

МИКРОБИОЛОГИЯ

А. Е. КРИСС, М. Н. ЛЕБЕДЕВА и Е. А. РУКИНА

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ
МИКРООРГАНИЗМОВ В МОРЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДАЛЕНИЯ
ОТ БЕРЕГА**

(Представлено академиком А. И. Опариным 14 VII 1952)

Все известное о горизонтальном распределении микроорганизмов в морских водоемах в зависимости от расстояния от суши касается лишь тех микробных форм, которые способны развиваться на искусственных средах в лабораторной обстановке. Между тем, эти гетеротрофные микроорганизмы определяются существующими методами лишь в долях процента от общего числа микроорганизмов, открываемых методом прямой микроскопии. Задачей данной работы и являлось выяснение закономерностей в горизонтальном распределении на разных глубинах численности и биомассы всего микробного населения моря по мере удаления от берега.

С этой целью в июне 1950 г. был сделан разрез от южного побережья Крыма в глубь моря длиной в 60 миль, со станциями: 0,5; 2; 10; 20; 30; 50 и 60 миль от берега. На всех станциях брались пробы воды батометрами Нансена с горизонтов 0; 5; 10; 25 м, а на больших глубинах — с горизонтов 50; 75; 100; 125; 150; 175; 200 м и глубже — до дна. Каждая проба фильтровалась в лаборатории на судне через мембранные ультрафильтры, изготовленные по методу Е. Рукиной и В. Бирюзовой⁽⁸⁾ и практически свободные от микробных клеток*.

Нами применялись мембранные ультрафильтры, имеющие полезную фильтрующую поверхность диаметром в 1 см. Через эти ультрафильтры пропускалось 20—50 мл воды с данного горизонта, что позволило сконцентрировать микробные клетки из указанных объемов воды на очень малой площади фильтра. После окончания процесса фильтрации фильтр с осевшим на его поверхности взвешенным содержимым исследуемой пробы воды фиксировался в парах формалина и окрашивался 1% эритрозином в 5% карболовой кислоте. Высушенный затем фильтр помещался в каплю канадского бальзама на предметном стекле для просветления и закрывался покровным стеклом. Сделанные таким образом препараты просматривались при увеличениях 1350. Подсчет числа микроорганизмов производился в 50 полях зрения, заключавших в себе 5000 клеток сетчатого окулярного микрометра. Пересчет производился по соответствующей формуле на 1 мл воды.

Из табл. 1 видно, что число микроорганизмов в 1 мл воды слоя 0—200 м колебалось в пределах от нескольких тысяч до нескольких сот тысяч. Максимальные цифры, свыше 300 000 и даже 500 000, были полу-

* Продажные мембранные ультрафильтры непригодны для этой цели, так как они содержат столь значительные количества микробных тел, что даже при фильтрации больших объемов воды через эти фильтры процент ошибок был бы велик.

Таблица 1

Изменения количественного содержания микроорганизмов на разных глубинах в зависимости от удаления от берега (цифры выражают число микроорганизмов в 1 мл)

Глубина в м	Расстояние от берега в милях						
	0,5	2,0	10,0	20,0	30,0	50,0	60,0
0	123 000	126 000	106 000	168 000	51 000	27 000	27 000
5	118 000	93 000	51 000	97 000	39 000	9 000	12 000
10	144 000	112 000	112 000	100 000	51 000	5 000	22 000
25	237 000	211 000	574 000		205 000	149 000	69 000
50		365 000	247 000	199 000	209 000	146 000	117 000
75			101 000	337 000	35 000	7 000	48 000
100			17 000	16 000	27 000	3 000	21 000
125			8 000	14 000	7 000	4 000	20 000
150			6 000	8 000	18 000	6 000	8 000
175			20 000	57 000		12 000	16 000
200			87 000		17 000	13 000	

чены на глубинах 25; 50; 75 м, т. е. в слое температурного скачка и несколько ниже его. В этом отношении наши данные расходятся с данными А. Ворошиловой (2) о наибольшей концентрации микроорганизмов в нулевом горизонте моря, но нужно учесть, что ее исследования были сделаны зимой. Среди взятых проб воды не оказалось таких, в которых количество

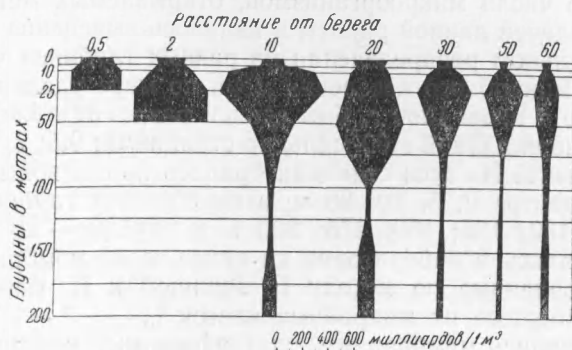


Рис. 2. Вертикальное распределение плотности микробного населения в море по мере удаления от берега (расстояния от берега даны в милях)

микробных клеток превышало миллион, как в исследованиях Коппа (1). Минимальные числа микроорганизмов, 3000—9000 в 1 мл воды, обнаруживались чаще всего на нижних горизонтах кислородной зоны, вблизи верхней границы сероводородной области; глубже количественное содержание микроорганизмов в 1 мл воды повышалось. С удалением от берега в открытое море наблюдается, несмотря на отдельные колебания, явное уменьшение концентрации микроорганизмов в слое воды 0—75 м; это уменьшение имеет неодинаковое количественное выражение на различных горизонтах. Глубже 75 м, на горизонтах 100, 125, 150, 175 и 200 м, расстояние от суши не оказывает уже значительного влияния на количественное содержание микроорганизмов в воде, хотя оно неравномерно распределяется на этих глубинах по сделанному разрезу.

Наиболее часто встречающиеся микробные формы — укороченные палочки, приближающиеся почти к коккам, затем кокки и палочки различной длины и ширины. В препаратах можно было видеть клетки, находя-

щиеся на стадиях деления. Характерную часть микробного населения составляли нитевидные микроорганизмы, шириной 0,3—1,15 μ и длиной до 60—80—100 μ (см. рис. 1 на вклейке к стр. 623 и рис. 2). Они встречались на всех горизонтах, но на глубинах 150, 175, 200 м количество нитей возрастало в несколько десятков раз по сравнению с верхними горизонтами, где число их было сравнительно невелико. Эти нитевидные формы (о них будет подробно сказано в другом сообщении) фрагментируются на отдельные элементы различной длины. Возможно, что увеличение числа клеток микроорганизмов, наблюдающееся на горизонтах 175 и 200 м, определяется учетом тех фрагментов распадающихся нитей, которые трудно отличить от обычных бактериальных форм. Помимо палочек, кокков и нитей, на разных глубинах обнаруживались дрожжеподобные клетки и конидии грибов. На 200-метровом горизонте 10-мильной станции на 1 мл воды приходилось около 800 клеток, напоминающих дрожжи.

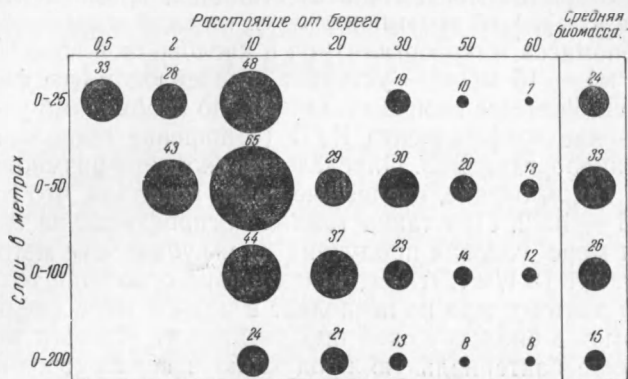


Рис. 3. Средняя биомасса микроорганизмов в слоях воды различной толщины по мере удаления от берега (цифры выражают число мг на 1 м³ воды; расстояния от берега даны в милях)

Чтобы составить более наглядное представление о распределении плотности микробного населения по вертикали на различном расстоянии от берега, был сделан расчет численности микроорганизмов на каждой станции в слоях воды: 0—5; 5—10; 10—25; 25—50; 50—75; 75—100; 100—125; 125—150; 150—175 и 175—200 м. Расчет производился следующим образом: умножением числа микроорганизмов в 1 мл воды на 10⁶ узнавалось количество их в 1 м³ данного горизонта, а затем для количественной характеристики соответствующего слоя числа микроорганизмов в 1 м³ на горизонтах, ограничивающих этот слой складывались и умножались на половину толщины слоя. Произведение выражало собою среднее число микробных форм в данном слое, а частное от деления этого произведения на толщину слоя — среднее число микроорганизмов в 1 м³ этого слоя.

На рис. 3 графически изображено вертикальное распределение плотности микробного населения, по мере удаления от берега. Легко заметить, что в отличие от гетеротрофов, растущих на белковых средах, в распределении которых в водной толще моря наблюдается очаговость и микроразональность (4), для общего числа микроорганизмов характерна резко выраженная стратификация: в слоях воды, где происходит температурный скачок, и ниже этих слоев концентрация микроорганизмов очень высока по сравнению с другими слоями, особенно глубже расположенными.

Максимумы плотностей микроорганизмов находятся ниже максимумов численности фитопланктона, и, повидимому, определяющее значение для

накопления биомассы микроорганизмов в море имеет не только живой фитопланктон, но и мертвые тела его и зоопланктон.

С удалением от суши концентрация микроорганизмов убывает в слоях воды, примыкающих к слою температурного скачка, в связи с общим уменьшением растительного и животного населения в открытом море, однако в этих слоях она все же значительно выше, чем на больших глубинах кислородной зоны.

Средняя биомасса микроорганизмов в 1 м^3 слоев воды различной толщины и в зависимости от расстояния от суши представлена на рис. 3. Для определения биомассы палочек и кокков объем их принимался в среднем равным $0,2 \text{ м}^3$ на основании проведенных измерений 500 клеток с разных глубин и станций. Удельный вес микроорганизмов принимался за единицу. На рисунке видно, что в слоях воды 0—25; 0—50; 0—100 и 0—200 м за исключением 10-мильной станции, где сказывается круговое течение, средняя биомасса в 1 м^3 воды закономерно уменьшается по направлению в открытое море. На всех станциях, кроме 20-мильной, наибольшая биомасса в 1 м^3 воды приходится на слой воды 0—50 м.

Средняя биомасса микроорганизмов в кислородной зоне Черного моря (слой 0—200 м) — 15 мг/м^3 — уступает средней биомассе фитопланктона (⁶, ⁷) и средней биомассе зоопланктона (⁵), но необходимо учесть высокое числовое значение коэффициента P/V (отношение продукции к биомассе (³)) для микроорганизмов. Определения скорости размножения микроорганизмов в Тихом океане, сделанные нами, показали, что годовой коэффициент $P/V = 1022$. При таких темпах воспроизведения микроорганизмов в Черном море годовая продукция их в кубическом метре воды слоя 0—200 м составит 15 г/м^3 . Эта огромная цифра относится только к кислородной зоне и поэтому еще не позволяет в полной мере оценить значение микроорганизмов в биологической продуктивности Черного моря. Необходимо учесть еще бактериальную продукцию в сероводородной зоне, где происходят исключительные по своим масштабам микробиологические процессы превращения веществ и образования органического вещества.

Институт микробиологии и
Севастопольская биологическая станция
Академии наук СССР

Поступило
5 VII 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Водяницкий, Тр. Зоол. ин-та, 7, в. 2, 7 (1941). ² А. Ворошилова, цит. по А. Трофимову, Метеорология и гидрология, № 6, 12 (1938). ³ Л. Зенкевич, Докл. I сессии Гос. океанограф. ин-та, № 4, 1 (1931). ⁴ А. Крисс, Е. Рукина, В. Бирюзова, Микробиология, 20, № 3, 256 (1951). ⁵ А. Кусморская, Тр. Азовско-Черном. ин-та морск. рыбн. хоз. и океаногр., в. 14, 177 (1950). ⁶ Н. Морозова-Водяницкая, ДАН, 73, № 4, 821 (1950). ⁷ Г. Пицык, Тр. Азовско-Черном. ин-та морск. рыбн. хоз. и океаногр., в. 14, 215 (1950). ⁸ Е. Рукина, В. Бирюзова, Микробиология, 21, 60 (1952).