

А. КОВАЛЕВСКИЙ»

69-й РЕЙС НИС «АКАДЕМИК

«НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ-1975

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ
МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

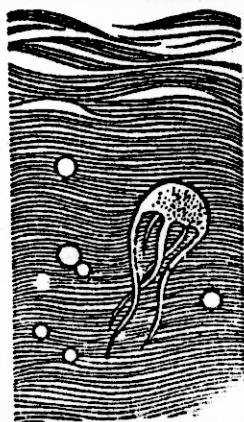
ПРОВ 98

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДИЗЕМНОМ И ЧЕРНОМ МОРЯХ

В НОЯБРЕ - ДЕКАБРЕ 1971г.

Институт
Биологии южных морей
ИМЕНИ А. О. КОВАЛЕВСКОГО

№ 25821



Количественное развитие гетеротрофных бактерий в Черном и Средиземном морях в ноябре-декабре 1971 г.

Распад отмерших растительных и животных организмов, при котором происходит регенерация биогенных элементов, необходимых для развития фитопланктона, осуществляется за счет деятельности сапрофитных бактерий. Поэтому по данным о численности этих микроорганизмов в определенной степени можно судить об интенсивности этого процесса в районах исследования.

Метод проращивания фильтров, наиболее часто используемый в практике морской микробиологии при изучении количественного развития гетеротрофов, дает заниженные результаты при значительной обсемененности воды [2]. Это связано с тем, что на небольшой площади фильтра между организмами более остро проявляется антагонизм. Кроме того, нет гарантии, что развитие колонии происходит из одной клетки. Сам способ обработки пробы приводит к тому, что колонии вырастают из нескольких или даже множества клеток. Вероятно, занижение численности бактерий при использовании метода проращивания фильтров происходит также потому, что пробы фильтруются через медные или латунные приборы Зейтца (с такой же прокладкой), и ионы меди в какой-то степени адсорбируются на фильтре, оказывая на осевшие на его поверхности бактерии олигодинамический эффект. Да и сами фильтры, хотя их тщательно кипятят перед использованием для удаления органических растворителей (бутилацетат и др.), по-видимому, сохраняют в своих порах какое-то их количество, что, вполне вероятно, также может тормозить или препятствовать развитию части микрофлоры.

Учитывая эти обстоятельства, во время 67-го

рейса нис "Академик А.Ковалевский" была проведена специальная методическая работа в условиях открытых глубоководных областей Средиземного моря, бедных гетеротрофной микрофлорой, для сравнительной оценки данных по численности сапрофитных бактерий, полученных двумя методами: глубинным посевом по Коху и проращиванием. В качестве среды была использована разведенная в 10 раз по сравнению с наиболее принятой в практике отечественной морской микробиологии средой^{*}). В результате было установлено, что метод Коха в использованной нами модификации более полно выявляет гетеротрофную микрофлору и дает величины численности сапрофитных бактерий даже в открытых глубоководных районах Средиземного моря до двух порядков более высокие, чем метод проращивания фильтров (отчет о научно-исследовательской работе лаборатории микробиологии ИнБЮМа АН УССР за 1966-1970 гг.).

Поэтому в 69-м рейсе нис "Академик А.Ковалевский" изучение количественного содержания гетеротрофных бактерий на различных глубинах водной толщи проводили методом Коха. Посев осуществляли в 5 мл 10% среды (охлажденной до 40-45° С) пробой в объеме 1 мл (в приустьевых районах) или 5 мл (в открытых районах). Среда при этом разбавлялась на 20%, или в 2 раза соответственно. Содержимое пробирки тщательно перемешивали энергичным вращательным движением пробирки между ладонями 20 сек и затем выливали в чашку Петри с диаметром дна 7 см.

Учет колоний проводили по всей чашке под бинокулярной лупой при увеличении в 32 раза на 7-10 сутки роста при температуре порядка 20-24° С.

* 5 г вместо 50 г РПА на 1 л морской воды (РПА - сухой питательный агар, содержащий 60% триптического гидролизата рыбной муки и 40% агар-агара).

Следует отметить, что на упомянутой среде никогда даже при более длительных экспозициях чашек не наблюдалось слияния колоний ни в глубине, ни на поверхности агара. Пробы воды отбирались с различных глубин по стандартным гидрологическим горизонтам (предельная глубина - 3000 м) батометрами сплошной проточности, изготовленными из хлорвинила. Батометр перед опусканием стерилизовали 96° спиртом. Одновременно с микробиологическими пробами из тех же батометров Д.М.Витюк отбирал пробы для определения в них суммарной взвеси, а также органической и минеральной ее составляющих.

Результаты исследований

В первой половине ноября 1971 г. (6-7 ноября) в 12 милях от устья Дуная на глубинах от 0 до 45 м наблюдалось слабое развитие гетеротрофных бактерий: более чем в половине проб (8 из 15) их численность составляла единицы (1-8 колоний/мл), в четырех пробах - десятки (16-35 колоний/мл), в двух - сотни (103-395 колоний/мл) и в одном случае - на 28 м станции 5 - тысячи (7389 колоний/мл). Самая обильная микрофлора на нулевом горизонте также отмечена на этой станции (395 колоний/мл, табл. 1). В распределении гетеротрофов по глубинам имела место микрозональность. Относительно более высокие величины численности бактерий отмечены на нулевом горизонте или в придонном слое.

В приустьевом районе реки По (21-23 ноября 1971 г.) на всех станциях и до глубины 30 м численность гетеротрофных бактерий колебалась в пределах величин одного порядка: количество бактерий в 14 из 15 проб составляло десятки (10-87 колоний/мл) и лишь на 0 м станции - 41 - 144 колоний/мл (табл. 1). На всех станциях отмечено заметное нарастание численности этих микроорганизмов ко дну по сравнению с вышележащими (в том числе и нулевым) горизонтами.

В приустьевом районе Роны 18-19 декабря 1972 г. (табл. 1, 3) почти половина из 23 проб (45,4%)

содержала единичное количество гетеротрофных бактерий, несколько меньше (40,9%) – десятки (11–91 колоний/мл) и в трех случаях (13,6%) – сотни (119–481 колоний/мл).

На отдельных горизонтах (0,25,75 или 100 м) отмечено относительно повышенное развитие бактерий (табл. 1). Практически такое же соотношение в частоте встречаемости проб с различной концентрацией гетеротрофных бактерий в воде наблюдалось 22–23 декабря в приустьевом районе Эбро (табл. 1 и 3): 45% от общего числа проб содержали единичное число бактерий (2–8 колоний в 1 мл) 40% – десятки (17–90 колоний/мл) и 15% – сотни (240–300 колоний/мл).

Наибольшие величины численности бактерий в этом районе отмечены на нулевом горизонте; некоторое увеличение их числа наблюдалось также на 25 или 50 м.

В приустьевом районе По (21–22 ноября 1971 г.) основная масса проб (93,3%) содержала десятки гетеротрофных бактерий в 1 мл воды. При более узких пределах колебания числа этих микроорганизмов средняя их величина для данного района, рассчитанная по медиане [1], оказалась наибольшей. Это, возможно, связано с тем, что наши работы проходили сразу же после шторма и вода была очень мутной из-за сильного перемешивания.

В открытых районах Черного моря изучение количественного распределения гетеротрофных бактерий на различных глубинах (до 2000 м) проводилось на трех станциях по разрезу от центра моря в направлении на Босфор (станции 1, 2, 8).

Численность этих микроорганизмов колебалась несколько в более узких пределах в кислородной по сравнению с сероводородной зоной (5–617 тыс. и 0,4–799 тыс. колоний/1 л соответственно). Причем, в сероводородных условиях чаще встречались пробы, содержащие сотни тысяч гетеротрофов в 1 л воды. Относительно повышенное развитие данных бактерий наблюдалось не только на отдельных горизонтах (25, 40 м) слоя активного фотосинтеза, но и в пограничном слое

между кислородной и сероводородной зонами (100 или 150, или 175 м).

Судя по средним величинам, рассчитанным по медиане, верхние слои Черного моря относительно более богаты гетеротрофной микрофлорой. Следует отметить, что в исследованный период открытые районы Черного моря не уступали приустьевым районам Дуная (табл. 1 и 2).

В Адриатическом море на семи станциях, расположенных вдоль его оси (ст.29-35), наблюдалось обильное развитие гетеротрофной микрофлоры в верхней толще вод (до 150 м) по сравнению с глубинными его слоями (0,4-340 тыс. против 0-12 тыс. колоний/1 л).

Относительно повышенное содержание бактерий по сравнению с прилежащими горизонтами наблюдалось на различных станциях в пределах 10-50 м, а, кроме того, подчас значительный скачок численности на 75 или 100, или 150 м. Открытые районы Адриатики по средним характеристикам уступали по степени развития гетеротрофной микрофлоры району устья р.По.

Для Тирренского моря оказалось характерным более обильное развитие гетеротрофных бактерий в глубинных слоях (ниже 100 м), где более часто встречались пробы, содержащие десятки (56,6%) и сотни (21,7%) тысяч колоний в 1 л воды (против 37,9 и 6,9% в слое 0-100 м). Относительное увеличение концентрации бактерий в поверхностных водах наблюдалось здесь на 25 или 50 м, а в глубинной толще - на различных горизонтах: 500 или 1000, или 1500 и даже 2500 м (табл. 4).

При широком диапазоне колебаний численности гетеротрофных бактерий в западной части Средиземного моря (0,8-413 тыс. колоний/л) этот район бассейна, судя по средним показателям, оказался наиболее бедным гетеротрофной микрофлорой. Здесь в слое 0-150 м был самым высоким процент проб с наименьшим содержанием этих микроорганизмов (тысячи колоний/1 л - 66,7%). На станции 44 (Тунисский пролив) содержание гетеротрофов в толще воды от 0 до 300 м

Таблица 1

Распределение гетеротрофных бактерий на различных глубинах в приустьевых районах рек ($\times 10^3$ колоний/литре).

р. Дунай

Номер станции, горизонт, м	3	4	5	6	7
0	1,0	103,0	394,6	18,0	32,1
10	0	35,0	16,0	2,0	-
16	-	8,0	-	-	-
20	3,5	-	-	-	2,6
25	-	-	-	2,0	-
28	-	-	7389,4	-	-
45	-	-	-	2,0	5,4

р. П о

Номер станции, горизонт, м	36	37	38	39	40	41	42	43
0	13,5	42,7	16,4	117,0	52,7	14,4	43,0	17,0
10	-	23,3	2,7	53,0	-	-	-	-
25	78,2	97,0	-	-	-	-	-	-
27	-	-	19,3	-	-	-	-	-
30	-	-	-	51,7	-	-	-	-

р. Рона

Номер станции, горизонт, м	49	50	52	45	46	47	48	51
0	118,7	5,3	13606	91,3	11,3	40,7	41,7	480,7
10	6,7	2,0	-	18,7	-	-	-	-
25	47,7	2,3	-	51,3	-	-	-	-
50	4,3	3,3	-	4,0	-	-	-	-
75	30,5	5,0	-	0,3	-	-	-	-
95	36,3	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 1

Номер станции, горизонт, м	49	50	52	45	46	47	48	51
100	-	-	-	13,0	-	-	-	-
115	-	-	-	2,3	-	-	-	-

р. Эбро

Номер станции, горизонт, м	53	54	55	56	57	58	59	60
0	250,7	26,3	240,3	47,7	300,5	4,3	17,0	60,3
10	-	-	-	-	-	8,3	2,3	2,7
25	-	-	-	-	-	17,0	2,0	5,0
50	-	-	-	-	-	10,3	90,0	8,3
70	-	-	-	-	-	7,7	-	-
75	-	-	-	-	-	-	17,0	-
90	-	-	-	-	-	-	-	1,7

колебалось от 1 до 50,4 тыс. в 1 л. Максимальная их концентрация на порядок более высокая по сравнению с выше- и нижележащими горизонтами отмечена на глубине 150 м, т.е. примерно на стыке течений атлантического и левантийского происхождения.

В Черном море наряду с учетом численности мезофильных аэробных бактерий в отдельных случаях изучалось распределение психрофильных аэробных и анаэробных бактерий (табл. 5). В подавляющем большинстве случаев более обильный рост при высеве воды, поднятой даже с больших глубин, давали мезо-

Таблица 2

Распределение численности гетеротрофных бактерий в открытых районах
исследованных морей (цифры показывают число колоний в тысячах в
расчете на 1 л воды)

Номер станции, горизонт, м	Черное море			Адриатическое море							
	1	2	8	29	30	31	32	33	34	35	44
0	11,4	15,1	27,4	6,7	5,0	23,3	3,3	4,9	18,0	14,8	7,2
10	-	-	-	-	88,6	-	256,7	33,9	22,5	81,0	1,0
25	9,3	617,3	258,3	288,7	63,8	0,7	339,9	42,1	59,8	71,2	3,8
40	5,1	203,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	82,4	-	-	-	-
50	6,1	60,9	12,9	-	53,7	4,1	48,5	20,0	59,7	57,4	4,8
55	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	42,3	-
65	-	-	16,3	143,2	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	202,0	304,5	-	23,7	11,9	46,6	-	-
100	11,7	68,7	14,0	83,3	-	5,5	26,3	9,9	12,7	-	6,0
150	36,7	-	-	67,1	6,3	-	9,7	17,8	-	-	50,4

Продолжение табл. 2

Номер станций, горизонт, м	Т и р р е н с к о е м о р е										
	66	67	68	69	70	71	61	62	63	64	65
0	0,3	1,0	0,5	1,2	350,0	1,7	5,5	14,8	6,2	1,3	131,2
25	2,2	16,2	12,0	14,7	126,3	19,5	1,2	203,2	6,0	412,8	10,7
50	6,3	8,5	25,0	31,8	83,0	18,0	7,0	134,8	3,0	8,7	2,7
100	4,0	1,7	14,2	8,5	27,7	18,2	0,8	15,4	2,3	3,0	2,5
150	-	-	-	-	-	-	1,3	-	10,2	3,0	1,0
200	-	-	-	-	-	-	-	16,0	-	-	-
250	4,0	-	5,0	3,8	24,3	13,7	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
440	30,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	-	8,0	23,0	23,0	109,0	109,2	-	20,0	-	-	-
950	-	-	29,5	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	31,3	-	14,8	16,2	-	-	14,0	-	-	-
1500	-	11,8	-	49,5	23,8	-	-	75,0	-	-	-
1900	-	-	-	-	287,0	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	110,2	-	-	-	-	-	-	-
2500	-	1,7	-	168,7	-	-	-	-	-	-	-
3000	-	-	-	33,7	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3

Развитие гетеротрофных бактерий в приустьевых районах
изученных морей в осенне-зимний период

Номер стан-ции	Слой	Число проб	Процент проб в различных объемах воды с числом колоний								Пределы колебания числа колоний наблюдавшиеся в объемах		расчетные в 1 мл
			0 - 9		10 - 99		100 - 999		1000 и более		1 мл	40 мл	
			1 мл	40мл	1 мл	40мл	1 мл	40мл	1 мл	40мл			
3-7	0-100	16	56,3	6,2	25,0	25,0	12,5	37,5	6,2	31,3	0-7389	0-295076	3-10-36
36-39	0-100	15	0	0	93,3	0	6,7	46,7	0	53,3	10-144	388-5760	22-34-53
45-50	0-100	23	45,4	0	40,9	17,4	13,6	39,1	0	43,5	0-13606	12-544240	6-14-34
53-60	0-100	20	45,0	0	40,0	15,0	15,0	50,0	0	35,0	2-300	68-12020	8-16-34

Таблица 4

Развитие гетеротрофных бактерий в открытых районах
изучаемых морей в осенне-зимний период

Номер стан-ция	Слой, м	Число проб	Процент проб в различных объемах воды с числом колоний								Пределы колебания числа колоний		
			0 - 9		10 - 99		100 - 999		1000 и бол.		наблюдавшиеся в объемах		расчетные в 1 мл
			1 мл	40мл	1 мл	40мл	1 мл	40 мл	1 мл	40мл			
8	0-100	15	20,0	0	60,0	0	20,0	56,3	0	46,7	5-617	202-24690	13-28-63
	0-150	16	18,8	0	62,4	0	18,8	50,0	0	50,0	5-617	202-24690	15-30-60
	150-2000	10	40,0	0	30,0	40,0	30,0	50,0	0	10,0	0,4-799	18-31976	2-14-92
	175-2000	9	44,4	0	22,3	44,4	33,3	44,4	0	11,2	0,4-799	18-31976	2-15-13

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
29-35	0-100	40	22,5	0	62,5	7,5	15,0	35,0	0	57,5	0,4-340	16-13596	16-26-45
	0-150	44	22,7	0	63,7	6,8	13,6	38,6	0	54,6	0,4-340	16-13596	16-26-41
	150-1000	10	60,0	20,0	40,0	10,0	0	60,0	0	10,0	0-12	0-492	4-16-10
	300-1000	6	83,3	33,3	16,7	16,7	0	50,0	0	0	0-67	0-2684	0-1-13
66-71	0-100	24	55,2	0	37,9	29,2	6,9	45,8	0	25,0	0,3-350	12-1400	9-18-24
	250-3000	23	21,7	0	56,6	4,3	21,7	52,2	0	43,5	1,7-287	68-11480	21-28-38
61-65	0-100	20	65,0	0	15,0	20,0	20,0	55,0	0	25,0	0,8-413	32-16512	3-7-15
	0-150	24	66,7	0	16,7	25,0	16,7	54,2	0	20,8	0,8-413	32-16512	3-9-24
	150-1500	4	75,0	0	25,0	0	0	100,0	0	0	1-20	40-800	2-6-15
	200-1500	4	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0	7,5-20	300-800	7-14-26
44	0-300	9	88,9	0	11,1	0	0	100,0	0	0	1-50	40-2014	2-4-11
74-76	0	2	0	0	100,0	22,2	0	66,7	0	11,1	14-15	550-580	9-14-23

Таблица 5

Сравнительные данные по численности мезофильных и психрофильных аэробных и анаэробных гетеротрофных бактерий на глубоководных станциях Черного моря (тыс. в 1 л воды)

Гори- зонт, м	Мезофилы			Психрофилы			
	аэробы			аэробы	анаэробы		
	номер станций						
	1	2	8	1	1	2	8
50	6,1	60,9	12,9	5,3*	-	-	-
150	36,7	-	-	-	-	-	40,7
175	-	-	799,4	-	-	-	2,7
200	-	-	222,0	16,3	4,0	0	4,7
250	-	-	111,3	-	-	-	11,7
500	1,7	-	55,3	3,3*	-	4,0	10,0
1000	0,6	-	18,5	0,5*	-	0,7	4,0
1500	1,4	-	-	0,5*	6,7	1,7	-
2000	0,4	-	-	-	1,3	0,3	-

* Средняя из шести повторных посевов, в остальных случаях - из трех посевов.

филы-аэробы, хотя на отдельных горизонтах (например, на 500 м, станция 1) почти вдвое больше отмечено психрофилов-аэробов, а на горизонтах 1500 и 2000 м - в 5 и 3 раза больше психрофилов-анаэробов.

ВЫВОДЫ

1. Судя по средним характеристикам, в ноябре-декабре 1971 г. наиболее обильное развитие гетеротрофных бактерий наблюдалось в приустьевом районе

реки По (по медиане 34000 колоний/мл). Примерно в 12 милях от рек Дуная, Роны и Эбро среднее количество гетеротрофов составило 10000, 14000 и 16000 колоний/л (соответственно).

2. Из открытых районов морских акваторий в пределах верхних 100-150 м самые большие средние величины численности гетеротрофных бактерий отмечены в Черном и Адриатическом морях (28000-30000 и 26000 колоний/л). В Тирренском, Ионическом морях и западной части Средиземного моря концентрация гетеротрофов в слое фотосинтеза в 1,5-2 раза была более низкой (18000, 14000 и 7000-9000 колоний/л соответственно).

3. Что касается численности гетеротрофных бактерий на больших глубинах, то в Черном (150-2000 м) и Адриатическом (150-1000 м) морях она в среднем до двух раз была меньшей, а в Тирренском море (250-3000 м) и западной части Средиземного моря (200-1500 м) - в два раза больше, чем в верхней толще вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашмария И.П., Воробьев А.А. Статистические методы микробиологических исследований. Л., Медгиз, 1962.
2. Крисс А.Е. Морская микробиология (глубоководная). М., Изд-во АН СССР, 1959.