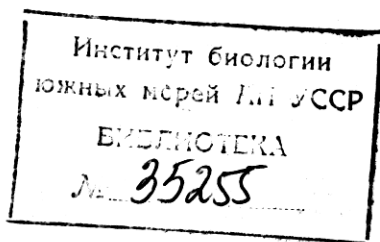


ПРОВ 2010

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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЮЖНЫХ МОРЕЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА», КИЕВ, 1974

- русевич Т. Ф. Оптическая структура пассатной зоны Атлантического океана и ее связь с физико-биологическими условиями.— Морские гидрофизические исследования, 1973, 1 (60).
- Кобленц-Мишке О. И., Козлянинов М. В. Вертикальное распределение фитопланктона и прозрачности в северной части Тихого океана.— ДАН СССР, 1966, 166, 2.
- Ли М. Е., Михайлов Э. А., Неуймин Г. Г. Новый логарифмический фотометр-прозрачномер.— В кн.: Исследования междуведомственной экспедиции в Северо-западной Атлантике. Изд-во МГИ АН УССР, Севастополь, 1969.
- Малер Г., Кордес Ю. Основы биологической химии. «Мир», М., 1970.
- Пицыйк Г. К., Георгиева Л. В. Фитопланктон тропической Атлантики как основа ее биологической продуктивности.— В кн.: Планктон и биологическая продуктивность тропической Атлантики. «Наукова думка», К., 1971.
- Семина Г. И. Фитопланктон Тихого океана. Автореф. докт. дис. М., 1972.
- Сорокина Н. А. О корреляции между показателем ослабления направленного света и градиентом плотности морской воды в эвфотической зоне тропической области Атлантического океана.— Морские гидрофизические исследования, 1972, 2.
- Стрикленд Д. Звенья морской пищевой цепи.— В кн.: Будущее науки (междунар. ежегодник). «Знание», 1968, 2.
- Шифрин К. С. Рассеяние света в мутной среде. Гостехиздат, М.— Л., 1951.

ON VERTICAL DISTRIBUTION OF PHYTOPLANKTON AND ITS INTERRELATION WITH TRANSPARENCE IN THE TROPICAL ATLANTIC

T. F. Narusevich

Summary

The article deals with the relation between phytoplankton number distribution and water transparency by vertical. This relation at the same time reflects the hydrological structure of the studied region. The linear correlation coefficient calculated by the value of the k_s index and the phytoplankton number corresponding to it proved to be equal to 0.84 ± 0.06 .

НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОСАДКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РАЙОНА ЧЕРНОГО МОРЯ

О. Г. Миронов, М. И. Кучеренко, Э. П. Тархова

Среди различных групп морских микроорганизмов определенный интерес представляют углеводородоокисляющие бактерии, играющие основную роль в самоочищении морей от нефтяного загрязнения. Важное значение принадлежит им и в трансформации углеводородов автохтонного происхождения. Между тем сведения о микроорганизмах данной группы в Черном море крайне ограничены (Миронов, 1969, 1969б, 1970, 1972; Кучеренко, Миронов, 1969). Материалом для настоящей работы послужили 61 проба донных осадков и 55 проб морской воды, отобранных на 18 станциях (рис. 1

статьи Л. Н. Кирюхиной в наст. сборнике). Станции располагались таким образом, чтобы можно было охватить районы, имеющие различную степень нефтяного загрязнения. Воду для микробиологического анализа отбирали батометром Нансена по трем горизонтам: поверхностный, срединный и придонный (на глубинах менее 6 м средний горизонт не брали). Образцы донных осадков извлекали с помощью трубок типа ГОИН. Поднятую на борт колонку грунта делили на пять горизонтов, исходя из ее гранулометрического строения. Для взятия уплотненного грунта использовали дночерпатель Петерсена. Пробы, отобранные дночерпателем, считались смешанными. Последующая обработка материала проводилась по методике, изложенной ранее (Миронов, 1969, 1972).

Полученные материалы показывают, что нефтеокисляющие бактерии выделялись повсеместно. При этом наиболее высокая их численность отмечалась в пробах воды и грунтов, отобранных в бухтах на станциях 11 и 14 (рис. 1). Количество микроорганизмов здесь составляет 10—1000 клеток в 1 мл и 10 000 000 в 1 г донных осадков из слоя 0—1 см, что связано с систематическим поступлением нефтепродуктов в море. На ст. 6, также расположенной в бухте, но менее загрязненной нефтью, количество нефтеокисляющих микроорганизмов в воде и донных осадках было в пределах 10—100 клеток. Небольшая глубина моря в этом районе (2,5 м) обеспечивает хорошую аэрацию, ускоряя окисление углеводородов в воде и грунтах (Миронов, 1969).

В открытом море численность бактерий снижается по сравнению с акваториями бухт на 3—4 порядка (рис. 1, ст. 2—5, 7—10, 12, 13, 15—19). При этом плотность микробного населения, окисляющего углеводороды, в донных осадках намного выше, чем в воде. Так, в 1 г сырого грунта из слоя 0—1 см содержится от 10 до 100 000 нефтеокисляющих бактерий, в то время как в столбе воды над ним их численность составляла 10—1 и менее клеток в 1 мл. Такое скопление микрофлоры в верхнем слое донных отложений характерно для мелководных районов моря и свидетельствует об активно протекающих микробиологических процессах трансформации органических веществ.

На пространственное распределение бактерий данной группы оказывает влияние близость источников загрязнения, а также некоторые гидрологические факторы. Как видно из приведенных данных (рис. 1, ст. 9, 10, 11 и 13), для участков моря, расположенных вблизи портов, характерна несколько повышенная плотность нефтеокисляющих бактерий как в воде (1—100 кл./мл), так и в грунте (1000—10 000 кл. в 1 г окисленного слоя). Это связано с господствующими ветрами (Толмазин, 1963), которые, как известно (Миронов, 1967), оказывают большое влияние на дальность распространения загрязнений в море.

Своеобразно распределение нефтеокисляющего микробного населения в западной части акватории, находящейся вблизи приустьевых зон рек Днестра и Дуная (рис. 1, ст. 15, 16, 17), с водами кото-

рых приносится большое количество нефтяных отходов (Гавришева, 1969). Здесь при высокой численности микроорганизмов в донных осадках (10 000—100 000 кл/л грунта), содержание их в толще воды незначительно (0,1—10 кл/мл).

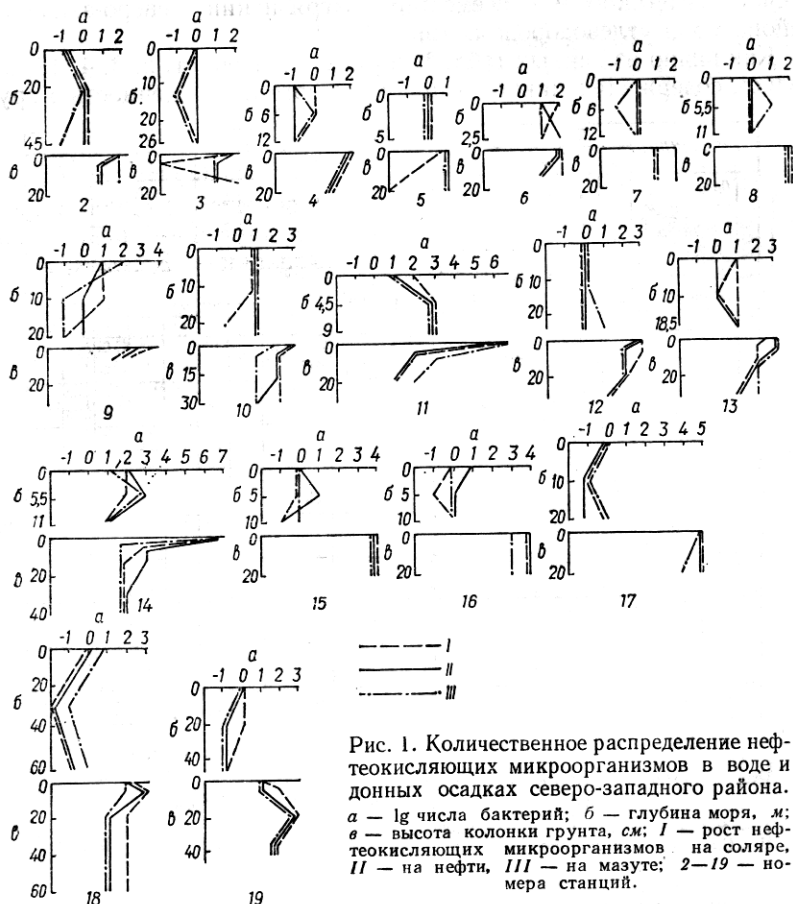


Рис. 1. Количественное распределение нефтеокисляющих микроорганизмов в воде и донных осадках северо-западного района. a — $\lg$ числа бактерий; b — глубина моря, м; θ — высота колонки грунта, см; I — рост нефтеокисляющих микроорганизмов на соляре, II — на нефти, III — на мазуте; 2—19 — номера станций.

Весьма вероятно, что столь высокая концентрация углеводородоокисляющих бактерий связана с накоплением в грунтах, помимо компонентов нефтяного загрязнения, также углеводородов автохтонного происхождения, например, за счет развития планктона в области контактных зон. Сравнительно же низкая численность бактерий в толще морской воды может быть обусловлена смещением центра тяжести процессов самоочищения в бентическую область моря (Алдакимов и др., 1972). Этому в значительной степени благоприятствует легкий механический состав грунтов, способствующий интенсификации процессов деструкции органического вещества (Родина, 1960; Оппенгеймер, 1960).

Всего из воды и донных осадков было выделено 1111 чистых культур, из которых 380 росло на минеральной среде с нефтью и нефтепродуктами. В распределении штаммов нефтеокисляющих бактерий почти отсутствует очаговость, что может свидетельствовать о систематическом и повсеместном загрязнении северо-западного района моря углеводородами (рис. 2).

Как видно из данных табл. 1, в ряде случаев (ст. 2, 3, 4, 19) при низком содержании микроорганизмов в воде их численность в грун-

Горизонты		Станции																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Вода	Поверхностный, 0-0,5 м	х	х	х	х	○△	○	○	○	○△	○	○△	○	○△	○△	○△	○△	○	○	
	Срединный, глубина, м	х	х	х	х	Нет проб	○△	○△	○	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	х	
	Придонный, глубина, м	○	○	х	х	○	○△	○	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	х	
		44	26	12	5	25	12	11	20	23	8	25	18	11	9,5	10	20	62	44	
Донные осадки, см	0-1	○	○△	○△	○△	○		○△	○△		○△	○△	○	○△			○△	○△	○△	
	1-5	○△	○△	○	○△	○△	○		△	○	○△	⬢	○				○△	○△	○△	
	5-15	○△	○			□			□	⬢				△	△	○□				
	15-25	□	○△								○□	⬢							□	
	25-35	△							○	△		○△	⬢	○					○	
	35-45													○				○△	○△	
	45-55									○□		○□	⬢							
	55-65																	□⬢	△	
Высота колоний, см		40	24	20	20	35	20	20	52	50	19	50	29	42	20	20	20	60	42	
		○ 1	□ 2	△ 3	△ 4	⬢ 5	▲ 6	⬢ 7	х 8											

Рис. 2. Распределение нефтеокисляющих бактерий в воде и донных осадках северо-западного района Черного моря:

1 — *Pseudomonas*, 2 — *Pseudobacterium*, 3 — *Bacterium*, 4 — *Vibrio*, 5 — *Bacillus*, 6 — *Chromobacterium*, 7 — *Micrococcus*, 8 — отсутствие нефтеокисляющих бактерий.

тах достигала значительной величины и, напротив, бедному бактериальному населению донных осадков соответствовало скопление его в вышележащем столбе воды (ст. 7, 8, 10, 15, 16). Вероятно, это связано с различными гидрологическими факторами и физико-химическими особенностями донных осадков.

Количество штаммов нефтеокисляющих бактерий, выделенных из морской воды и грунтов, примерно одинаково (198 и 182 соответственно). Однако при переходе из воды в бентическую зону увеличивается многообразие микробных форм, что видно из приведенных на рис. 2 данных.

Как в водной толще, так и в донных осадках были обнаружены представители родов *Pseudomonas*, *Pseudobacterium*, *Bacteri-*

Таблица 1

Распределение нефтеокисляющих микроорганизмов
(число штаммов каждого рода) в воде и грунтах Черного моря

Горизонт	Род	Станции																	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Вода																			
Поверх- ност- ный	<i>Pseudomonas</i>					10	3	1	3	1	4	1	2	5	3	5	3	1	4
	<i>Pseudobacterium</i>									1					1	1			
	<i>Bacterium</i>					1				3		3		1	1		1		
	<i>Vibrio</i>																		
	<i>Bacillus</i>															4	1		
Средин- ный	<i>Pseudomonas</i>						2	4		5	3	2	3	3	5	5	2		
	<i>Pseudobacterium</i>							2	2	1	1	3		4	2		3		
	<i>Bacterium</i>							1		2	2							3	
	<i>Vibrio</i>																		
	<i>Bacillus</i>													1					
Придон- ный	<i>Pseudomonas</i>	3	3			8	3	4	2	2	4	4	3	1	2	3	10	4	
	<i>Pseudobacterium</i>									1	2		1		1		1		
	<i>Bacterium</i>						2				4					2			
	<i>Vibrio</i>													1					
	<i>Bacillus</i>																		
Грунт																			
0—1 см	<i>Pseudomonas</i>	4	3	3	1	1		1	3		7	3	1	1			4	1	2
	<i>Pseudobacterium</i>		1	4					1		1	2		1			2		2
	<i>Bacterium</i>		3	1	1			1			1							1	
	<i>Cromobacterium</i>			1															
	<i>Vibrio</i>		2						1					3			1		
1—5 см	<i>Bacillus</i>							1			2						2		
	<i>Pseudomonas</i>	1				3	2		1		3		6		4	2	2	1	
	<i>Pseudobacterium</i>	1	2	4						1					1	2	1		
	<i>Bacterium</i>	1				1			2		1					2	2		4
	<i>Chromobacterium</i>																		
5—15 см	<i>Vibrio</i>			1							1			1					
	<i>Bacillus</i>	1																	
	<i>Micrococcus</i>										1							1	
	<i>Pseudomonas</i>	2	1						2										
	<i>Pseudobacterium</i>					2			1										
	<i>Bacterium</i>	1												1					
	<i>Bacillus</i>	1																	

Горизонт	Род	Станции																	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
15—25 см	<i>Pseudomonas</i> <i>Pseudobacterium</i> <i>Bacterium</i> <i>Bacillus</i>	1	2 1								2 1 1								2
25—35 см	<i>Pseudomonas</i> <i>Bacterium</i> <i>Bacillus</i> <i>Micrococcus</i>	1								1		2 1 1	1 2	1					1
34—45 см	<i>Pseudomonas</i> <i>Pseudobacterium</i> <i>Bacterium</i> <i>Vibrio</i>													2				4 1	3 1
45—55 см	<i>Pseudomonas</i> <i>Pseudobacterium</i> <i>Bacillus</i>									1 1		2 1 1							
55—65 см	<i>Pseudobacterium</i> <i>Bacterium</i> <i>Bacillus</i>																	1 1 1	

um, *Vibrio* и *Bacillus*. Характерными для микробентоса оказались кокковые формы и хромобактерии. Необходимо отметить своеобразное соотношение различных систематических групп нефтеокисляющих микроорганизмов в воде и морских осадках. Так, около 70% водной микрофлоры составили бактерии из рода *Pseudomonas*, в то время как среди донного населения их встречаемость была в полтора раза ниже (47%). Значительно больше в грунтах оказалось спороносных палочек (8,2%), которые были выделены на семи станциях. Среди водных культур их доля составляла всего около 1%, а встречаемость ограничена двумя станциями.

Способностью образовывать пигменты (красные, белые, желтые, оранжевые) обладали только бактерии, обитающие в морских грунтах. Таким образом, полученные материалы дают первое представление об углеводородокисляющих микроорганизмах в северо-западном районе Черного моря.

Наиболее высокая плотность нефтеокисляющего микробного населения как в воде, так и в донных отложениях отмечается в портах и прилегающих к ним акваториях. Основная масса бактерий данной группы сосредоточена в донных осадках, особенно в верхней окисленной зоне толщиной около 1 см. Распределение микроорга-

низмов по вертикали в водной толще довольно равномерно; в грунтах их количество уменьшается к нижним горизонтам колонок.

Пространственное распространение бактериального населения, окисляющего углеводороды, а также его распределение между водной толщей и морскими осадками зависит от ряда факторов, таких, как глубина моря, близость источника нефтяного загрязнения, речных стоков, гранулометрического строения грунта и господствующих в этом районе ветров и течений.

Из воды было выделено 198 штаммов нефтеокисляющих микроорганизмов, отнесенных к 5 родам; из донных осадков — 182 штамма, представленных 7 родами.

ЛИТЕРАТУРА

- Алдакимова А. Я., Бронфман А. М., Макарова Г. Д., Толоконникова Л. И. Биохимические факторы в самоочищении моря от органических примесей. — В кн.: Материалы IV Всесоюз. симп. по совр. пробл. самоочищения и регулирования качества воды. Таллин, 1972.
- Гавришева Н. А. Микробальное окисление некоторых нефтепродуктов. — Гидробиол. журн., 1969.
- Кучеренко М. И., Миронов О. Г. К вопросу о распространении в грунтах прибрежной зоны Черного моря микроорганизмов, растущих на углеводородах. — В кн.: Вопросы морской биологии. Тез. II Всесоюз. симп. молодых ученых. «Наукова думка», К., 1969.
- Миронов О. Г. Сгонно-нагонные ветры и некоторые показатели загрязнения морских вод. — В кн.: Океанологические исследования Черного моря. «Наукова думка», К., 1967.
- Миронов О. Г. Микроорганизмы, растущие на углеводородах, выделенные из Черного моря. — Микробиология, 1969, 28, 4.
- Миронов О. Г. Некоторые биологические аспекты самоочищения морей. Науч. докл. высшей школы. — Биологические науки, 1969а, 5.
- Миронов О. Г. К вопросу о самоочищении морской воды от нефтепродуктов. — Гидробиол. журн., 1969б, 5, 4.
- Миронов О. Г. К вопросу о роли нефтеокисляющих микроорганизмов в самоочищении и индикации нефтяного загрязнения в море. — Океанология, 1970, 5.
- Миронов О. Г., Кучеренко М. И. О самоочищении морских донных осадков от углеводородов. — В кн.: Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. «Наука», М. 1972.
- Оппенгеймер К. Х. Бактериальная деятельность в морских осадках. Геохимический симпозиум. Гостехиздат, 1960.
- Родина А. Г. К вопросу о распределении микроорганизмов в грунтах водоемов. — ДАН СССР, 1960, 133, 6.
- Толмазин Д. М. Сгонные явления в северо-западной части Черного моря. — Океанология, 1963, 5.

OIL-OXIDATING MICROORGANISMS IN WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE BLACK SEA NORTH-WESTERN REGION

O. G. Mironov, M. I. Kucherenko, E. P. Tarkhova

Summary

From sea water and bottom sediments 1111 pure cultures are isolated 380 of which grew on mineral medium with oil and oil products. The isolated oil-oxidizing microorganisms are attributed to the genera *Pseudomonas*, *Pseudobacterium*,

Bacterium, Vibrio, Bacillus. The highest density of oil-oxidating microbic population in both water and bottom sediments is observed in ports and aquatoria adjacent with them. Ability to form pigments was characteristic only of bacteria inhabiting the sea grounds.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н. Ю. Миловидова

Известно, что моллюски-фильтраторы мидии очищают воду от различных взвешенных частиц, в том числе и от эмульгированной нефти, и чрезвычайно выносливы к различным неблагоприятным факторам среды. В связи с этим встает вопрос о возможности использования мидий для очистки морской воды от нефти.

Цель данной работы — определить степень выносливости мидий к нефтяному загрязнению. Исследовалась выживаемость мидий в условиях загрязнения морской воды различными сортами нефти и мазутом и в сточных водах нефтебазы.

Выживаемость мидий при различных концентрациях нефти

Опыты проводили с анастасиевской необессоленной нефтью в феврале — марте при температуре воды 14—16° С (в среднем 15° С). Испытывались две группы молодых мидий: длиной 15—25 и 7—14 мм. В каждой концентрации нефти (0,01; 0,1; 1,0 и 10,0 мл/л) и в контроле содержалось по 15 моллюсков первой и по 10 моллюсков второй группы. Мидий помещали в чашки Петри с объемом воды 100 мл, по 5 экземпляров моллюсков в каждой чашке. Эмульсии нефти готовили путем взбалтывания соответствующего количества нефти в 0,5 л воды в конусной колбе и затем быстро разливали по чашкам Петри. Смена эмульсий производилась через 2 суток. Опыт длился 40 суток. Несколько раз в течение опыта определялось содержание кислорода в воде. При концентрациях 0,01—1,0 мл/л оно близко к контрольному и составляло 5,65—5,85 мл/л. При 10 мл/л нефти содержание кислорода падало до 4,19—4,96 мл/л, но дефицита его не наблюдалось.

В первой размерной группе моллюсков при концентрации нефти 10 мл/л 50% мидий погибли в течение 10 суток и 100% — в течение 21 суток (рис. 1). При 1 мл/л нефти 50% моллюсков первой группы погибло за 36 суток, а стопроцентной гибели не было до конца опыта.

Во второй размерной группе при 10 мл/л нефти погиб 1 экземпляр из десяти через 16 суток, остальные жили до конца опыта. При 0,01—1,0 мл/л все моллюски второй группы жили до конца опыта.