Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 1

МИКРОБИОЛОГИЯ

А. Е. КРИСС, В. И. БИРЮЗОВА, А. С. ТИХОНЕНКО и В. А. ЛАМБИНА

МИКРОБНОЕ НАСЕЛЕНИЕ В РАЙОНЕ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА

(Представлено академиком А. И. Опариным 4 XII 1954)

С организацией дрейфующих на льду научных станций удалось впервые провести микробиологические исследования в районе Северного полюса. А. Е. Крисс совершил два полета на дрейфующую научную станцию «Северный полюс 3». Первый рейс состоялся в июле 1954 г. Координаты станции в день взятия проб воды и грунта для микробиологического изучения были 88°04′3 с. ш. и 151°16′ з. д. Глубина океана составляла 3450 м. Второе посещение станции было в сентябре 1954 г. За эти 2 месяца дрейфа станция «Северный полюс 3» подошла почти непосредственно к Северному полюсу: ее координаты были 89°29′5 с. ш. и 65°43′ з. д. Глубина была 4116 м.

В июле дрейфующая станция располагалась по тихоокеанскую сторону подводного хребта Ломоносова, а в сентябре — по атлантическую сторону его.

На самолете было доставлено все оборудование микробиологической лаборатории. Лаборатория была организована в гидрологической палатке *. Пробы воды и грунта из океана извлекались через лунку во льду, диаметром около 2 м, при помощи специальной лебедки, сконструированной Арктическим институтом. Для взятия проб воды служили батометры Арктического института, а колонки ила были получены при помощи трубки системы Алексеева (Арктический институт).

В июле пробы воды отбирались с горизонтов: 0 (батометром был взят поверхностный слой воды из разводья у льдины), 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 3400 м. В сентябре добавились горизонты: 3500 и 3700 м.

Из стерильно взятых проб воды 30 мл профильтровывались в микробиологической лаборатории на льдине через мембранные ультрафильтры № 3. После окончания фильтрации фильтр накладывался в чашки Петри на поверхность мясо-пептонного агара, приготовленного на тихоокеанской воде.

Чашки Петри с фильтрами закладывались в стерильные металлические коробки, которые помещались у верха палатки, где при помощи газовых горелок температура поддерживалась в пределах 25—30°. После 4 дней инкубации сосчитывалось общее число выросших на каждом фильтре колоний, затем они перевивались в пробирки на скошенный мясо-пептонный агар того же состава; при этом производилось микроскопическое изучение бактерий, образовавших соответствующую колонию.

В табл. 1 помещены данные о числе бактериальных колоний, выросших из взятых проб воды. Из таблицы видно, что гетеротрофные бактерии в количестве свыше 30 на 1 л воды встречаются почти на всех глубинах

* Приносим глубокую благодарность начальнику дрейфующей станции «Северный полюс 3» А. Ф. Трешникову, врачу В. Г. Воловичу, гидрологу В. А. Шамонтьеву за содействие в организации и большую помощь в проведении микробиологических исследований на льдине.

океана в районе Северного полюса. В вертикальном распределении гетеротрофов наблюдается не только микрозональность ([3]), но и заметно выраженная макрозональность. Наибольшее число колоний выросло из проб воды, взятых из верхних нескольких сот метров. Характерно, что бактерий на поверхности океана в разводьи у льдины было значительно больше в июле, когда богаче жизнь даже на ледовых просторах Центральной Арктики.

Таблица 1

Количество гетеротрофных микроорганизмов (счет колоний), общее число микробных клеток (прямой счет) и их биомасса на разных глубинах океана в районе Северного полюса

Глубина в м	Июль 1954 г.			Сентябрь 1954 г.		
	Гетеротрофы, растущие на МПА *	Общее число микробных клеток **	Биомасса мг/м³ ***	Гетеротрофы, растущие на МПА *	Общее число микробных клеток **	Биомасса мг/м³ ***
0	Сплошн. рост	39379	7,8	525	5229	1,0
10	1120	7934	1,5	1995	8856	1,7
25	35			2485	8935	1,7
50	315	2645	0,5	350	12084	2,4
75	490	2656	0,5	735	8735	1,7
100	2660	6177	1,2	140	4367	0,9
150	210	4428	0,8	2660	1418	0,3
200	35	1879	0,3	3045	679	0,13
250	455	1966	0,3	665	315	0,06
300	Слиз рост	722	0,1	980	218	0,04
400	280	574	0,11	105	305	0,06
500	455	757	0,15	245	209	0,04
600	490	99	0,02			
750	70	228	0,05		174	0,03
1000	420	853	0,17	175	818	0,16
1500	70	235	0 05	105	635	0,01
2000	175	252	0,05	210	479	0,09
2500	280	96	0,02	245	87	0,02
3000	210	52	0,00	35	44	0,008
3400	0	35	0,007			
3500				350	44	0,008
3700				140		

* В пересчете на 1 л. ** В пересчете на 1 мл. *** Средний объем клетки = 0,2 μ^3. Удельный вес принимался за единицу.

Сравнительно высокие числа гетеротрофов были определены в июле на глубине 100 м и в сентябре на горизонтах 150 и 200 м, т. е. на глубинах, где обнаружены прослойки воды, отличающейся от арктических вод. На стыках водных масс, даже при небольшой разнице в плотностях соприкасающихся вод, создается возможность относительной концентрации органического вещества и вследствие этого — большее развитие бактериальной жизни.

В основном выделенные гетеротрофные микроорганизмы являются палочковидными формами. Среди них наблюдаются короткие и длинные палочки, тонкие и толстые, гомогенные и с зернистым содержимым, подвижные и неподвижные. Большинство палочковидных форм не образует спор, но встречаются, притом на различных глубинах, и спороносные бактерии. Кокки были обнаружены лишь в отдельных слоях океана. Колонии белых и розовых дрожжей выросли из проб воды, взятых с глубин 0, 10, 25, 100, 250 м и из ила на глубине 3450 м. Таким образом, дрожжи, как и бактерии, не имеют северной границы распространения — они встречаются и в районе Северного полюса.

В микробиологической лаборатории на дрейфующей станции «Северный полюс 3» из каждой пробы воды также фильтровалось 15 мл через мембранные ультрафильтры, изготовленные по методу Рукиной и Бирюзовой ([4]). После фильтрации фильтр с осевшими на его поверхности микроорганизмами помещался в пары формалина для фиксации микробных клеток, затем окрашивался 1% эритрозином в 5% карболовой кислоте в течение 24 час. и просветлялся в кедровом масле. С иммерсионным объективом в 100 полях зрения, т. е. 10 000 квадратиках окулярной сетки, подсчитывалось число микробных клеток и определялось их морфологическое разнообразие.

Как видно из табл. 1, примерно до глубин 150—250 м общее количество микроорганизмов определяется тысячами на 1 мл воды. Десятки тысяч микроорганизмов на 1 мл были обнаружены у самой поверхности океана, в разводьи у льдины,— но только в июле. Заметное повышение содержания общего числа микроорганизмов наблюдалось на глубинах 100—150 м в июле и 50—100 м в сентябре. Однако оно менее значительно, чем на 82° северной широты, где это явление было отмечено В. Буткевичем ([1]). При-

влекает внимание отчетливое увеличение концентрации микробных клеток на глубине 1000 м. Повидимому, в основе данных «нарушений» в вертикальной стратификации микробного населения в океане в районе Северного полюса лежат причины гидрологического характера.

В слое воды от 200—300 до 2000 м общее число микроорганизмов исчисляется сотнями на 1 мл воды. Глубже они насчитываются уже лишь десятками.

Биомасса микробных клеток в верхних слоях океана в районе Северного полюса выражается миллиграммами на 1 м³ воды. С углублением она довольно быстро падает до десятых, а затем и сотых долей миллиграмма на 1 м³, а на больших глубинах составляет тысячные доли миллиграмма на 1 м³ воды. Если сложить всю биомассу микроорганизмов в столбе воды под 1 м² от поверхности до дна, то она составит 417 (июль) и 437 (сентябрь) мг. Наряду с палочковидными и кокковидными формами бактерий обычного вида встречались своеобразные кокковидные формы с утолщенной оболочкой, ранее обнаруженные в глубоководной области Охотского моря и прилегающей к ней части Тихого океана (²). В районе Северного полюса эти формы относительно равномерно распределены по вертикальному разрезу океана. Биомасса их по тихоокеанскую сторону хребта Ломоносова составляла десятые доли миллиграмма на 1 м³ воды, а по атлантическую сторону выражалась величинами порядка сотых миллиграмма на 1 м³.

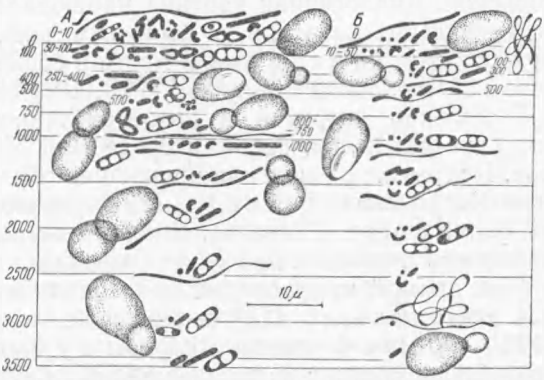


Рис. 1. Морфология микроорганизмов на разных глубинах океана в районе Северного полюса. *А* — на июльской станции, *Б* — на сентябрьской станции

Под микроскопом в поверхностных слоях воды (рис. 1) обнаруживаются круглые и овальные клетки, мелкие и крупные, располагающиеся одиночно или небольшими скоплениями. Наряду с кокками наблюдаются палочки разной длины, тонкие и толстые, прямые и изогнутые, с гомогенной плазмой и зернистым содержимым, вакуолизированные, а также неветвящиеся нитевидные формы и дрожжевидные клетки, нередко почкующиеся. Как правило, преобладают палочковидные бактерии. В июле в поверхностных слоях океана качественный состав микробного населения был богаче, чем в сентябре.

С глубиной морфологическое разнообразие микробных клеток становится все беднее. Дрожжевые клетки обнаруживаются на различных глубинах, в том числе и свыше 3000 м, в почкующемся состоянии. Так же часты по всей вертикали крупные вакуолизированные клетки, обычно располагающиеся небольшими скоплениями или короткими цепочками. Судя по фигурам деления, они размножаются в глубинах океана. Скопления из нескольких микробных клеток, реже из 10, 20 и более, типа микроколоний, встречались преимущественно в верхних слоях океана.

На дрейфующей станции в микробиологической лаборатории был исследован самый поверхностный слой ила (0—2 см), взятый со всеми предосторожностями. Из навесок ила готовилась на стерильной воде серия возрастающих кратно 10 разведений и из каждого разведения засевалось по 0,1—0,5 мл на мясо-пептонный агар, приготовленный на тихоокеанской воде, по 1 мл на мясо-пептонный бульон, среды Гильтая, Виноградского и среду с фосфорно-аммиачно-магниевой солью, среды Таусона, Натансона

и Бейеринка. Из навесок ила готовились также суспензии 1 : 10, 1 : 100, 1 : 200 в 0,0004 *н* NaOH, которые распределялись на площади в 6 см² на соответственно обработанном предметном стекле для прямой микроскопии по методу Виноградского.

На мясо-пептонном агаре выросло несколько колоний, что в пересчете на 1 г влажного ила составляло сотни гетеротрофных микроорганизмов. Колонии состояли из спороносных и неспороносных палочек, кокков и дрожжей. На мясо-пептоном бульоне рост наблюдался лишь в первом разведении суспензии ила — 1 : 20 на июльской станции и 1 : 70 на сентябрьской. Аналогичная картина наблюдалась на среде Гильтая. Однако восстановление нитратов не было отмечено. Заметная денитрификация с образованием нитритов имела место в среде Бейеринка в разведении ила, взятом на июльской станции, 1 : 200, а на сентябрьской 1 : 70.

Появление нитритов и нитратов произошло на среде с фосфорно-аммиачно-магниевой солью и среде Виноградского в первом разведении илов. В этом же разведении произошло образование сернокислых солей на среде Натансона и Бейеринка. Не было зарегистрировано восстановление сульфатов на среде Таусона. Наблюдения за посевами на этих средах производились в течение нескольких месяцев.

При прямой микроскопии препаратов ила насчитывается (в пересчете на 1 г натурального ила) 4—304 млн. микробных клеток обычного вида и 170—400 млн. кокковидных форм с утолщенной оболочкой. В основном микрофлора состоит из палочковидных бактерий, мелких и крупных, прямых или слегка изогнутых. Обнаружены также вышеуказанные крупные, вакуолизированные клетки и почкующиеся дрожжи.

Таким образом, во всей водной толще и на дне океана в районе Северного полюса идут микробиологические процессы минерализации органического вещества и превращений биогенных соединений, обусловливая возможность существования других звеньев жизни — растительной и животной; вырисовывается значение микроорганизмов и как средства изучения происхождения и динамики водных масс в Центральной Арктике.

Институт микробиологии
Академии наук СССР

Поступило
4 XII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] В. Буткевич, ДАН, **19**, 651 (1938). [2] А. Крисс, Е. Рукина, Журн. общ. биол., **13**, 346 (1952). [3] А. Крисс, Е. Рукина, В. Бирюзова, Микробиология, **20**, 256 (1951). [4] Е. Рукина, В. Бирюзова, Микробиология, **21**, 60 (1952).