

А. Е. КРИСС и М. Н. ЛЕБЕДЕВА

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ МИКРООРГАНИЗМОВ В ГЛУБОКОВОДНЫХ ОБЛАСТЯХ ЧЕРНОГО МОРЯ

(Представлено академиком А. И. Опариним 11 II 1953)

В серии работ, посвященных микробиологии глубоководных областей Черного моря (^{3, 4}), были приведены данные о количественном содержании представителей ряда физиологических групп микроорганизмов, принимающих участие в круговороте биогенных элементов в Черном море, на разных глубинах водной толщи. Учет этих микробных форм проводился с помощью метода культивирования и, следовательно, позволял составить представление о количестве лишь тех микроорганизмов, которые способны развиваться на искусственных питательных средах в лабораторной обстановке. Однако эти количественные данные, вследствие значительного преуменьшения действительности, не дают возможности оценить в достаточно полной мере активность микробиологических процессов в глубинах Черного моря. Несомненно, что с помощью методов прямого счета, т. е. путем определения всего числа и биомассы микроорганизмов, живущих в соответствующих областях моря, можно полнее охарактеризовать в этих областях напряженность процессов превращения веществ, протекающих с участием микроорганизмов, так как последние быстро размножаются в условиях, благоприятных для их жизнедеятельности.

Первые исследования общего числа микробных клеток и их биомассы в Черном море были проведены в кислородной зоне (²). Настоящее сообщение, имеющее предварительный характер, в очень краткой форме излагает основные результаты изучения вертикального распределения численности и биомассы микроорганизмов от поверхности до дна Черного моря на 5 станциях, расположенных по разрезу Ялта — Батуми, сделанного в феврале 1951 г. *. Эти станции были на значительном удалении от суши и приходились над глубинами 1750, 2000 и более метров. Они отстояли друг от друга на расстоянии 60—75 миль.

Пробы воды извлекались батометрами Нансена на каждой станции с горизонтов 0, 10, 25, 37, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000 м и тотчас же в устроенной на суд-

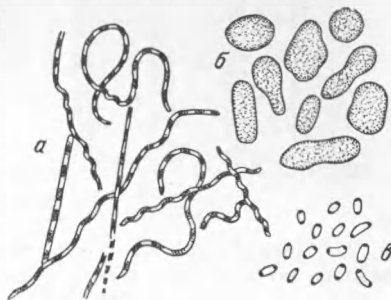


Рис. 1. Своеобразные морфологические формы микроорганизмов, встречающиеся в глубинах Черного моря: а — нитевидные формы, $0,3-1,15 \times 6-120 \mu$; б — крупные клетки неправильно округлой формы, $1,9-5,3 \times 3,3 \times 9,2 \mu$; в — клетки с биполярной зернистостью, $0,4-1,1 \times 1-2,1 \mu$

* В сборе материалов принимали также участие Е. А. Рукина, А. И. Жукова и М. И. Новожилова.

не лаборатории фильтровались через мембранные ультрафильтры, изготовленные по методу Рукиной и Бирюзовой (7). Мембранные ультрафильтры имели полезную фильтрующую поверхность диаметром в 1 см; через них пропускалось 20 мл воды с данного горизонта. После окончания процесса фильтрации фильтр с осевшим на его поверхности взвешенным содержимым исследуемой пробы воды фиксировался, окрашивался эритрозином, высушивался и затем помещался для просветления в каплю канадского балзама на предметном стекле и закрывался покровным стеклом. Сделанные таким образом препараты просматривались при увеличении 1350 ×.

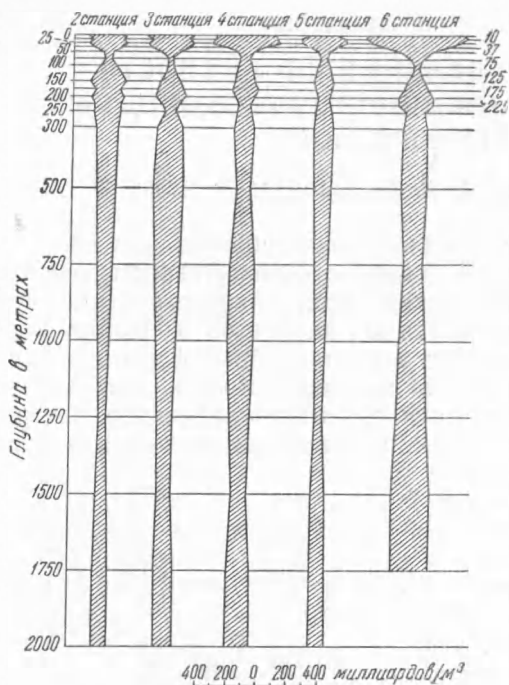


Рис. 2. Распределение плотности микробного населения по вертикали в водной толще Черного моря

клетки — нити, овальные клетки с выраженными биполярными зернами и крупные клетки неправильно-округлой формы (см. рис. 1) обнаруживались в верхних, кислородсодержащих слоях воды в небольшом количестве по сравнению с сероводородной зоной, или совсем не обнаруживались над верхней границей сероводорода. Особенно характерно вертикальное распределение численности нитевидных форм, фотографии которых уже ранее приводились (2). В кислородной зоне нити встречались, главным образом, в десятках на 1 мл воды, тогда как в сероводородной области они исчислялись за небольшими исключениями в тысячах на 1 мл воды. Создается убеждение, что эти микробные формы являются обитателями глубинных вод Черного моря, зараженных сероводородом, и в верхние горизонты попадают лишь благодаря наличию водообмена (1) между глубинными и поверхностными слоями водной массы Черного моря.

На рис. 2 графически изображено вертикальное распределение плотностей микробного населения Черного моря. Расчет производился следующим образом: умножением числа микроорганизмов в 1 мл воды на 10^6 узнавалось количество их в 1 м^3 данного горизонта, а затем для количественной характеристики соответствующего слоя числа микроорганизмов в 1 м^3 на горизонтах, ограничивающих этот слой, складыва-

лись при увеличении 1350 ×. Подсчет числа микроорганизмов производился в 50—100 полях зрения, пересчет производился по соответствующей формуле на 1 мл воды.

Концентрация микробных клеток колебалась в пределах от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч в 1 мл воды. Наиболее высокие числа микроорганизмов, в отличие от данных летних исследований (2), обнаружены в поверхностных слоях до глубины 25—37 м, однако имелись случаи повышенного содержания микробных тел (свыше 100 000 в 1 мл) и на таких глубинах, как 175, 200, 225 и 1750 м.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что уменьшение числа микроорганизмов в более глубоких слоях относится лишь к обычным морфологическим формам, встречающимся в море, — коккам и палочкам. Другие характерные своей морфологией микробные

лись и умножались на половину толщины слоя. Произведение выражало среднее число микробных форм в данном слое, а частное от деления этого произведения на толщину слоя — среднее число микроорганизмов в 1 м^3 этого слоя.

Графики показывают, что наиболее высокая плотность микробного населения приурочена к самым поверхностным слоям воды кислородной зоны. Таким образом, в отличие от лета, когда наибольшие концентрации микроорганизмов наблюдались в слое 25—50 м, т. е. в зоне температурного скачка и несколько ниже его, зимой картина меняется из-за отсутствия температурного градиента, вследствие выраженной вертикальной циркуляции в кислородной зоне. Глубже 50 м плотность микробного населения резко падает, а затем ниже верхней границы сероводородной зоны несколько увеличивается за счет нитевидных форм и их фрагментов и еще глубже уже не испытывает значительных колебаний.

Существенной особенностью Черного моря являются высокие числа микробной биомассы в его глубинах. Для вычисления биомассы микроорганизмов было проведено измерение длины и поперечника или диаметра у 500 микробных клеток, встреченных на разных станциях и глубинах Черного моря. Объем палочек и нитей определялся по формуле цилиндра, объем кокков — по формуле шара. Вычисленный средний объем составил для палочковидных и кокковидных форм $0,2 \mu^3$, для клеток с биполярной зернистостью $0,5 \mu^3$. Объем нитей определялся путем умножения среднего размера площади сечения нити, вычисленного на основании измерения поперечника 100 нитей с различных глубин и на разных станциях, на длину всех нитей, обнаруженных в данном препарате. Вычисленный средний размер площади сечения нити оказался равным $0,3 \mu^3$. Удельный вес микробных клеток принимался за единицу.

Общей закономерностью в вертикальном распределении биомассы микроорганизмов в глубоководных областях Черного моря является резкое увеличение ее в сероводородной области по сравнению с нижними слоями кислородной зоны. Фигуры на рис. 3 показывают, что ниже 25—50 м наблюдается заметное уменьшение микробной биомассы, причем это уменьшение простирается лишь до верхних слоев сероводородной области. Глубже происходит нарастание биомассы, главным образом, за счет нитевидных форм микроорганизмов. Во многих слоях сероводородной зоны на глубинах, превышающих 1000 м, микробная биомасса в 1 м^3 слоя не только не уступает концентрации биомассы микроорганизмов в поверхностных горизонтах Черного моря, но и значительно превосходит ее.

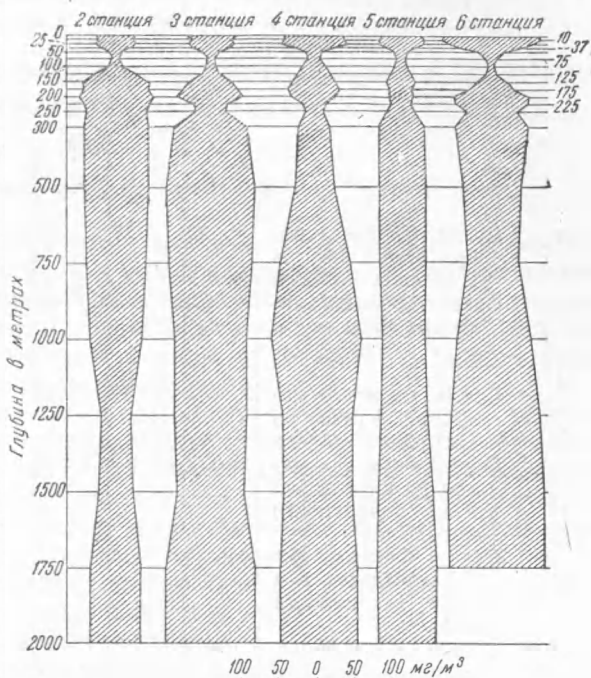


Рис. 3. Вертикальное распределение биомассы микроорганизмов в Черном море

В табл. 1 приведены для сравнения данные о среднем содержании биомассы микроорганизмов в 1 м³ кислородной зоны (слой 0—200 м) и сероводородной зоны (слой 200—2000 м). Можно видеть, что средняя биомасса в 1 м³ сероводородной зоны в 1,5—2,5 раза больше средней биомассы микроорганизмов в 1 м³ кислородной зоны. Следует подчеркнуть, что в глубоководных областях Черного моря по 1 м² поверхности его общая масса живого вещества в виде микробных клеток намного превышает массу живого вещества в виде животных и растительных организмов (табл. 1).

Таблица 1

Биомасса микроорганизмов, фитопланктона и зоопланктона в восточной части Черного моря (в мг)

	Станции					Средн. по всем станциям
	2	3	4	5	6	
Средн. биомасса микроорганизмов в 1 м ³ слоя 0—200 м	22	17	22	14	24	20
Средн. биомасса микроорганизмов в 1 м ³ слоя 200—2000 м	32	48	40	31	50 (слой 200—1750 м)	40
Средн. биомасса микроорганизмов в 1 м ³ слоя 0—2000 м	32	45	38	29	48 (слой 0—1750 м)	38
Общая биомасса микроорганизмов под 1 м ² поверхности моря	63 322	89 839	76 503	57 929	82 656	74 050
Общая биомасса фитопланктона под 1 м ² поверхности моря						11 600 (6)
Общая биомасса зоопланктона под 1 м ² поверхности моря						36 800 (5)

Новые доказательства в пользу наличия водообмена между поверхностными и глубинными водами Черного моря не оставляют сомнений в том, что богатство микробной жизни в сероводородной зоне не может не оказывать своего влияния на процессы, определяющие биологическую продуктивность кислородной зоны. Это влияние может выражаться не только в активно протекающих микробиологических процессах превращения органического вещества и регенерации биогенных элементов в сероводородной области Черного моря, но и в новообразовании там органического вещества благодаря хемосинтетической деятельности микроорганизмов.

Севастопольская биологическая станция
им. А. О. Ковалевского
Академии наук СССР

Поступило
27 X 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Водяницкий, Тр. Севаст. биол. станции, 6, 386 (1948). ² А. Крисс, М. Лебедева, Е. Рукина, ДАН, 86, № 3 (1952). ³ А. Крисс, Е. Рукина, Микробиология, 18, 141, 332, 402 (1949). ⁴ А. Крисс, Е. Рукина, В. Бирюзова, там же, 20, 90, 256 (1951). ⁵ А. Кусморская, Тр. Аз.-Черн. ин-та морск. рыбн. хоз. и океаногр., в. 14, 177 (1950). ⁶ Н. Морозова-Водяницкая, ДАН, 73, № 4, 821 (1950). ⁷ Е. Рукина, В. Бирюзова, Микробиология, 21, 60 (1952).