

Ю. И. СОРОКИН

О ТРОФИЧЕСКОЙ РОЛИ МИКРОФЛОРЫ В БИОЦЕНОЗЕ
КОРАЛЛОВОГО РИФА

(Представлено академиком Е. М. Крепом 11 VIII 1970)

Загадка высокой продуктивности коралловых биоценозов, окруженных олиготрофными тропическими водами океана, остается до сих пор одной из интереснейших проблем морской биологии (^{1, 2}). Затруднение в решении этой проблемы заключается, с одной стороны, в недостаточной изученности питания самих рифообразующихся кораллов. Идущая уже 50 лет дискуссия не дала четкого ответа на вопрос о том, в какой мере они питаются зоопланктоном и в какой степени — за счет симбиотических водорослей зооксантелл (³). В то же время возможность фильтрационного и осмотического питания полипов, на которое указывали некоторые исследователи (^{4, 5}), осталась мало изученной. Другим пробелом в изучении трофической структуры кораллового биоценоза является отсутствие данных о трофической роли микрофлоры, которая является важнейшей составной частью любой водной экосистемы. Исследования такого рода были выполнены недавно Ди Сальво (⁶), показавшим, что вода и донные осадки кораллового рифа содержат богатую микрофлору, которая участвует в продукционных процессах этого биоценоза. Им было установлено, что некоторые моллюски, обитающие на рифе, а также коралловые полипы способны

Таблица 1

Характеристика биомассы *B* и суточной продукции бактерий *P* (мг сырой биомассы на 1 л сырого осадка или на 1 м³ воды), суточного фотосинтеза *P_h* и десрукции *D* (мг С на 1 л осадка или 1 м³ воды) в коралловых биоценозах

Место взятия проб	Характер проб	<i>B</i>	<i>P</i>	<i>P_h</i>	<i>D</i>	<i>P/B</i>	<i>D/P</i>
Открытый океан, тропическая зона	Грунт, красная глина	40	0,32	—	0,08	0,03	—
	Вода у поверхности	17	26	0,51	6,9	1,6	13,60
Атолл Фаннинг, о. Лайп	Коралловый песок	910	226	38	56	0,25	1,50
О. Херон, Большой австралийский барьерный риф	» »	425	276	81	69	0,61	0,85
	Вода над рифом	410	202	67	53	0,49	0,79
Атолл Маджуро, Маршалловы о-ва	Коралловый песок	210	72	20	20	0,34	1,00
	Рыхлый тонкий осадок среди кораллов	880	352	74	100	0,40	1,40
	Обрастания мертвых ко- раллов	280	143	610	41	0,51	0,06
	Вода над рифом	190	75	4	21	0,39	5,10
Залив Канеохе, о. Оаху, Гавай- ские о-ва	Коралловый песок	650	172	7	49	0,26	6,70
	Сестон на поверхности мертвых кораллов	1470	730	96	207	0,50	2,20
Атолл Бутарита- ри, о-ва Гил- берта	Вода над рифом	430	280	36	79	0,67	2,20
	Вода у берега	1700	415	37	110	0,74	3,00
	Вода в центре лагуны	790	240	17	64	0,30	3,70

в определенной степени питаться бактериями (⁷). Однако основные параметры, характеризующие трофическую роль бактерий (их биомасса и продукция, количественная характеристика их пищевой ценности для животных), не определялись.

Мы выполнили эти определения на ряде атоллов и барьерных рифов в бассейне Тихого океана. Исследования производились в рейсах «Витязя» в Институте морской биологии в Гонолулу (США) в 1968—1970 гг. Биомассу микробного населения определяли методом прямого микроскопирования на окрашенных мембранных фильтрах. Продукцию бактерий фитопланктона и фитобентоса, а также скорость деструкции и количественные характеристики питания водных беспозвоночных определяли с помощью C^{14} (⁸⁻¹¹). Ниже приводятся некоторые основные результаты исследования.

В табл. 1 представлены типичные данные о биомассе и продукционной активности микрофлоры воды, донных осадков и обрастаний. Оказалось, что по этим показателям продукция и биомасса микрофлоры биоценоза кораллового рифа соизмеримы с таковыми в мезотрофных и эвтрофных озерах (¹²) и в десятки и сотни раз выше, чем в водной толще и донных осадках пелагиали открытого океана. Существенно важно, что в большинстве случаев деструкция даже в поверхностном слое воды и донных осадков превосходит продукцию фотосинтеза. Органическое вещество бактерий в донных осадках кораллового биоценоза составляет в среднем 2—4% от общего органического вещества осадка. Их суточная продукция достигает 30—60% от продукции фотосинтеза и выражается величинами сырой биомассы 5—15 г на 1 м² дна в сутки. Высокая продукция бактериальной флоры, по-видимому, и обеспечивает в значительной степени питание богатой фауны коралловых рифов, включающей как фильтрующих беспозвоночных, так и грунтоядных и детритоядных животных. В числе последних — существенная часть коралловых рыб.

Опыты доказали способность фильтрующих животных коралловых рифов питаться естественным бактериальным планктоном в концентрации

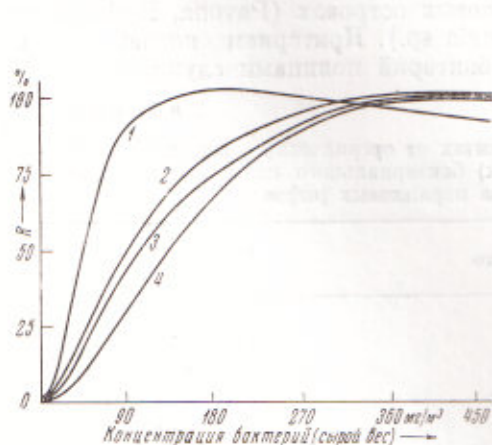


Рис. 1

Рис. 1. Зависимость интенсивности питания (суточный рацион в процентах от веса тела) от концентрации бактериопланктона у ряда массовых видов фильтрующих беспозвоночных — обитателей рифа о. Оаху (Гавайи). 1 — губка *Toxadosea*, 2 — велигеры брюхоногих моллюсков, 3 — устрица *Grossostrea*, 4 — коралл *Pocillopora*

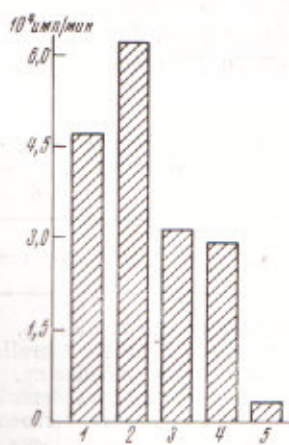


Рис. 2

Рис. 2. Выделение меченого $C^{14}CO_2$ кораллами после их инкубации в воде, содержащей меченый бактериопланктон в течение 6 час. и последующей инкубации в неактивной среде в течение 2 час. Удельная активность бактериопланктона $30 \cdot 10^6$ имп на 1 мг С. Вес колоний кораллов в опыте 35—40 г. 1 — *Pocillopora damnicornis*, 2 — *Montipora verrucosa*, 3 — *Porites compressa*, 4 — *Fungia seutatia*, 5 — *Montipora*, контроль (добавлен формалин).

их, которые являются обычными в воде лагун (рис. 1, табл. 2). Потребление бактериопланктона грубыми фильтраторами, такими как асцидии и устрицы, рачки каляниды, обусловлено в значительной степени тем, что большая часть бактериальных клеток естественного бактериопланктона в воде лагун (25—30%) находится в составе агрегатов крупнее 5μ (¹¹). Животные-грунтоеды, как и фильтраторы, потребляют и усваивают бактериальную флору донных осадков и обрастаний (табл. 2). Было произведе-

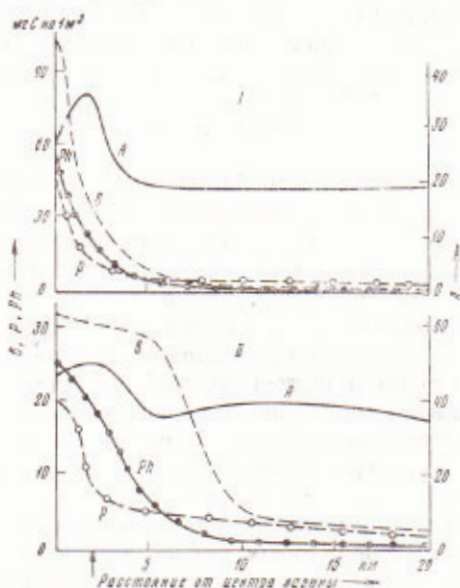


Рис. 3. Изменения биомассы B , суточной продукции бактерий P и фитопланктона Ph и процентного содержания бактериопланктона в составе агрегатов A на разрезах: I — от центра лагуны атолла Тарава о. Гилберта в открытый океан в направлении на Ю-З, II — от лагуны внутреннего рифа о. Херрон (Большой австралийский барьерный риф) в сторону океана в направлении на С-В. Стрелка обозначает проход во внешнем рифе

дено несколько серий опытов, в которых меченый естественный бактериопланктон предлагался представителям массовых видов кораллов, обитающих на Гавайских и Маршалловых островах (*Pavona*, *Hydnophora*, *Porites*, *Montipora*, *Pocillopora*, *Fungia* sp.). Критерием потребления и последующего усвоения вещества бактерий полипами служила радиоактив-

Таблица 2

Суточный рацион R (в процентах от органического вещества тела) и усвояемость I (в процентах) бактериального корма обитателями биоценоза коралловых рифов

Вид животного	R	I
Белигеры <i>Gastropoda</i> sp.	51,0	61
Гидроиды <i>Pennaria tiarella</i>	43,5	74
Подихеты <i>Serpullidae</i> sp.	7,8	73
Коралл <i>Pocillopora damniornis</i>	5,5	76
Коралл <i>Montipora verrucosa</i>	5,8	82
Губка <i>Toxadosea violacea</i>	3,4	82
Асцидия <i>Ascidia nigra</i>	1,6	83
Голотурия <i>Orhiodosoma apectabilis</i>	10,4	22
Брюхоногий моллюск <i>Nerita picea</i>	9,4	20
Пластиночатожаберный моллюск <i>Grossostrea gigas</i>	2,2	68

ность выдыхаемой углекислоты после перенесения кораллов, накормленных мечеными бактериями и отмытых от меченого корма, в свежую неактивную среду. Оказалось, что все эти кораллы способны питаться бактериопланктоном (рис. 2).

Разрезы, выполненные от лагун атоллов и барьерных рифов в сторону открытого океана, показали, что влияние высокопродуктивных коралловых

биоценозов на продуктивность окружающих олиготрофных тропических вод пелагиали океана проявляется в основном лишь в пределах шельфа на расстоянии 10—15 км от рифов (рис. 3).

Представленные материалы демонстрируют первостепенное значение микрофлоры в процессах круговорота веществ и продуктивности коралловых биоценозов. «Внутренняя» функция микрофлоры заключается в регенерации биогенов и в синтезе свежего белка своих тел, как потенциальной пищи водных животных, за счет энергии, выделяющейся при бактериальной минерализации органических остатков. «Внешняя» функция бактериальной флоры коралловых рифов, вероятно, заключается в том, что при ее участии в данную экосистему вовлекается внешняя энергия в виде органического вещества воды, проходящей над рифом, путем усвоения его бактериальной флорой, обрастающей огромные поверхности рифов и донных осадков. Последнее предположение нуждается в дальнейшей проверке и изучении, так как, по нашему мнению, оно открывает путь к объяснению источников избыточной деструкции по отношению к первичной продукции, характерной для данного биоценоза, а также, возможно, и к объяснению загадки высокой продуктивности этих сообществ.

Институт биологии внутренних вод
п. о. Борок Ярославской обл.

Поступило
21 VII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ H. Odum, E. Odum, *Ecol. Monogr.*, **25**, 291 (1955). ² R. E. Johannes, S. G. Coles, N. T. Kuenzel, *Limnology and Oceanography*, **15** (1970). ³ C. Yonge, *Adv. in Marine Biology*, № 1, 1963. ⁴ H. M. Roushdy, V. K. Hansen, *Nature*, **190**, 649 (1960). ⁵ G. C. Stephens, *Science*, **131**, 1532 (1960). ⁶ L. H. Di Salvo, *Doctoral Thesis, Univ. of Hawaii, Honolulu*, 1969. ⁷ L. H. Di Salvo, *Biology of Coelenterates, Honolulu*, 1970. ⁸ В. И. Романенко, *Микробиология*, **33**, 679 (1964). ⁹ В. И. Романенко, *Микробиология*, **34**, 391 (1965). ¹⁰ Yu. I. Sorokin, *Mitt. Int. Ass. Theor. Appl. Limnol.*, **18**, 41 (1968). ¹¹ Yu. I. Sorokin, *J. Conseil*, **34** (2), (1970). ¹² С. И. Кузнецов, *Микрофлора озер и ее геохимическая роль*, Изд. АН СССР, 1969.