

УДК 576.851:577.472(267.2)

МИКРОБИОЛОГИЯ

И. Н. МИЦКЕВИЧ, А. Е. КРИСС

**ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ
ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ, БИОМАССЫ И ПРОДУКЦИИ БАКТЕРИЙ
В ВОДЕ МИРОВОГО ОКЕАНА**

(Представлено академиком А. А. Имшенецким 8 VIII 1975)

Бактерии участвуют в процессах синтеза и деструкции органического вещества в морской воде и осадках. Без правильной оценки их численности и биомассы трудно составить представление об истинной продуктивности океана. Проводившиеся до сих пор в различных частях Мирового океана микробиологические исследования касались лишь небольшой части микробного населения — сапрофитов, развивающихся на искусственных средах в лабораторной обстановке. Общая же численность микробного населения в открытых океанических областях оставалась неизвестной.

Численность и биомасса бактерий в воде Мирового океана определялась нами с помощью прямого счета в пелоскопических капиллярах Пер-

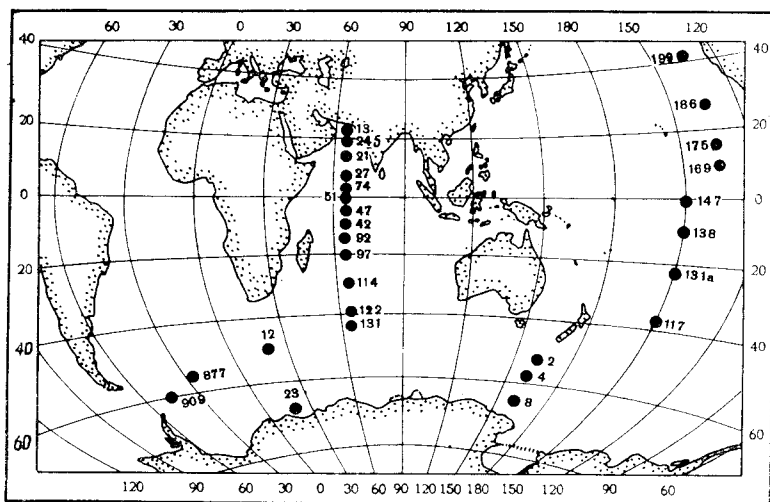


Рис. 1. Карта станций в Мировом океане, где были отобраны пробы воды для капиллярной микроскопии

фильева и Габе (¹). Этот метод позволяет рассматривать под микроскопом интактные бактерии, а не высохшие клетки, как при употреблении метода прямого счета на мембранных ультрафильтрах. Взвешенные в морской воде бактерии поддаются лучшему обозрению, и таким образом уменьшается ошибка в их подсчете и измерении их объема по сравнению с препаратами, где размеры клеток уменьшены в 2–3 раза вследствие высушивания.

Ввиду разреженности микробной популяции в открытых океанических областях для подсчета микроорганизмов в капиллярах требуется сгущение проб воды в 100 и более раз. С этой целью был применен метод фильтрации через мембранные фильтры № 1. Предварительные опыты, проведен-

ные с последовательными разведениями мелких морских бактерий, показали (²), что при использовании этого метода концентрирования разбавленных (10^3 — 10^5 кл/мл) взвесей бактериальных клеток отклонения от ожидаемого результата невелики. При подсчетах численности бактерий в воде из Черного моря выяснилось также, что в отдельных каналах капилляра получаются статистически достоверные данные.

Общая численность и биомасса бактерий были определены нами в различных географических областях Мирового океана. Пробы воды отбирались в Южном океане, на меридиональных разрезах в центральной части Тихого океана (по 135° и 150° з.д.) и в западной части Индийского океана от северного тропика до 44° ю. ш. Всего на 28 станциях (рис. 1) с глубин от 0 до 7000 м было получено 257 проб воды.

Сразу же после отбора проб к ним добавляли профильтрованный через мембранный фильтр № 1 40% формалин до концентрации 4—5%. Определенный объем пробы (50—200 мл) ступали до 1—2 мл путем фильтрации через мембранный фильтр № 1 (²). Концентрат окрашивали ультрафильтрованным карболовым эритрозином и клетки подсчитывали с помощью микроскопа «Люмипан» (Цейс) с объективом 90X, масляная иммерсия, и окулярами 12,5X. Определяли число клеток в каждом из пяти каналов капилляра и их концентрацию в 1 мл пробы рассчитывали, как указывают Перфильев и Габее (¹).

Определенная таким методом общая численность бактерий в воде исследованных областей океана варьировала в самых широких пределах: от сотен до миллионов клеток в 1 мл воды. Однако в ее распределении можно было отметить явную географическую зональность.

Наиболее низкая численность бактерий была в Южном океане (субантарктическая область), где только в 26% проб из 89, взятых в различных секторах океана, в 1 мл насчитывались десятки тысяч клеток, в подавляющем же большинстве (66%) проб были определены тысячи клеток, а в 8% проб — только сотни клеток (рис. 2а).

В южной субтропической области Индийского океана и в субтропических областях Тихого океана на 6 станциях взято 50 проб воды. Общая численность микроорганизмов здесь выше, чем в Южном океане. Пробы с высокой концентрацией бактерий (сотни тысяч и миллионы клеток в 1 мл) составляли 28% всех проб. В 52% проб насчитывались десятки тысяч микроорганизмов в 1 мл и не было обнаружено ни одной пробы, где бы концентрация бактерий была менее $1 \cdot 10^3$ кл/мл.

В экваториально-тропической области на 15 станциях получено 118 проб воды. Из них до 34% проб было с сотнями тысяч и миллионами клеток в 1 мл, 55% проб содержало десятки тысяч клеток, что соответствовало количеству их в субтропической области, а количество проб с тысячами клеток в 1 мл снижалось, составляя 11% (рис. 2а).

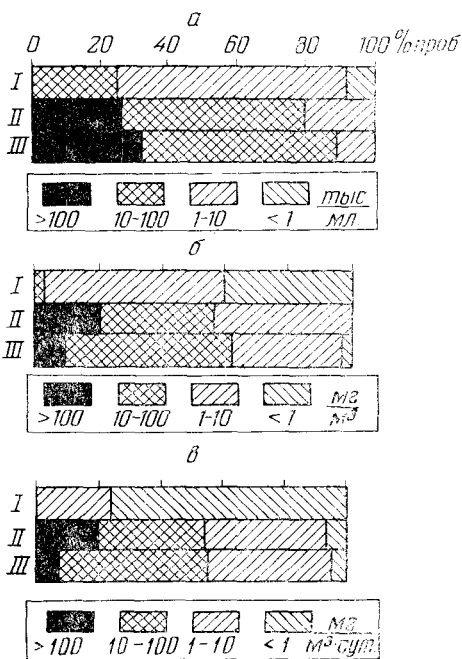


Рис. 2. Соотношение проб воды с различной численностью (а), биомассой (б), продукцией (в) бактерий в различных зонах Мирового океана. I — Южный океан (субантарктическая и антарктическая зоны), II — субтропическая зона, III — экваториально-тропическая зона

Таким образом, по распределению проб с различной численностью микроорганизмов наиболее богатой бактериальным населением оказалась экваториально-тропическая область, затем субтропическая и наиболее бедной — субантарктическая.

По вертикали общая численность бактерий в водной толще не распределялась равномерно. «Пики» повышенной концентрации бактерий, по сравнению с выше- и нижележащими горизонтами, наблюдались как в поверхностных горизонтах, так и на больших глубинах. При сравнении вертикального распределения общей численности бактерий и количества сапрофитных бактерий в большинстве случаев отмечалась прямая корреляция — обстоятельство, свидетельствующее о том, что вертикальное распределение сапрофитов и микроорганизмов, неспособных размножаться в лабораторных условиях культивирования и открываемых лишь с помощью методов прямой микроскопии, подчиняется одним и тем же закономерностям.

При вычислении объемов клеток использовали средние арифметические величины, полученные на основании измерения длины и поперечника ста клеток непосредственно в капиллярах с помощью объект-микрометра. Размеры бактериальных клеток составляли в среднем — во всех секторах Южного океана, за исключением Атлантического сектора, — $0,20 \text{ мкм}^3$. В Атлантическом секторе Южного океана и в субтропических и экваториально-тропических областях они были несколько больше — $0,24 \text{ мкм}^3$.

Для расчета биомассы в весовых единицах удельный вес бактерий принимали за единицу. Биомасса бактерий в субантарктической области Южного океана составляла в среднем $1,9 \text{ мг/м}^3$. В большинстве проб (58%) она определялась единицами миллиграммов в 1 м^3 , в 40% проб была менее 1 мг/м^3 (рис. 26). В субтропической области Мирового океана биомасса менее 1 мг/м^3 не наблюдалась. В основном она измерялась единицами (44%) и десятками (36%) миллиграммов в 1 м^3 , а в 20% проб превышала даже 100 мг/м^3 . Средняя величина биомассы ($112,3 \text{ мг/м}^3$) на два порядка выше, чем в субантарктической области. В экваториально-тропической области средняя величина биомассы равнялась $39,1 \text{ мг/м}^3$. Многие пробы содержали десятки миллиграммов (53%) и единицы миллиграммов (36%) биомассы, а в 8% проб она превышала 100 мг/м^3 , 3% составляли пробы с биомассой менее 1 мг/м^3 (рис. 26).

В поверхностном слое (0–200 м) субтропических и экваториально-тропических областей Мирового океана бактериальная биомасса находилась в пределах тех же порядков величин, которые определены Кобленц-Мипке и Ведерниковым⁽³⁾ для фитопланктона в мезотрофных водах тропических дивергенций и океанических районов субполярных зон. В субантарктической области биомасса бактерий была на порядок ниже и по величине приближалась к биомассе фитопланктона в олиготрофных водах.

Те же самые географические закономерности, что и для биомассы, были обнаружены в распределении величин продукции бактерий.

При расчетах продукции бактерий мы пользовались величинами, полученными для среднесуточного коэффициента P/B (P — продукция, B — биомасса) при измерении скорости размножения бактерий в океане в районе Северного полюса и в северо-западной части Тихого океана⁽⁴⁾. Средние величины этого коэффициента, вычисленные на основании измерений в первом случае в 15 пробах, и во втором — в 9 пробах воды, взятых на различных глубинах, составили 0,4 и 0,8 соответственно. Коэффициент 0,4 был применен при расчетах продукции бактерий в Южном океане и 0,8 — при расчетах продукции в субтропической и экваториально-тропической областях океана.

Самая низкая продукция бактерий относилась к Южному океану, где в среднем она составляла $0,8 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$; в подавляющем большинстве проб (76% из 89 обследованных в этой области) она измерялась десятками долями миллиграмма в 1 м^3 воды в сутки (рис. 26). В субтропической

области продукция бактерий оказалась на два порядка выше, чем в суб-антарктической области, составляя в среднем $89,8 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$, в 20% проб она измерялась сотнями миллиграммов в 1 м^3 в сутки, а в большинстве проб — единицами (40%) и десятками (34%) миллиграммов в 1 м^3 в сутки. Только в 6% проб продукция была менее $1 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$. В экваториально-тропической области бактериальная продукция в основном составляла десятки (48%) и единицы (40%) $\text{мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$. В 7% проб она превышала $100 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$, а в 5% проб была менее $1 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$. Средняя величина продукции в этой области — $31,3 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$.

Средняя величина суточной продукции бактерий ($\text{мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$) в слое 0—200 м в субтропической и экваториально-тропической областях океана была на порядок ниже средней первичной продукции фитопланктона в мезотрофных океанических водах ⁽³⁾ *. В субполярной области (Южном океане) средняя бактериальная продукция более чем на порядок ниже средней продукции фитопланктона в олиготрофных водах.

Таким образом, закономерности распределения общей численности, биомассы и продукции бактерий в воде Мирового океана совпадают с закономерностями географического характера, которые относились к количественному распределению сапрофитных бактерий.

Институт микробиологии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
15 VII 1975

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. В. Перфильев, Д. Р. Габеев, Капиллярные методы изучения микроорганизмов, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961. ² И. Н. Мицкевич, Микробиология, т. 44, в. 2, 321 (1975). ³ О. И. Кобленц-Мишке, В. В. Ведерников, Океанология, т. 13, 75 (1973). ⁴ А. Е. Крисс, Морская микробиология (глубоководная), Изд-во АН СССР, 1959.

* Перевод величины продукции, выражаемой в $\text{мгС/м}^3 \cdot \text{сутки}$, в величины $\text{мг/м}^3 \cdot \text{сутки}$ осуществлялся умножением первой величины на коэффициент 20.