Доклады Академии наук СССР
1955. Том 100, № 6

МИКРОБИОЛОГИЯ

А. Е. КРИСС и В. И. БИРЮЗОВА

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ВПАДИНЕ ТИХОГО ОКЕАНА

(Представлено академиком А. И. Опариным 21 XII 1954)

В 1953 г. было сделано во время плавания «Витязя» в Тихом океане около 30 микробиологических станций в Курило-Камчатской впадине и на расстоянии 180—200 миль восточнее Камчатского полуострова и Курильской гряды. На каждой станции проводился вертикальный разрез, обычно от поверхности до дна. Пробы воды извлекались батометром типа Нансена со стандартных горизонтов: 0, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 м, а в Курило-Камчатской впадине также с глубин 6000, 7000, 8000, 9000 м.

После извлечения батометра с водой с соответствующего горизонта тотчас же кран его основательно прожигался огнем паяльной лампы или спиртовым факелом, сливалось некоторое количество воды для промывки и охлаждения крана и затем наполнялась стерильная колба. 35—40 мл воды профильтровывалось через мембранные ультрафильтры № 3. Фильтр с осевшими на его поверхности микробными клетками накладывался тыльной стороной в чашки Петри на застывший мясо-пептонный агар, приготовленный на тихоокеанской воде. Чашки Петри помещались в термостат с температурой 26—28° на несколько дней. Выросшие колонии на каждом фильтре подсчитывались и производилась микроскопия клеток из колоний для определения их морфологического состава.

Таблица 1

Распределение гетеротрофных микроорганизмов на различных глубинах Тихого океана (число колоний микроорганизмов, выросших из 35—40 мл воды)

Глубина в м	№№ станций								
	1	3	8	9	14	15	17	18	19
0	3	0	44	0	0	7	2	5	3
10	1	1	0	0	0	3	0	1	10
25	0	0	0	0	0	1	0	0	3
50	13	0	0	1	2	0	0	1	0
75	0	0	0	0	1	2	0	Спл. рост	22
100	0	0	0	0	0	1	0	5	4
150	1	0	0	0	0	0	0	0	9
200	0	1	0	1	0	3	0	Спл. рост	2
250	1	0	0	0	1	0	0	0	0
300	0	0	0	0	1	0	0	1	1
400	0	0	0	0	0	0	0	3	1
500	1	0	0	0	0	2	0	11	1
600	0	1	0	0	0	1			
750	0	0	0	0	0	4	2	10	9
1000	2	3	0	0	0	3	0	18	0
1500	32	0	6	1	0	1	0	1	1
2000	0	0	2	0	1	2	0	2	4
2500	0	0	7	98	10	44	3	0	5
3000	0	0	0	0	0	17	1	4	1
4000	0	100	1	3	0	0	1	5	0
5000		0	1				0		
6000		60	0						
7000		65	1						

Из табл. 1 легко видеть неравномерность, микрозональность ([2,3]) в содержании гетеротрофных микроорганизмов в пробах воды с различных мест океана как по вертикали, так и по горизонтали. Из 35—40 мл воды не вырастало ни одной колонии или вырастали десятки колоний, вне связи с глубиной отбора пробы воды. Привлекает внимание тот факт, что на глубине 2500 м сравнительно частыми оказались находки больших концентраций гетеротрофных микроорганизмов. Вызвано ли повышение содержания легко усвояемого органического вещества на таких глубинах океанической толщи концентрацией его на поверхностях

раздела горизонтальных слоев в водной массе или глубинным течением из мест океана с богатым развитием жизни — пока сказать трудно.

Основную массу гетеротрофных микроорганизмов из океана, растущих на белковых средах, составляли неспороносные палочки, реже вырастали колонии спороносных бактерий и кокков, а также дрожжей. Поразительно редко встречались актиномицеты.

Гетеротрофные микроорганизмы, образующие колонии на лабораторных средах органического состава, составляют примерно 0,1—1% от всего микробного населения в морских водоемах. Поэтому применен был также другой метод для того, чтобы получить более полную микробиологическую характеристику глубин Тихого океана. 20 мл из пробы воды фильтровались через мембранные ультрафильтры, свободные от микробных клеток ([4]). Затем производилась фиксация в парах формалина, окрашивание фильтра 1% карболовым эритрозином и просветление его в кедровом масле. Подсчет проводился в 100 полях зрения или 10 000 квадратиках окулярной сетки.

Таблица 2

Общее число микроорганизмов (в 1 мл) и их биомасса (мг/м³) на различных горизонтах Тихого океана

Горизонты, м	Число станций	Микроорганизмы обычного вида				Биомасса кокковидных форм с утолщенной оболочкой		
		средн. число по всем станциям	Биомасса					
			миним.	средн.	макс.	миним.	средн.	макс.
0	9	160 755	11,4	32,1	81,2	0,0013	0,018	0,08
10	9	172 567	7,0	34,4	76,0	0,0007	0,01	0,03
25	9	121 327	2,6	24,2	55,6	0,0007	0,013	0,035
50	9	67 281	1,4	13,4	38,4	0,0007	0,01	0,026
75	9	59 783	1,6	11,9	35.0	0,0026	0,014	0,03
100	9	37 968	0,3	7,5	22,4	0,0033	0,025	0,1
150	9	23 733	0,4	4,7	16,3	0 011	0,038	0,1
200	9	16 984	0,5	4,4	14,4	0,0046	0,048	0,13
250	9	11 274	0,3	2,2	12,7	0,01	0,053	0,11
300	9	5 528	0,2	1,06	4,1	0,01	0.051	0,1
400	8	2 387	0,08	0,45	1,08	0,02	0,07	0,17
500	9	1 843	0,04	0,34	0,8	0,02	0.07	0,14
600	9	1 087	0,04	0,19	0.4	0.03	0,08	0.17
750	10	2 724	0,02	0,52	3,6	0,02	0.098	0,15
1000	10	1 556	0,02	0,29	1,4	0,02	0,083	0,15
1500	9	2 429	0,02	0,48	3,1	0,03	0-12	0,27
2000	10	509	0,02	0,09	0,2	0,02	0,12	0,28
2500	10	433	0,02	0,07	0,2	0,03	0,18	0,32
3000	10	286	0.008	0,05	0,16	0,02	0,116	0.30
4000	9	205	0.006	0,041	0,1	0,04	0,45	0,93
5000	5	131	0.004	0,02	0.08	0,16	0,33	0.62
6000	2	58	0,004	0,01	0,02	0,13	0.33	0,54
7000	2	65	0,006	0.01	0,02	0,11	0,15	0,19
8000	2	81	0,01	0,01	0.01	0,13	0,16	0,19
8500	1	33	0.006	0,006	0.006	0,24	0,21	0,24
9000	1	33	0,006	0,006	0,006	0,23	0.23	0,23

Из табл. 2 видно, что свыше 10 000 микроорганизмов в 1 мл воды встречается в верхнем слое океана, от нулевого горизонта до 250 м. В зоне выраженного фотосинтеза концентрация микробных клеток превышала 100 000 на 1 мл. Глубже 300 м и до 4000 м содержание микроорганизмов в 1 мл воды исчислялось обычно тысячами и сотнями. В десятках на 1 мл воды микробное население определяется в самых глубоких местах Тихого океана. Характер вертикального распределения плотности микробного населения и его биомассы виден на рис. 1 *А*. Методика послойного расчета плотности и биомассы микробного населения приведена в другом сообщении ([1]).

Наиболее высока плотность микроорганизмов обычного вида в слое 0—25 м. На некоторых станциях концентрация микробных клеток у по-

верхности океана меньше, чем на горизонтах 10 и 25 м. Биомасса микроорганизмов в слое 0—25 м выражается величинами в несколько десятков миллиграммов на 1 м³ воды, колебания наблюдались в пределах 10—80 мг/м³. Этот слой первого микробного максимума совпадает в своих границах с зоной активного фотосинтеза, где особенно велико содержание живых с их продуктами выделения и мертвых клеток водорослей. Глубже микробная биомасса уменьшается до нескольких миллиграммов в 1 м³ воды; примерно до 300 м можно было определить 1 — 10 мг/м³ микробных клеток. В отдельных случаях (рис. 1 *Б*, *В*) после уменьшения происходило вновь возрастание плотности микробных клеток. Слой второго микробного максимума, по-видимому, отражает влияние зоопланктона и его суточных миграций.

Обычно от 400 м биомасса микробных клеток падает до десятых или сотых миллиграмма на 1 м³ воды. Сотые миллиграмма — это типичная биомасса в глубинных слоях океана, за исключением наиболее глубоких мест его в Курило-Камчатской впадине. Здесь в придонных областях с глубинами свыше 8000 м весовые количества микроорганизмов измеряются тысячными миллиграмма. На отдельных станциях такие величины были найдены на более высоких горизонтах — 3000, 4000, 5000 м.

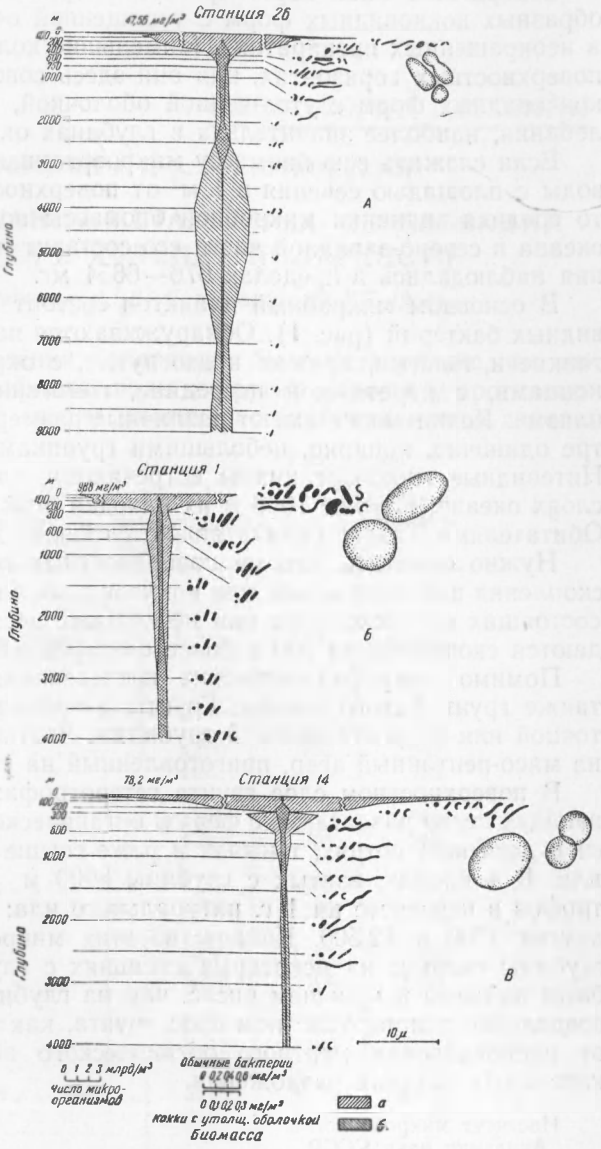


Рис. 1. Численность, биомасса и морфология микроорганизмов по вертикали на различных станциях Тихого океана. *а* — бактерии обычного вида, *б* — кокки с утолщенной оболочкой. Масштаб для размеров микроорганизмов (10μ) относится ко всем трем станциям. Масштаб для числа и биомассы относится к станциям №№ 1 и 14. Для станции № 26 он должен быть уменьшен в 1,33 раза.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что не всегда имеется прямая связь между высоким содержанием микроорганизмов в поверхностной зоне и повышенной плотностью микробного населения в более глубоких слоях. Можно наблюдать случаи, когда при относительно невысокой концентрации микроорганизмов в верхних горизонтах (рис. 1 *Б*) содержание микробных клеток в глубинах на этих станциях более высокое по сравнению со станциями, имеющими много больше микроорганизмов в поверхностном слое (рис. 1 *В*). Явная

«автономия» глубинных слоев по концентрации микробиальной жизни в таких случаях указывает, что горизонтальные течения накладывают больший отпечаток на распределение микроорганизмов, чем влияние верхних слоев, идущее по вертикали.

Совершенно иной характер имеет вертикальная стратификация своеобразных кокковидных форм с утолщенной оболочкой, хорошо видных и в неокрашенных препаратах. Наименьшие количества их встречаются в поверхностных горизонтах, или они здесь совсем отсутствуют. Плотность кокковидных форм с утолщенной оболочкой, несмотря на отдельные колебания, наиболее значительна в глубинах океана.

Если сложить всю биомассу микроорганизмов обычного вида в столбе воды с площадью сечения в 1 м^2 от поверхности до придонных областей, то средняя величина микробной биомассы под 1 м^2 поверхности Тихого океана в северо-западной части его составит несколько граммов. Колебания наблюдались в пределах 676—6654 мг.

В основном микробный планктон состоит из палочковидных и шаровидных бактерий (рис. 1). Обнаруживаются палочки короткие и длинные, тонкие и толстые, прямые и изогнутые, с округлыми или заостренными концами, с перетяжкой посредине, гомогенные или с включениями в плазме. Кокки также имеют различные размеры, располагаются на фильтре одиночно, попарно, небольшими группками и короткими цепочками. Нитевидные микроорганизмы встречаются, главным образом, в верхних слоях океана. Глубже 1000 м их находки редки и количества очень малы. Обитателями Тихого океана являются также дрожжевые организмы.

Нужно отметить, что на поверхностных горизонтах обнаруживаются скопления палочковидных или кокковидных бактерий типа микроколоний, состоящих из нескольких или нескольких десятков клеток. Реже наблюдаются скопления из 100 и более бактериальных особей.

Помимо микробиологических исследований водной толщи, изучался также грунт Тихого океана. Грунты извлекались дночерпателем, прямоточной или гидростатической трубками. Взятые образцы илов засевались на мясо-пептонный агар, приготовленный на тихоокеанской воде.

В поверхностном слое грунта гетеротрофные микроорганизмы, усваивающие легко разлагаемые формы органического вещества, насчитываются в десятках, сотнях, тысячах и реже свыше 10 000 на 1 г натурального ила. В 4 пробах, взятых с глубины 8000 м оказалось бактерий-гетеротрофов в пересчете на 1 г. натурального ила: в двух пробах 250, в двух других 1700 и 12 500. Количество этих микроорганизмов не зависит от глубины океана: на некоторых станциях с глубинами около 5000 м они были найдены в меньшем числе, чем на глубинах 6000—8000 м. Их распределение в поверхностном слое грунта, как и в водной толще, зависит от распределения мертвого органического вещества, находящегося на начальных стадиях разложения.

Институт микробиологии
Академии наук СССР

Поступило
21 XII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Крисс, Е. Рукина, Журн. общ. биол., **13**, 346 (1952). [2] А. Крисс, Е. Рукина, В. Бирюзова, Микробиология, **20**, 256 (1951). [3] А. Крисс, Е. Рукина, М. Новожилова, Изв. АН СССР, сер. биол., № 5, 85 (1952). [4] Е. Рукина, В. Бирюзова, Микробиология, **21**, 60 (1952).