

А. Е. КРИСС, В. И. БИРЮЗОВА и Е. А. РУКИНА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОДНОЙ ТОЛЩЕ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО КАСПИЯ И ИХ МИНЕРАЛИЗУЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

(Представлено академиком В. Н. Шапошниковым 5 V 1954)

В микробиологическом отношении обследованы более или менее подробно лишь грунты Среднего и Южного Каспия (⁶, ⁷). О микробном же населении огромной водной массы Среднего и Южного Каспия ничего не было известно, кроме данных А. Ворошиловой (¹) о числе бактерий в нескольких пробах воды, взятых в южной части Каспийского моря.

В августе — сентябре 1952 г. экспедицией Всесоюзного института морского рыбного хозяйства и океанографии были сделаны разрезы, соединившие восточное и западное побережье Каспийского моря в средней его части между пунктами м. Сагындык — Махач-Кала, Кендерли — Дивичи. Третий разрез прошел от м. Куули до о. Жилой и четвертый в Южном Каспии от о. Огурчинского до Куринского камня. В этой экспедиции приняли участие также микробиологи, которые провели исследования почти на всех станциях, охватив таким образом прибрежные и центральные районы Среднего и Южного Каспия. Всего была сделана 31 микробиологическая станция, на которых пробы воды брались от поверхности до дна (за исключением разреза о. Огурчинский — Куринский камень, где в глубоководной части пробы воды были взяты до глубины 200 м) по горизонтам 0, 5, 10, 15, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700 м. На некоторых станциях исследовались также и промежуточные горизонты: 2,5; 7,5; 40 м и т. п. Общее число исследованных проб воды составило 220.

Пробы воды, извлеченные морским батометром типа Нансена, тотчас же фильтровались в устроенной на судне микробиологической лаборатории через мембранные ультрафильтры, изготовленные по методу Рукиной и Бирюзовой (⁸). Через фильтр диаметром в 1 см пропускалось 15—20 мл воды и лишь в единичных случаях меньший объем. После окончания фильтрации фильтр с осевшими на его поверхности организмами фиксировался в парах формалина, высушивался и окрашивался раствором 1% эритрозина в 5% карболовой кислоте. Для просветления фильтров применялось кедровое масло. Число и морфологическое разнообразие микроорганизмов определялось в 50 полях зрения, т. е. в 5000 квадратов окулярной сетки.

На двух станциях разрезов Дивичи — Кендерли и м. Куули — о. Жилой были опущены стекла на глубины 0, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 600, 700 м для определения скорости размножения микроорганизмов (⁶) в водной толще Каспийского моря. После пребывания на соответствующих горизонтах в течение 12—24 час. стекла извлекались, высушивались, окрашивались эритрозином и затем на площади в 8 см² подсчитывалось в каждом поле зрения число одиночных бактерий, число микроколоний и число бактерий, составлявших каждую микроколонию. Определение суточного коэффициента P/B (³) производилось по формуле, вычисленной Н. Д. Иерусалимским: $P/B = \frac{4n \sum \lg m}{Nt} \times 24$, где m — среднее число (биомасса) бактерий в каждой группе микроколоний; N — сумма колоний и одиночных бактерий в конце периода времени t ; n — число микроколоний каждой группы.

Преобладающей морфологической формой в большинстве проб были палочковидные бактерии: длинные и короткие, толстые и тонкие, с округлыми или заостренными концами, прямые и изогнутые, искривленные, в виде восьмерок, неправильной формы, гомогенные или с включениями в плазме, одиночные и в виде фигур деления, коротких и длинных цепочек (см. рис. 1). Лишь на некоторых станциях и отдельных горизонтах встречалось больше кокков, чем палочек. Крупные или мелкие, они располагались одиночно, небольшими скоплениями или короткими цепочками. Обнаружены также характерные «пакеты» сарцин. Очень часто в поверхностных и глубинных пробах наблюдались нити, короткие и очень длинные, образующие клубки, толстые и тонкие, а также дрожжеподобные организмы разной величины, иногда почкующиеся.

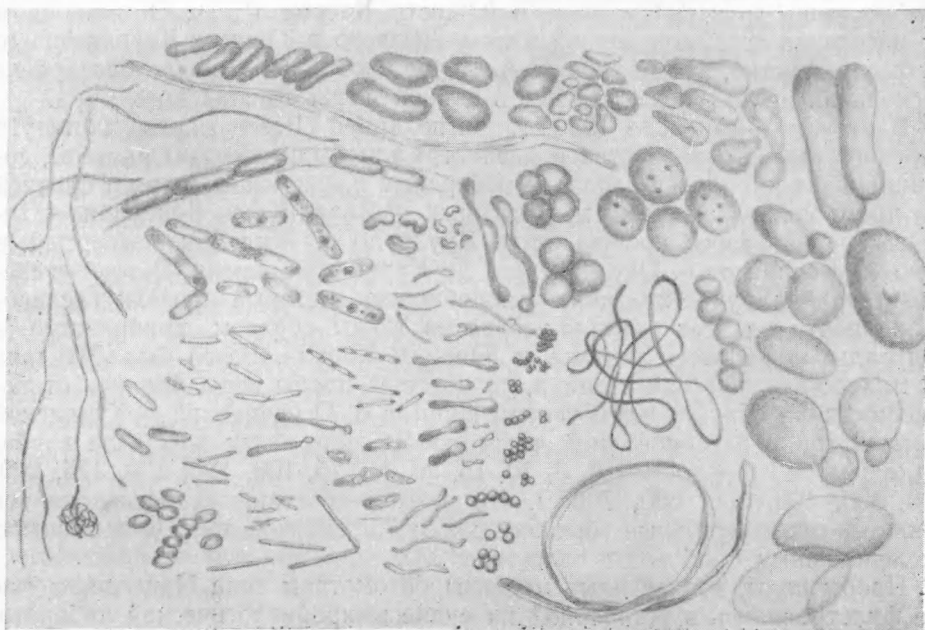


Рис. 1. Морфологическое разнообразие микроорганизмов, населяющих водную толщу Среднего и Южного Каспия

На рис. 2 изображено вертикальное распределение плотности микробного населения и его биомассы на различных станциях всех четырех разрезов. Отчетливо видно, что наибольшая концентрация микроорганизмов сосредоточена в верхних слоях моря. В слое 0—50 м количество бактерий колеблется в пределах от нескольких десятков тысяч до нескольких сотен тысяч в 1 мл воды.

По плотности микробного населения поверхностные воды Среднего и Южного Каспия мало отличаются от вод центральной части Северного Каспия и верхних слоев воды в Черном море ⁽⁴⁾. На ряде станций наблюдалось заметное увеличение численности микроорганизмов в слое температурного скачка по сравнению с вышележащими горизонтами. Глубже происходит резкое уменьшение количества микроорганизмов, достигающее до нескольких тысяч в 1 мл. Ниже 100 м и до дна концентрация бактерий не испытывает значительных колебаний, являясь минимальной по отношению к верхним слоям. Таким образом, по характеру вертикальной стратификации распределение микроорганизмов на глубоководных станциях в Среднем и Южном Каспии сходно с тем, что наблюдалось в южной части Охотского моря и прилегающем районе Тихого океана ⁽⁵⁾, и отличается от Черного моря, где биомасса микроорганизмов в серо-

водородной зоне сильно возрастает, превосходя даже в ряде случаев по своей концентрации поверхностные горизонты Черного моря (4).

Благодаря большому числу исследованных проб воды, взятых на разных горизонтах от поверхности до дна в прибрежных и открытых районах Среднего и Южного Каспия, возможен подсчет в известном приближении величины общей биомассы микроорганизмов в Среднем и Южном Каспии. Биомасса микроорганизмов определялась умножением среднего объема бактериальной клетки (на основании измерений 500 палочковидных и кокковидных бактерий, встреченных на разных глубинах и станциях Среднего и Южного Каспия, он равнялся $0,2 \mu^3$) на число бактерий

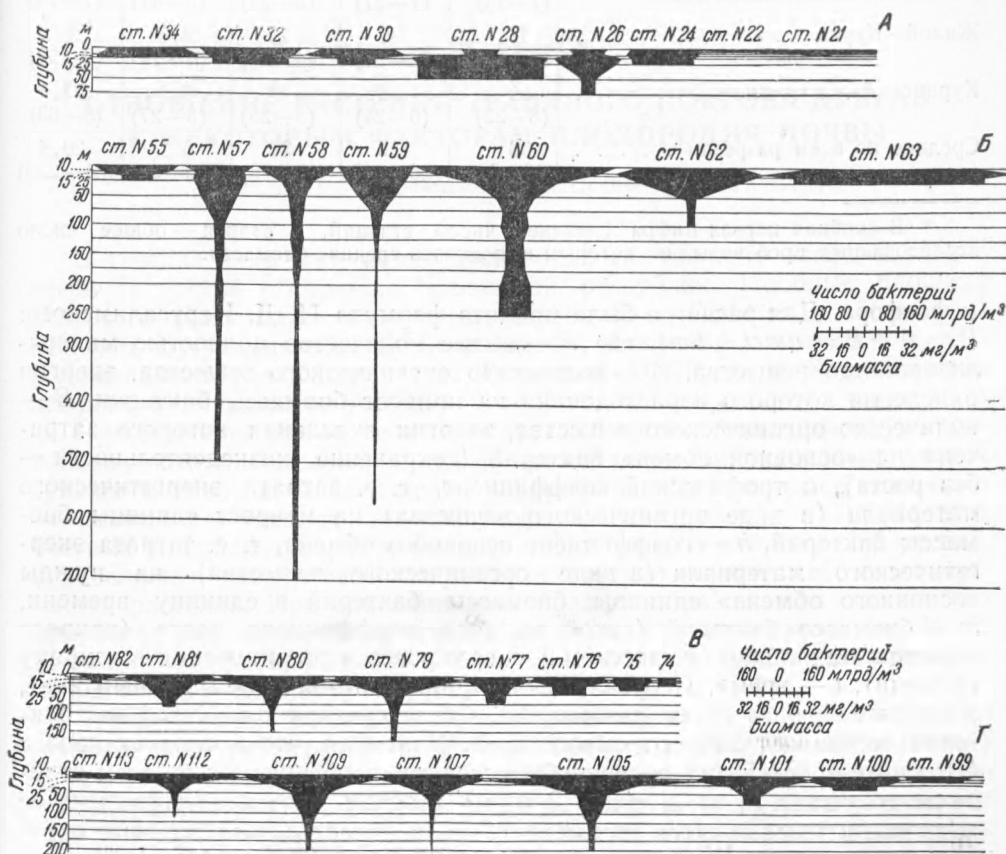


Рис. 2. Вертикальное распределение плотности микробного населения (биомассы) в воде Среднего и Южного Каспия. Разрезы: А — Махач-Кала — Сагындык; Б — Дивичи — Кендерли; В — Жилой — Куули; Г — Куринский камень — Огурчинский

(удельный вес бактерии принимался за единицу). Послойное распределение биомассы приведено в табл. 1. Принимая в качестве средней величины биомассы микроорганизмов для всех станций четырех разрезов — $20,8 \text{ мг/м}^3$ и объем воды Среднего и Южного Каспия равным $77\,000 \text{ км}^3$ (3), легко вычислить, что общая биомасса микроорганизмов в водной толще Среднего и Южного Каспия весит $1\,600\,000 \text{ т}$.

Определения скорости размножения микроорганизмов на разных глубинах Каспийского моря показали, что среднее время, которое требуется для деления бактериальной клетки, составляет 48 часов, а средний суточный коэффициент P/B равняется $0,35$. Исходя из величин биомассы микроорганизмов в Среднем и Южном Каспии и ее «оборачиваемости» в течение суток, можно в известном приближении установить суточную величину минерализации органического вещества, производимой микроорганизмами, и количества регенерируемых при этом соединений азота

Таблица 1

Средняя биомасса микроорганизмов в различных слоях воды
Среднего и Южного Каспия (в мг/м³)

Разрезы	Слои воды				
	0—10 м	0—25 м	0—50 м	50 м—дно	0—дно
Махач-Кала—Сагындык	20 (7—16*)	24 (5—20)	26 (2—10)	4,1 (1—2)	20,9 (8—33)
Дивичи—Кендерли	38 (7—14)	36 (7—27)	27 (5—24)	3,4 (5—47)	18,9 (7—74)
Жилой—Куули	37 (8—16)	37 (8—32)	43 (4—20)	9,0 (4—16)	20,2 (8—50)
Куринский—Огурчинский	51 (8—22)	58 (6—24)	49 (5—25)	6,8 (5—27)	23,4 (8—63)
Среднее по всем разрезам	36 (30—68)	39 (26—103)	36 (16—79)	6 (15—92)	20,8 (31—220)

* В скобках первая цифра означает число станций, а вторая — общее число исследованных проб воды, по которым выводилась средняя биомасса.

и фосфора. Для расчетов была принята формула Н. Д. Иерусалимского: $P = A + B = amct + bmt$, где P — общее количество полностью минерализованного вещества, A — количество органического вещества, энергия окисления которого израсходована на прирост биомассы бактерии, B — количество органического вещества, энергия окисления которого затрачена на «основной обмен» бактерий (сохранение жизнедеятельности — без роста), a трофический коэффициент, т. е. затрата энергетического материала (в виде органического вещества) на прирост единицы биомассы бактерий, b — коэффициент основного обмена, т. е. затрата энергетического материала (в виде органического вещества) на нужды «основного обмена» единицы биомассы бактерий в единицу времени, m — биомасса бактерий (сухой вес), c — коэффициент роста (прирост единицы микробной биомассы в процессе роста и размножения в единицу времени), t — время. Иерусалимский принимает значение a равным 2—4, в среднем 3, b за сутки равным 0,3—0,8, в среднем 0,5. Сухой вес бактерий составляет 20% от сырого веса. Учитывая, что в слое активного фотосинтеза (0—50 м) средняя биомасса микроорганизмов по всем станциям достигает 36 мг/м³ или 7,2 мг/м³ в сухом весе и коэффициент ее прироста в течение суток составляет 0,35, количество разложенного органического вещества составит $3 \times 7,2 \times 0,35 + 0,5 \times 7,2 = 11,2$ мг/м³, т. е. 0,1% от его концентрации в Среднем и Южном Каспии (12 г/м³⁽²⁾). На глубинах от 50 м до дна со средней микробной биомассой в 6 мг/м³ за сутки примерно минерализуется 2 мг/м³ органического вещества.

Установленное в Среднем и Южном Каспии отношение органического углерода к органическому азоту составляет 11,5⁽²⁾, а отношение $C_{орг} / P_{орг} = 300$ ⁽⁹⁾. Следовательно, за сутки микроорганизмы при минерализации в поверхностных слоях 11,2 мг/м³ органического вещества регенерируют 0,5 мг/м³ азота и 0,2 мг/м³ фосфора.

Институт микробиологии
Академии наук СССР

Поступило
1 IV 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Ворошилова, цит. по А. Трофимову, Метеорология и гидрология, № 6, 12 (1938). ² В. Дацко, ДАН, 24, 294 (1939). ³ Л. Зенкевич, Фауна и биологическая продуктивность моря, 1, 1947; 2, 1951. ⁴ А. Крисс, М. Лебедева, ДАН, 89, 949 (1953). ⁵ А. Крисс, Е. Рукина, Журн. общ. биол., 13, 346 (1952). ⁶ А. Малианц, Микробиологическое исследование грунта Каспийского моря, 1933. ⁷ Цит. по Б. Исаченко, Микробиология, 6, 964 (1937). ⁸ Е. Рукина, В. Бирюзова, Микробиология, 21, 60 (1952). ⁹ Б. Скопинцев, Труды Гос. океаногр. инст., в. 17 (29), 3 (1950).