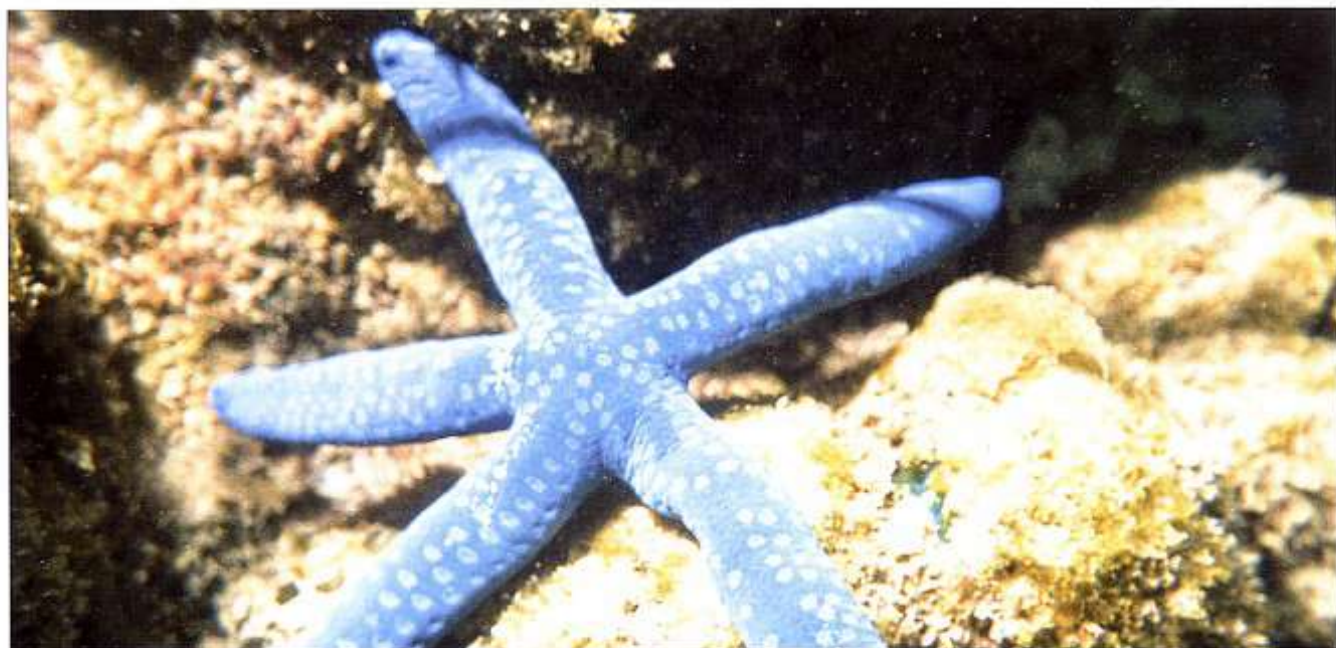
**Узловатая морская звезда**

**Область распространения:** западная часть Индийского океана, включая Мальдивы и Шри Ланку.

**Размеры:** до 8 см.

**Кормление:** органический дейтрит и водоросли с живущими в них микроорганизмами. Поедает также остатки корма, не съеденные другими животными. Приучение к суррогатному корму легче, чем

Узловатая морская звезда (*Fromia cf. nodosa*).



Голубая морская звезда (*Linckia laevigata*).

у голубой морской звезды *Linckia laevigata*. Животные принимают сухой корм в форме таблеток или гранул, а также имеющиеся в продаже замороженные корма (например, мясо мидий).

**Содержание в аквариуме:** долгожители рифовых аквариумов: главное – приобрести здоровых особей. Повреждения и травмы, полученные во время транспортировки или пересадки, очень трудно и редко лечатся. Нельзя допускать контакта животных с воздухом. Если воздух попадет в амбулакральные бороздки (специальные желобки, в которых находятся присоски), то часто это приводит к гибели. По этой причине следует пересаживать морских звезд под водой и медленно приучать их к аквариумным условиям с помощью капельного метода, чтобы избежать осмотического шока.

### *Linckia laevigata*

#### **Голубая морская звезда**

**Область распространения:** Индопацифика, от Восточной Африки до Гавайев.

**Размеры:** до 30 см.

**Кормление:** органический дейтрит, падаль и водоросли с живущими в них микроорганизмами. В аквариуме ест также остатки корма. Приучение к суррогатному корму проходит тяжело, обычно голубые звёзды принимают сухой корм в виде таблеток или гранул.

**Содержание в аквариуме:** см. узловатая морская звезда.

### *Echinometra mathaei*

#### **Двухцветный ёж-дикобраз**

**Область распространения:** Индопацифика, от западных районов Индийского океана до Гавайских островов.

**Размеры:** до 10 см.

**Кормление:** водоросли, в аквариуме принимает суррогатный корм (например, таблетированный корм). Время от времени сообщается, что двухцветный ёж-дикобраз нападает на корковых анемонов и других сидячих беспозвоночных.

**Содержание в аквариуме:** долгожители рифовых аквариумов. Повреждения и травмы, полученные во время транспортировки или пересадки, очень трудно



Двухцветный ёж-дикообраз (*Echinometra mathaei*).



Морской ёж-шар (*Mespilia globulus*).

***Mespilia globulus***  
**Морской ёж-шар**

**Область распространения:** центральные районы Индопацифики, от Мальдивских островов до Фиджи.

**Размеры:** до 7,5 см.

**Кормление:** водоросли.

**Содержание в аквариуме:** долгожители рифовых аквариумов: главное – приобрести здоровых особей. От повреждений и травм, полученных во время транспортировки или пересадки, морские ежи редко восстанавливаются. Для пересадки см. двухцветный ёж-дикообраз.

и редко лечатся. Не покупайте ежей, скинувших свои иглы. Нельзя допускать контактов животных с воздухом. Так же, как и морских звёзд, морских ежей следует пересаживать под водой и медленно приучать их к аквариумным условиям с помощью капельного метода, чтобы избежать осмотического шока.





- ALLEN, G. R. (1991): Riffbarsche der Welt. – Mergus Verlag, Melle.
- , R. STEENE & M. ALLEN (1998): Angelfishes & Butterflyfishes. – Odyssey Publishing/Tropical Reef Research, USA/Australien.
- BAILING, H.-W. (2002): Die Bailing-Methode – Calciumhydrogencarbonat-Zufuhr. – KORALLE 14: 72–75.
- BARNES, D. J. & B. E. CHALKER (1990): Calcification and photosynthesis in reef-building corals and algae. In: *Ecosystems of the World*, Bd. 25 – Coral Reefs (hrsg. von Z. Dubinsky). – Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokio, S. 109–132.
- BROCKMANN, D. (1991): Was ist Kalkwasser? – *Das Aquarium* 25: 23–26.
- (2000): Fische und Korallen im Meer und im Aquarium. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- (2004): Nachzuchten für das Korallenriff-Aquarium. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- (2006a): Phosphat in der Riffaquaristik – Ursachen und Wirkung. – KORALLE 38: 86–89.
- (2006b): Phosphat in der Riffaquaristik – Grenzwertkonzentrationen von Phosphat. – KORALLE 39: 70–74.
- (2006c): Kohlendioxid und seine Verbindungen. – KORALLE 39: 81–82.
- (2006/2007): Jod – Mehr Fragen als Antworten. – KORALLE 42: 68–74.
- (2007a): Nitrat, Teil 1: Assimilation, Denitrifikation und Nitrat-Abbau im Aquarium. – KORALLE 43: 71–75.
- (2007b): Nitrat, Teil 2: Denitrifikationsfilter. – KORALLE 44: 56–60.
- (2007c): Spurenelemente – Was können sie wirklich? – KORALLE 45: 70–76.
- & A. J. NILSEN (1995a): Wer die Wahl hat, hat die Qual. – Ein kritischer Vergleich gebräuchlicher Kalzium-Dosierungsverfahren. Teil 1: Das CaCl<sub>2</sub>/NaHCO<sub>3</sub>-Verfahren und die Kalkwasser (Ca(OH)<sub>2</sub>)-Methode. – *Das Aquarium* 315: 27–32.
- & A. J. NILSEN (1995b): Wer die Wahl hat, hat die Qual. – Ein kritischer Vergleich gebräuchlicher Kalzium-Dosierungsverfahren. Teil 2: Die Kalkwasser (Ca(OH)<sub>2</sub>)-Methode in Verbindung mit einem CO<sub>2</sub>-Injektionssystem und der Kalkreaktor. – *Das Aquarium* 317: 27–33.
- DARBI, A., T. VIRARAGHAVAN, R. BUTLER & D. CORKAL (2002): Batch studies on nitrate removal from portable water. – *Water Sa.* 28: 319–322.
- DEBELIUS, H. & R. H. KUIJER (2001): Doktorfische und ihre Verwandten. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DELBECK, J. C. & J. SPRUNG (1994): *Das Riffaquarium*. Bd. 1. – Ricordea Publishing, Coconut Grove.
- & J. SPRUNG (2005): *The Reef Aquarium: Science, Art, and Technology*. Vol. 3. – Ricordea Publishing, Coconut Grove.
- D'ELIA, C. F. & W. J. WIEBE (1990): Biogeochemical nutrient cycles in coral reef ecosystems. In: *Ecosystems of the World*, Bd. 25 – Coral Reefs (hrsg. von Z. Dubinsky). – Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokio, S. 49–75.
- FAUTIN, D. G. & G. R. ALLEN (1994): Anemonenfische und ihre Wirte. – Tetra Verlag, Melle.
- FOSSA, S. A. & A. J. NILSEN (1993): *Korallenriff-Aquarium*, Bd. 3, Zoogeographie, Fische für das Korallenriff-Aquarium. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- & – (1996): *Korallenriff-Aquarium*, Bd. 2. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- & – (1995): *Korallenriff-Aquarium*, Bd. 4, Nesseltiere im Aquarium. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- & – (1996): *Korallenriff-Aquarium*, Bd. 5, Schwämme, marine Würmer und Weichtiere im Aquarium. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- & – (1998): *Korallenriff-Aquarium*, Bd. 6, Krebstiere, Stachelhäuter, Seescheiden. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- & – (2001): *Korallenriff-Aquarium*, Bd. 1. – Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- GROTTOLI, A. G., L. J. RODRIGUES & J. E. PALARDY (2006): Heterophobic plasticity and resilience in bleached corals. – *Nature* 440: 1186–1189.
- HARRISON, P. L. & C. C. WALLACE (1990): Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. In: *Ecosystems of the World*, Bd. 25 – Coral Reefs (hrsg. von Z. Dubinsky). – Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokio, S. 133–208.
- HOLLEMAN, A. F. & E. WIBERG (1976): *Lehrbuch der anorganischen Chemie*. – Walter de Gruyter, Berlin.
- KNOR, D. (1994): *Riesenschnecken*. – Dähne Verlag, Ettlingen.
- (2003): *Nano-Riffaquarien, Einrichtung und Pflege von Kleinst-Meeressaquarien*. – Natur und Tier – Verlag, Münster.
- KOOP, K., D. BOOTH, A. BROADBENT, J. BRODIE, D. BUCHER, D. CAPORE, J. COLL, W. DENNISON, M. ERDMANN, P. HARRISON, O. HOEGH-GULDBERG, P. HUTCHINGS, G. B. JONES, A. W. LARKUM, L. O'NEIL, A. STEVEN, E. TENTORI, S. WARD, J. WILLIAMSON & D. YELLOWLESS (2001): ENCORE: The effect of nutrient enrichment on coral reefs. Synthesis of results and conclusions. – *Mar. Pollut. Bull.* 42: 91–120.
- KUIJER, R. H. & H. DEBELIUS (2006): *Atlas der Meeresfische*. – Kosmos Verlag, Stuttgart.
- LOVA, Y. & R. KLEIN (1997): *Die Welt der Korallen*. – Jahr Verlag, Hamburg.
- MILLERO, F. J. (1996): *Chemical Oceanography*. – CRC Press, Boca Raton, Boston.
- MRUTZEK, M. & J. KOKOTT (2004): Ethanoldosierung im Aquarium – neue Wege zur Verbesserung der Lebensbedingungen. – *Der Meerwasseraquarianer* 1: 60–71.
- & – (2006): Ethanoldosierung im Aquarium, Teil 2: Erfahrungen und neue Erkenntnisse. – [www.meerwasseraquaristik.de/html/body\\_vodka2.html](http://www.meerwasseraquaristik.de/html/body_vodka2.html) (Stand Dezember 2006).
- NILSEN, A. J. (2006/2007): Great Barrier Reef. – KORALLE 42: 26–29.
- SCHIRMACHER, H. (1982): *Korallenriffe – Ihre Verbreitung, Tierwelt und Ökologie*. – BLV, München, Wien, Zürich.
- SEBRALLA, L. (2000): Wodkafilter. – *Aquaristik Fachmagazin* 152: 44–51.
- SHIMEK, R. L. (1998): The why's and how's of sand beds: The role of the benthos in the reef aquarium ecosystem. – *Reefs Online Talk Forum*. [http://www.reefs.org/library/talklog/r\\_shimek\\_090698.html](http://www.reefs.org/library/talklog/r_shimek_090698.html).
- SIMKISS, K. (1964): Phosphates as crystal poisons of calcification. – *Biol. Rev.* 39: 487–505.
- SOROKIN, Y. I. (1995): *Coral Reef Ecology*. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- SPALDING, M. D., C. RAVILIOUS & E. P. GREEN (2001): *World Atlas of Coral Reefs*. – Prepared at the UNEP World Conservation Monitoring Centre, University of California Press, Berkeley, USA.
- SPOTTE, S. (1979): *Seawater Aquariums – The Captive Environment*. – John Wiley & Sons, New York.
- TAIF, R. V. (1971): *Meeresökologie*. – DTV, Stuttgart.
- THALER, E. (2005): UV-Schock! Erfahrungsreich? – KORALLE 33: 76–78.
- VAN OMMEN, J. (1992): *Licht boven het zeeaquarium*. *Het Zee Aquarium* 42: 59–63.
- VERON, J. E. N. (2000): *Corals of the world*. – Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australien.
- WIENMANN, J. (2005): *Gene Hunting in Poseidon's Garden*. – Habilitationsschrift, Universität Ulm.
- WILKENS, P. (1973): *Niedere Tiere im tropischen Seewasseraquarium*, Bd. 1. – Engelbert Pfriem Verlag, Wuppertal-Elberfeld.
- (1980): *Niedere Tiere im tropischen Seewasseraquarium*, Bd. 2. – Engelbert Pfriem Verlag, Wuppertal-Elberfeld.
- & D. SIEHLER (2004): Gemeinsame Liebe zu Kelchkorallen: Zur Pflege, Fütterung und Vermehrung von *Tubastrea coccinea*, *T. faulkneri* und *T. diaphana*. – *Das Aquarium* 422: 39–46.
- ZUMFT, W. G. (1997): Cell biology and Molecular Basis of Denitrification. – *Microbiol. Biol. Rev.* 61: 533–616.



# Предметный указатель

Abdeckung	37	<i>Blastomussa welpsi</i>	174	Fähnchen-Falterfisch	126
Abschäumer	56, 72, 76	Blaualgen	110	Farbtemperatur	31
- Gegenstromabschäumer	57	Blau Koralle	160	Feuerkoralle	149
- Nadelradabschäumer	57	Blauer Mirakelbarsch	124	Feuer-Korallenwächter	137
- Rotationsabschäumer	57	Blauer Seestern	188	Filterung	46
- Venturi-Abschäumer	57	Blaukopf-Kaiserfisch	132	- biologische	72
<i>Acanthurus</i>		Blaupunkt-Brunnenbauer	138	Fischaquarium	14, 19
- <i>lineatus</i>	142	Bodengrund	66, 68, 103	Flammen-Herzogfisch	113, 128
- <i>sohal</i>	143	Bohrende Riesenmuschel	185	Fluoreszenzpigmente	30
- <i>tristis</i>	142	<i>Calloplelesios atlavilis</i>	125	Fluoreszenzproteine	29
<i>Acropora</i>	167	<i>Capnella</i>	153	Fotosynthese	9, 28
aerob	61	<i>Caulastrea</i>	177	Fox-Koralle	170
Aktivkohle	59, 76, 82	<i>Caulerpa</i>	70	<i>Fromia cf. nodosa</i>	187
Algenfilter	70	<i>Centropyge loriculus</i>	128	Frostfutter	55
Alkalinität	89	Cerianthidae	151	Fütterung	118
Alkohol	63, 71	<i>Cespitularia</i>	152	<i>Galaxea fascicularis</i>	9, 16
<i>Amblyeleotris wheeleri</i>	140	<i>Chaetodon</i>		Gebänderte Scherengarnele	186
Amerikanische Sternschnecke	181	- <i>auriga</i>	126	Gehirnkoralle	178
Ammoniak	47, 48, 61, 76, 105, 106	- <i>lunula</i>	127	Gelbe Krustenanemone	162
- Giftigkeit	48	<i>Chaetomorpha</i>	70	Gelber Mirakelbarsch	123
Ammonium	47, 48, 61, 105, 106	<i>Chelmon rostratus</i>	18	Gelber Seebader	144
- Giftigkeit	48	<i>Choerodon fasciatus</i>	139	Gelbe Symbiosegrundel	141
<i>Amphiprion</i>		<i>Chromis viridis</i>	134	Gelbschwanz-Riffbarsch	136
- <i>bicinctus</i>	132	<i>Chrysiptera parasema</i>	136	Gelbschwanz-Seebader	107, 145
- <i>melanopus</i>	132	<i>Cladiella</i>	156	Gelbstoffe	59, 76
- <i>nigripes</i>	13	Clavulariidae	151	Gemeine Tanzgarnele	186
- <i>percula</i>	26	<i>Clibanarius</i>	185	Gemeiner Wimpelfisch	128
<i>Amplexidiscus fenestrafer</i>	165	Clown-Anemonenfisch	26	Geringelte Seenadel	120
anaerob	51, 61, 63	Coral bleaching	74	Gesamtalkalinität	89
Andamanen-Fuchsgesicht	145	<i>Cryptocentrus cinctus</i>	141	<i>Gobiosoma oceanops</i>	141
Anemonen-Pilzkoralle	170	<i>Ctenochaetus strigosus</i>	145	<i>Gramma loreto</i>	15, 123
animpfen	62, 69, 108	Cyanobakterien	47, 106, 110	Großes Barriereriff	8
<i>Anthelia</i>	152	<i>Cynarina lacrymalis</i>	177	Grünes Schwalbenschwänzchen	134
<i>Apogon leptacanthus</i>	126	<i>Dascyllus</i>		Halogen-Metaldampflampen	32
Aquarium		- <i>marginatus</i>	134	Hammerkoralle	169
- Aufstellen	24	- <i>reticulatus</i>	135	Harlekin-Lippfisch	139
- Dekoration	101	- <i>trimaculatus</i>	136	Hauptelement	78
- Einrichtung	101	Daylight	32	Heizung	74
- Inbetriebnahme	101	Deep Sand Bed	68	<i>Heliofungia actiniformis</i>	170
Arabischer Doktorfisch	143	Denitrifikation	51, 107	<i>Helipora coerulea</i>	160
Arabischer Kaiserfisch	131	Denitrifikationsfilter	63	<i>Heniochus</i>	
Aräometer	80	Dichte	78, 79, 87, 96	- <i>acuminatus</i>	128
Arothron diadematus	147	Dichtemessgerät	80	- <i>intermedius</i>	128
Artemia	118	<i>Discosoma</i>	164	<i>Heteractis</i>	
<i>Assessor</i>		Dissimilation	50	- <i>crispa</i>	160
- <i>flavissimus</i>	123	<i>Doryrhamphus multiannulatus</i>	120	- <i>magnifica</i>	13, 161
- <i>macneillii</i>	124	Dreifleck-Preußenfisch	136	Holacanthus ciliaris	131
Assimilation	50, 107	DSB	68	Hornkoralle	158, 159
<i>Astraea tectum</i>	181	Durchsichtiger Kardinalbarsch	126	HQI-Beleuchtung	32
Augenring-Borstenzahndoktorfisch	145	<i>Echinometra mathaei</i>	188	HQI-Brenner	32
Bakterienfilter	61	Einfahrphase	48, 106	- Lebensdauer	37
<i>Balistapus undulatus</i>	147	Eingewöhnung	117	Hydratierchen	148
<i>Balistoides conspicillum</i>	146	Einsiedlerkrebs	185	Hydroidpolyp	148
Banggai-Kardinalbarsch	125	Elefantenoher	165	Imperator-Kaiserfisch	131
Bäumchenweichkoralle	155	<i>Entacmaea quadricolor</i>	26	Indik-Mimikrydoktorfisch	142
Beleuchtung	27	Ethanol	64, 71	Indopazifischer Röhrenwurm	180
Beleuchtungsschema	37	<i>Erythropodium</i>	158	Intervallautomatik	43
Beleuchtungsstärke	28	<i>Euphyllia</i>		Isotherme	10
Beleuchtungszeit	36	- <i>ancora</i>	169	Jaubert-System	66
Biologische Filterung	61	- <i>glabrescens</i>	169	Juwelen-Schleimfisch	139
Blasenkoralle	170	Fadenalgen	110	Kahmhaut	21



Kalk	95	<i>Nephthea</i>	155	Salinität	78
Kalkgestein	102	Netz-Preußenfisch	135	Salzgehalt	78
Kalkproduktion	10	Nitrat	47, 48, 61, 63, 65, 66, 70, 71, 76, 81, 86, 87, 98, 105, 107	<i>Sarcophyton</i>	155
Kalkreaktor	55, 90, 92, 96	- Anreicherung	62, 73	Sauerstoffmangel	69, 71
Kalkrotalgen	110	- Giftigkeit	48	Säurebindungsvermögen	89
Kalkwasser	58, 85, 90, 92, 98	Nitratreduktion	51	Scheibenanemone	164, 165
Kalzium	87, 90, 95, 97	Nitrifikation	48, 107	Scherenschwanz-Torpedogrundel	142
Kalziumchlorid	90, 92, 94	Nitrifikationsfilter	61	Schmieralgen	106, 110
Kalziumhydroxid	58, 92	Nitrit	47, 48, 61, 64, 65, 76, 87, 105, 107	Schwarzflossen-Anemonenfisch	132
Kalziumkarbonat	97	- Giftigkeit	48	Schwefelnitratfilter	65
Kampftentakel	16	<i>Nitrobacter</i>	48	Schwefelwasserstoff	67
Karbonat	89	<i>Nitrosomas</i>	48	<i>Scolymia</i>	175
- alkalinität	89	NNR	66	<i>Siganus magnificus</i>	145
Karbonathärte	87, 89, 97, 98	Nori-Algen	118	Silikat	81
Kauf		Oberflächenabsaugung	21	<i>Sinularia</i>	157
- Fische	113	<i>Opistognathus rosenblatti</i>	138	- cf. <i>notanda</i>	157
- Wirbellose	115	Orangestreifen-Drückerfisch	147	- <i>dura</i>	156
Kelchkoralle	180	<i>Oxycirrhites typus</i>	137	Spektralfarben	28, 29
Kelvin	31	Ozon	59, 76	<i>Spirulina</i>	118
Kieselalgen	110	<i>Paguristes cadenati</i>	185	Springers Zwergbarsch	123
Knotiger Seestern	187	Palettendoktorfisch	144	Spurenelemente	60, 78, 85, 99
Kochsalz	96	<i>Paracanthurus hepatus</i>	144	<i>Stenopus hispidus</i>	186
Kohlendioxid	88, 97	<i>Pectinia</i>	173	Stickstoff	61
Komplettsystem	23	Pfauenaugen-Mirakelbarsch	125	Stickstofffixierung	47, 110
Königin-Kaiserfisch	131	Phosphat	51, 68, 70, 71, 81, 87, 93, 98, 105	Stickstoff-Kreislauf	46
Königs-Feenbarsch	15, 123	- anorganisch	51	Stoßverklebung	20
Korallenbleiche	74	- Giftigkeit	52	Strahlungsintensität	28
Krill	118	- organisch	51	Streifendoktorfisch	142
Kristallkoralle	9, 16	Phosphatadsorber	55, 58, 72	Strömung	39
Krustenanemone	162	Phosphorkreislauf	51	- laminar	40
Kugel-Seeigel	189	Phosphorsäure	52	- verwirbelt	40
Kühlaggregat	76	pH-Wert	87	Strömungspumpe	41
Kühlung	74	<i>Pinnigorgia</i>	159	Strömungsschema	43
Kupfer	99	Pinzettfisch	17	Strömungsstärke	43
Langschnäuziger Korallenwächter	137	<i>Platax pinnatus</i>	126	<i>Symphyllia agaricia</i>	175
Lebender Sand	68	<i>Platygyra daedalea</i>	178	<i>Synchiropus</i>	
Lebendgestein	104	Plenum	66	- <i>picturatus</i>	15
Lederanemone	160	<i>Plerogyra sinuosa</i>	170	- <i>splendidus</i>	140
Lederkoralle	155	<i>Pomacanthus</i>		T5-Leuchtstofflampe	33
Leoparden-Drückerfisch	146	- <i>imperator</i>	131	Tageslichtspektrum	30
Leuchtstofflampe	33	- <i>maculosus</i>	131	Teilwasserwechsel	48, 63, 82, 85, 99
- Lebensdauer	37	- <i>xanthometopon</i>	132	Temperatur	74, 87
Lichtfarbe	29	Prachtanemone	161	<i>Trachyphyllia geoffroyi</i>	178
Lichtspektrum	28	<i>Protopalpythoa</i>	162	<i>Tridacna</i>	
Lichtstrom	28	<i>Pseudochromis springeri</i>	123	- <i>crocea</i>	185
<i>Linckia laevigata</i>	188	<i>Pseudopterobergorgia</i>	159	- <i>gigas</i>	182
Mandarinfisch	15, 140	<i>Pterapogon kauderni</i>	125	- <i>maxima</i>	182
Maskenkugelfisch	147	<i>Ptereleotris evides</i>	142	Trockenfutter	118
Massenablaichen	34	<i>Pterois miles</i>	120	Tröpfchenmethode	117
Meerflohkrebs	109	Pufferkapazität	89	<i>Tubastrea</i>	119, 180
Meersalz	78	Puffersystem	88	<i>Turbinaria peltata</i>	173
Meerwasser	78	Reef Watch Programm	4	Umkehrosiose	81
<i>Mespilia globulus</i>	189	Refugium	69	UV-Lampe	77
<i>Millepora</i>	149	<i>Rhodactis</i>	165	UV-Strahlung	29
Mondlicht	34	<i>Rhynchocinetes durbanensis</i>	186	UV-Wasserklärer	30, 77
Mondsichel-Falterfisch	127	<i>Ricordea yuma</i>	166	Variable Riesenmuschel	182
<i>Montipora</i>	167	Rieselfilter	61	Verdunstung	38
<i>Mycedium elephantotus</i>	173	Riesenmuschel	182	Wasserwerte	87
<i>Myrionema ambainensis</i>	148	Riffaquarium	14, 19	Weinroter Einsiedlerkrebs	185
<i>Mysis</i>	118	Riffdach-Bohrseeigel	188	Whealers Grundel	140
Nachfüllwasser	54, 85, 92	Röhrenkoralle	151	Wodka-Filter	63
Nachzucht	113	Rotfeuerfisch	120	Wulstverklebung	20
Nano-Aquarium	20	Rotmeer-Anemonenfisch	132	<i>Xenia</i>	153
Natriumhydrogenkarbonat	90, 94, 95	Rotmeer-Preußenfisch	134	Yuma-Scheibenanemone	166
Natriumkarbonat	90	Rotmeer-Wimpelfisch	128	<i>Zebrasoma</i>	
Natürliche-Nitratreduktion	66	Rotsaum-Fledermausfisch	126	- <i>flavescens</i>	144
<i>Nemanzophyllia turbida</i>	170	<i>Sabellastarte indica</i>	180	- <i>xanthurus</i>	107, 145
<i>Neocirrhites armatus</i>	137	<i>Salarias fasciatus</i>	139	Zooxanthellen	9, 28
Neogrundel	141			Zylinderrose	151

## Морской аквариум

Данная книга служит руководством по устройству и уходу за морским аквариумом.

Она знакомит читателя с притягательным и многообразным миром морской аквариумистики.

Из содержания:

- коралловый риф в природе и в аквариуме
- морской аквариум и его основное техническое оснащение
- подготовка морской воды, основные параметры воды, контроль за ними и поддержание
- декорирование и запуск морского аквариума
- первые рыбы и беспозвоночные животные для морского аквариума, адаптация и кормление



Дитер Брокманн, род. в 1955 году, кандидат химических наук, редактор журнала «Коралл». Вот уже более 30 лет он профессионально занимается морской аквариумистикой.



9 785990 113121

ISBN: 978-5-9901131-2-1

Оригинал немецкого издания:  
Das Meerwasseraquarium, Dieter Brockmann  
© 2008 Natur und Tier - Verlag GmbH  
ISBN: 978-3-86659-058-8