

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ "ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ"

~ 6612-84 Den.

УДК 577.472(262.54)

О.И.Беляева

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В АЗОВСКОМ МОРЕ
(1980-1983 ГОДЫ)

Целью исследований, проводимых в Азовском море, было изучение распределения общей численности бактериопланктона (ОЧБ), биомассы, численности сапрофитных (СБ) и углеводородокисляющих (УБ) бактерий и сопоставление этих данных с ранее известными, что необходимо для составления представления о микробиоценозе Азовского моря и степени его сапробности в настоящее время.

В работе представлены результаты экспедиционных исследований, выполненных в августе 1980 года на нис "Риф", в августе 1983 года на нис "Тантал" (рис.1) и в октябре 1982 года на нис "Тантал" на 4-х станциях в районе газовой скважины (рис.2). Пробы воды на микробиологический анализ отбирали из поверхностного микрослоя (ПМС), 0 м, 3 м и придонного горизонтов приборами БНСП, БНС и винипластовыми батометрами. Определение общей численности бактерий и их биомассы велось методом Разумова путем наблюдения сконцентрированных проб на мембранных ультрафильтрах Сынпор-7 при увеличении $900\times$ на микроскопе МБИ-15. Наиболее вероятную численность СБ и УБ определяли методом предельных разведений. СБ выращивали на среде РПБ, УБ - на среде, содержащей соли NH_4Cl и KH_2PO_4 в концентрации 1 г на 1 литр морской воды, в которую вносили добавки (1-2 капли в пробирку со средой) октадекана и нафталина - соответственно для выращивания та-

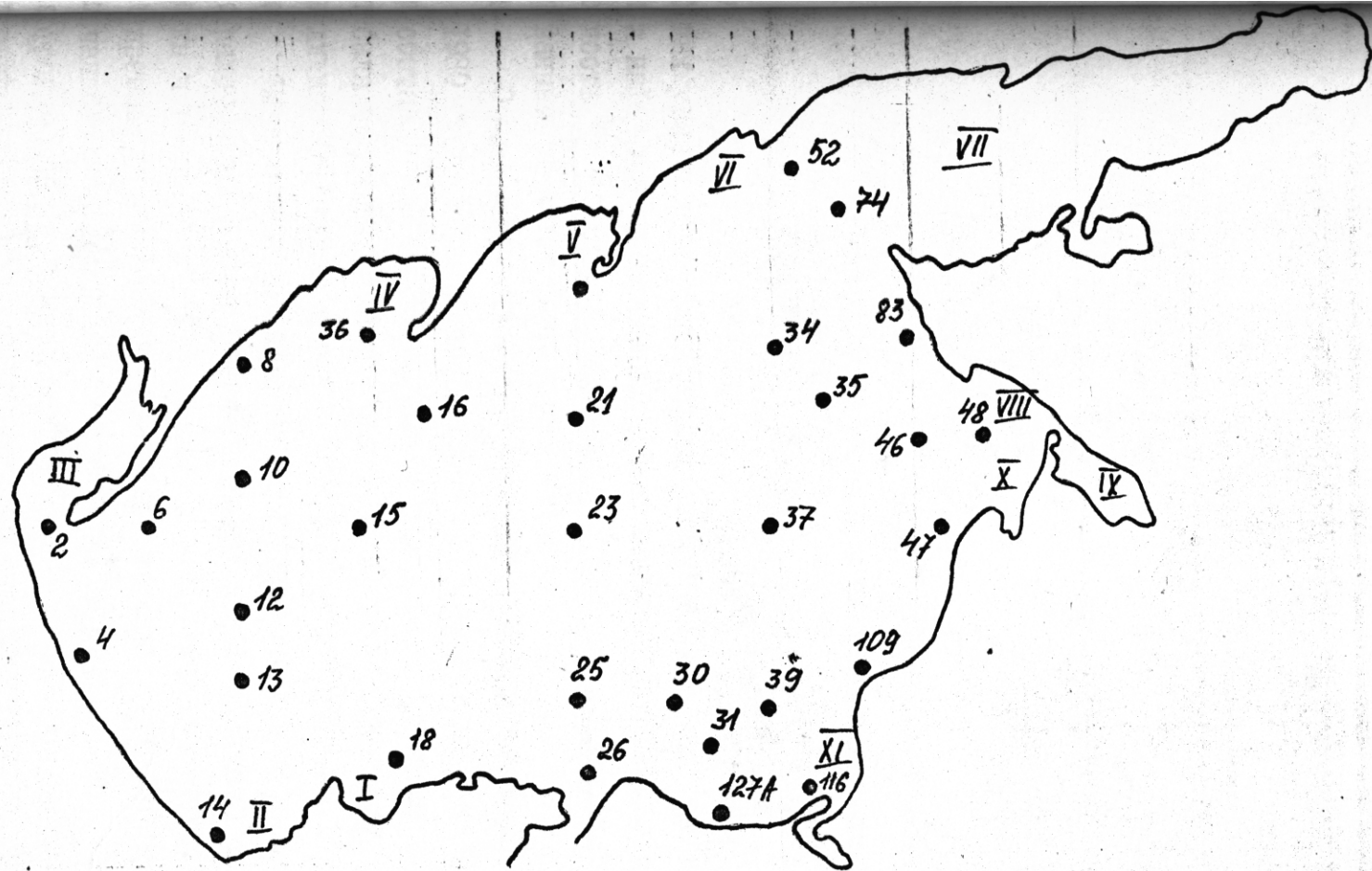


Рис. I. Картошка расположения гидробиологических станций в Азовском море.
 • 2 - номер станции; I - Казантипский залив; II - Арабатский залив; III - Ут-
 лукский лиман; IV - Обиточный залив; V - Бердянский залив; VI - Белосарай-
 ский залив; VII - Таганрогский залив; VIII - Ясенский залив; IX - Бейсугский
 лиман; X - Ахтарский лиман; XI - Темрюкский залив.



Рис.2. Картосхема расположения станций в Азовском море в районе газовой скважины (октябрь 1982 года).

⊗ - центр

•1 - номер станции.

ких углеводородоокисляющих бактерий как октадеканокисляющих и нафталиноокисляющих. Потенциальная физиологическая активность углеводородоокисляющих бактерий определяли модифицированным методом Винклера [3].

Общая численность бактерий в водах Азовского моря в 1980 году колебалась от $0,6 \cdot 10^6$ до $5,7 \cdot 10^6$ кл/мл, в среднем составляя $2,4 \cdot 10^6$ кл/мл. В 1983 году верхняя граница ОЧБ была несколько ниже, чем в 1980 году, поэтому и средняя величина ОЧБ была ниже - $1,15 \cdot 10^6$ кл/мл (табл.1).

Микробное население представлено в основном кокками и палочками. Кроме преобладающих форм отмечены также вибрионы и различные нитевидные формы, численность которых не превышала 3% от общего числа клеток. Нитевидные формы встречались тонкие длинные и тонкие короткие, а также толстые фрагментированные и нефрагментированные, располагающиеся одиночно и пучками. Микробный пейзаж также включал единичные крупные округлые клетки, по форме напоминающие мешок, спироиллы, имеющие 2-3 завитка, овальные с биполярными зернами клетки, гроздевидные, крупные жгутиковые и дрожжеподобные формы. Примерно о таком же разнообразии бактериальных клеток указывала Жукова А.И. [2]. Процентное соотно-

шение микробных клеток было следующим: кокков - 73-84%, палочек - 14-26%, вибрионов - 0,5%, овальных клеток - 0,1%, нитей - 0,8%, прочих - 0,1%. Соотношение кокков и палочек в 1980 году, равное 84:15, в 1983 году изменилось и составило 73:26.

Табл. I. Основные показатели численности и биомассы бактериопланктона в разные годы исследований в Азовском море

Год	ОЧБ, $\times 10^6$ кл/мл		Био- масса:	Объем клеток: мкм ³		Численность, кл/мл		Авто- ры
	N_{min}	N_{max}	$B_{ср}$ мг/м ³	па- лочки	кокки	СБ	УБ	
1938	0,15	0,35						[1]
1954	0,05	0,14	32	0,88	0,1			[2]
1970		2,2				$1,23 \cdot 10^4$		[4]
1980	0,6	5,7	570	0,75	0,24	$10-10^6$	10^2-10^4	Дан- ные авто- ра
1982	1,0	5,1	535	0,60	0,16	10^3-10^6	10^3-10^5	
1983	0,68	1,95	204	0,58	0,17	10^2-10^6	$10-10^4$	

Для определения биомассы, клетки измеряли и усредненный объем палочек составил 0,75 мкм³ и 0,58 мкм³, кокков - 0,24 мкм³ и 0,17 мкм³ соответственно для 1980 и 1983 годов. Предел колебания биомассы составил в 1980 году 120-1370 мг/м³, в 1983 году - 119-331 мг/м³, а средние величины соответственно 570 мг/м³ и 204 мг/м³.

По данным В.С. Буткевича, занимавшегося исследованием Азовского моря в 1938 году, ОЧБ изменялась в диапазоне 0,15-0,35 $\cdot 10^6$ кл/мл [1]. В 1954 году А.И. Жукова [2] определяла ОЧБ в азовоморской воде, которая составила в летний период 0,05-0,14 $\cdot 10^6$ кл/мл. Такую невысокую численность бактериопланктона автор связывала с резким сокращением весеннего паводка ввиду зарегулирования рек Дона и Кубани и указывала, что в другие годы с нормальным паводковым режимом ОЧБ бывает выше. И наконец, в 1970 году Л.И. Толоконни-

кова [4] в своей работе указала для летнего периода максимальную величину ОЧБ - $2,2 \cdot 10^6$ кл/мл (табл. I).

Итак, к концу 30-х годов ОЧБ в Азовском море составляла 10^5 кл/мл, к середине 50-х годов 10^4 - 10^5 кл/мл, а в 70-80-е годы от 10^6 до $0,5 \cdot 10^7$ кл/мл (исследования проводились одним и тем же методом). Таким образом, сравнивая эти данные можно отметить, что воды Азовского моря, бывшие ранее условно чистыми, за последние 20-30 лет стали загрязненными, мезосапробными, и показателем эвтрофирования является увеличение ОЧБ на 1-2 порядка.

Следует отметить, что размеры бактериальных клеток (кокков и палочек, составляющих преобладающее большинство) не претерпели значительных изменений за период времени с 50-х по 80-е годы. Однако, значительно увеличилась биомасса бактерий за счет роста общей численности. Так, например, в 1980 году биомасса была на 1-2 порядка выше, чем в 1954 году.

Наиболее вероятная численность сапрофитных бактерий колебалась от 10 до 10^6 кл/мл, в среднем составляя 10^3 - 10^4 кл/мл. Наиболее богато населенными СБ являлись поверхностные воды. Анализ результатов морской воды, отобранной с поверхностного горизонта и поверхностного микрослоя, показал несколько отличающиеся, но очень похожие картины распределения СБ (рис. 3). В таких районах моря как Арабатский залив, центральная часть моря, Темрюкский залив, Бердянская коса указанные слои поверхностных вод имели одинаковое количество СБ, которые составили соответственно 10^5 , 10^5 , 10^2 - 10^6 , 10^3 - 10^4 кл/мл. Бедно населенными СБ в ПМС явился район у Таганрогского залива, где содержалось 10^2 кл/мл. Поверхностный горизонт указанного района имел, напротив, высокие концентрации СБ - 10^5 кл/мл. Известно, что слой, расположенный на границе раздела фаз воздух-вода-ПМС, более богат населен микроорганизмами, чем прилегающие к нему нижележащие воды [5]. Результаты содержания как ОЧБ, так и СБ, приведенные выше, опровергают это предположение. По-видимому, в мезотрофных водах факт превышения численности бактерий в ПМС не имеет места.

Похожие картины распределения СБ отмечены в придонном и

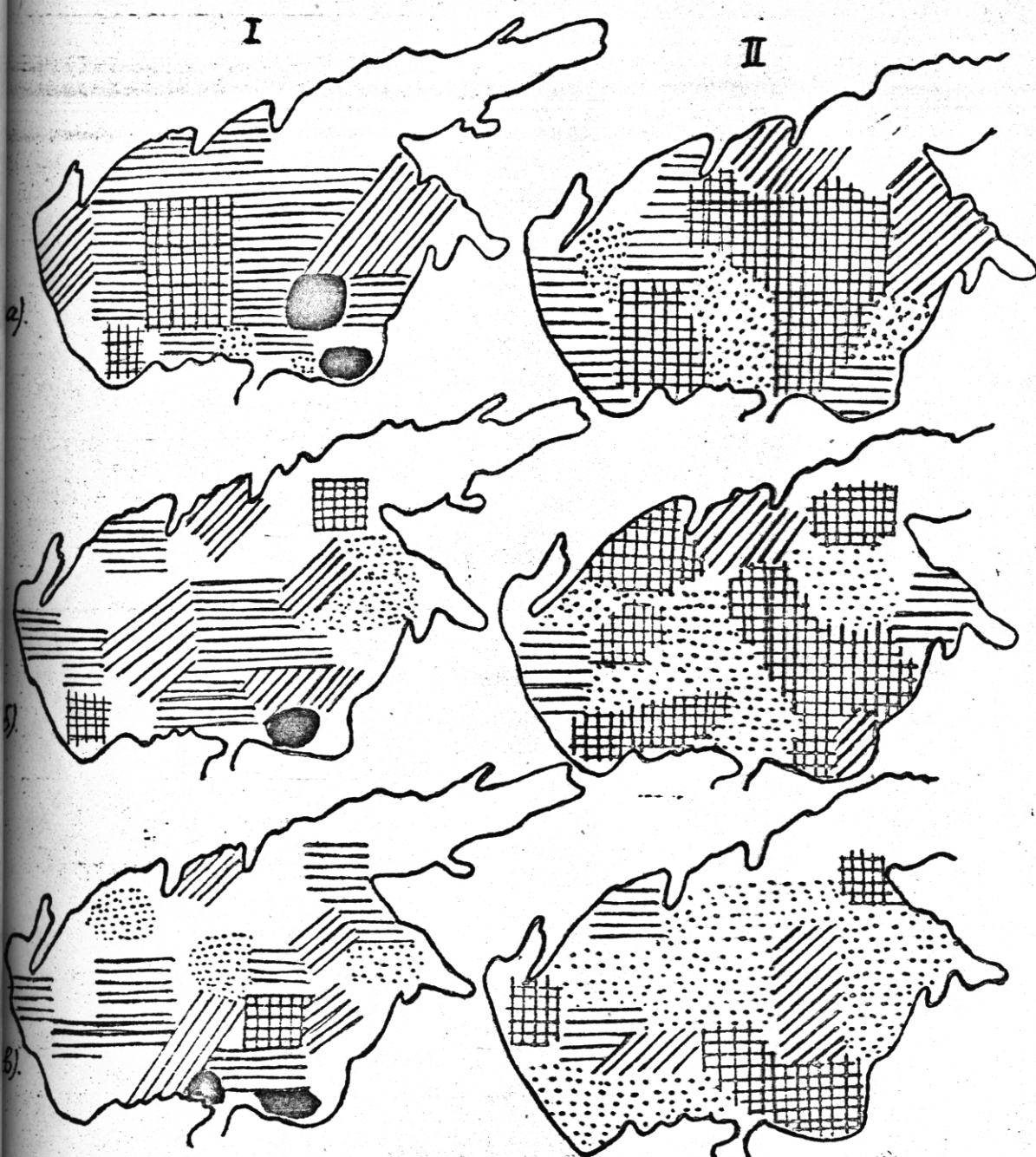


Рис.3. Горизонтальное распределение сапрофитных бактерий в Азовском море.

I - август 1983 года; II - август 1980 года;

а) - поверхностный микрослой;

б) - поверхностный горизонт 0-20 см;

в) - придонный горизонт;

..... - 10^2 кл./мл; ||||| - 10^3 кл./мл; \\\\\\\ - 10^4 кл./мл;

||||| - 10^5 кл./мл; ■ - 10^6 кл./мл.

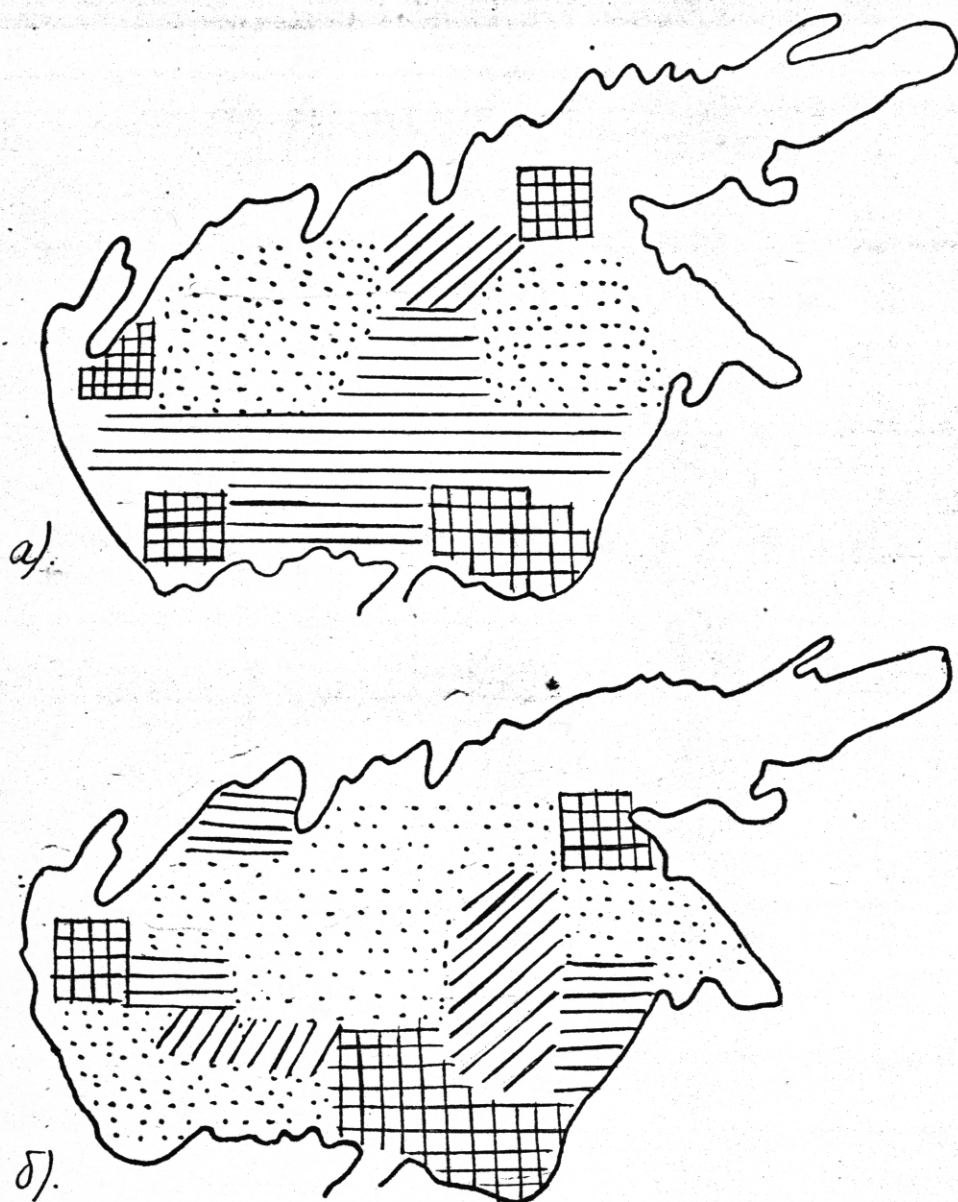


Рис.4. Горизонтальное распределение численности сапрофитных бактерий в Азовском море в августе 1980 года: а) горизонт 3 м; б) горизонт придонный;

••••• - 10^2 кл./мл.; — — — — — 10^3 кл./мл.; // — — — — — 10^4 кл./мл.;
▦ — 10^5 кл./мл.

3-метровом горизонтах (рис.4), чему способствовало интенсивное перемешивание и небольшие глубины (глубина исследуемых станций не превышала 12 м).

Максимальные концентрации СБ - 10^6 кл/мл были обнаружены в Темрюкском заливе и у косы Долгой, где ощущалось поступление речных вод.

Численность УБ в водах Азовского моря составляла $10-10^3$ кл/мл. В единичных пробах октадеканокисляющих бактерий обнаружено не было. Нафталинокисляющие бактерии были определены в 40% проб. Интересно отметить, что нафталинокисляющие бактерии обладали флуоресценцией. Наиболее насыщенным УБ явился западный участок моря.

УБ принимали участие в самоочищении азовоморских вод от нефтепродуктов. Потенциальная физиологическая активность октадеканокисляющих бактерий колебалась от 0,07 до 4,59 мгО₂/л, в среднем составляя 0,45 мгО₂/л (табл.2), что было обнаружено в 37 анализируемых пробах воды. В остальных 25 пробах была отмечена отрицательная активность, свидетельствующая о токсическом влиянии октадекана на автохтонную микрофлору.

Табл.2. Потенциальная физиологическая активность углеводородокисляющих бактерий (в августе 1980 года)

Углеводородокис- ляющие бактерии	Потенциальная физиоло- гическая активность, А мгО ₂ /л			Количество проб	
				с поло- житель- ной ак- тив- ностью	с отрица- тельной актив- ностью
	<i>A_{min}</i>	<i>A_{max}</i>	<i>A_{cp}</i>		
I	2	3	4	5	6
Октадеканокис- ляющие	Положительная				
	+0,07	4,50	0,45		
	Отрицательная			37	25
	-0,05	5,17	0,45		
Нафталинокис- ляющие	Положительная				
	+0,02	3,96	0,54		
				33	29

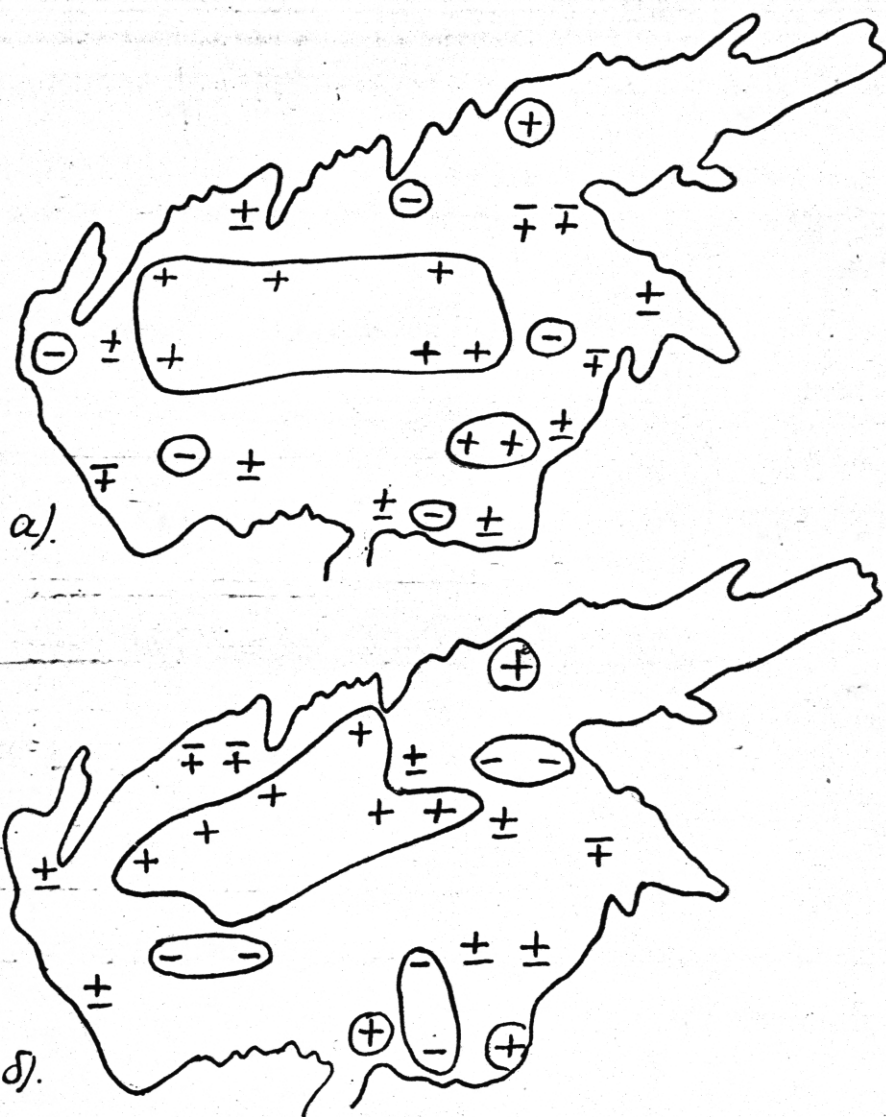


Рис.5. Потенциальная физиологическая активность углеводородокисляющих бактерий.

- ⊕ - зона положительной активности;
- ⊖ - зона отрицательной активности;
- ⊕ ± - зона смешанной активности.

(верхний знак - активность актадеканоокси-
ющих бактерий; нижний знак - активность наф-
талинооксилирующих бактерий).

а) - поверхностный горизонт;

б) - придонный горизонт.

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Отрицательная

-0,02	4,09	1,72
-------	------	------

Потенциальная физиологическая активность нафталинокисляющих бактерий отмечена в 33-х пробах из 62-х, где она варьировала в пределах 0,02-3,96 мгО₂/л, в среднем составляя 0,54 мгО₂/л. В 29 пробах нафталин угнетал развитие микроорганизмов.

Показатель потенциальной физиологической активности микробных популяций свидетельствует о наличии или отсутствии микрофлоры, способной окислять внесенный субстрат, а также характеризует состояние загрязнения обследуемой акватории неприродными компонентами среды.

Зоны положительной физиологической активности обнаружены в центральной части моря (рис.5), у Таганрогского залива. В придонном горизонте такие зоны отмечены у Керченского пролива и в Темрюкском заливе. Зоны с отрицательной активностью расположены у Арабатского залива, в Темрюкском заливе, у косы Долгой и некоторых других точках. В этих зонах процессы микробиальной деструкции углеводородов нефти заторможены. Зоны со смешанной активностью двух указанных групп УБ, расположенные вдоль побережья моря, также следует отнести к неблагоприятным.

В районе газовой скважины отмечено высокое содержание ОЧБ - от 1,0 до 5,1.10⁶ кл/мл, что в среднем составило 3,4.10⁶ кл/мл (рис.6). Такие высокие концентрации бактериопланктона обнаружены при температуре морской воды 10-12°C, хотя они больше характерны для периода летней гомотермии и объясняются замором рыбы и захоронением ее на дне моря. Одновременно активизировались процессы разложения, в которых бактерии принимали самое деятельное участие.

Численность СБ варьировала от 10³ до 10⁶ кл/мл, что в среднем составило 10⁵ кл/мл. В придонном горизонте концентрации СБ были на 1-3 порядка выше, чем в поверхностном и

составляли величины одного порядка с ОЧБ. Это обстоятельство указывает на обилие легкодоступного органического вещества на дне моря. В целом содержание СБ было выше, чем в летний период.

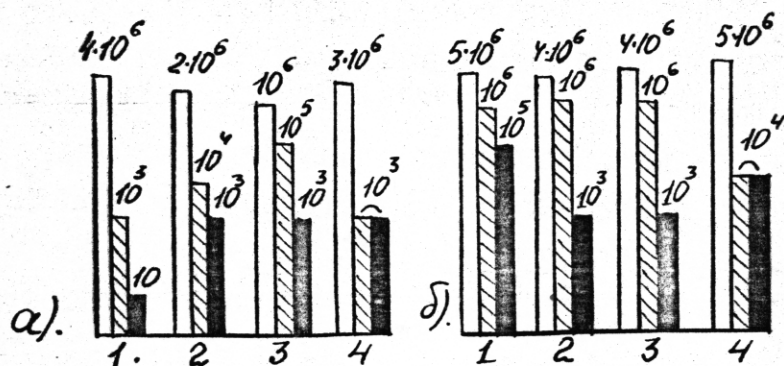


Рис.6. Распределение общей численности бактерий, численности сапрофитных и углеводородокисляющих бактерий (кл/мл) в районе газовой скважины:

а) поверхностный микрослой;
 б) придонный горизонт;
 1-4 - номера станций;
 □ - ОЧБ; ▨ - СБ; ■ - УБ.

Количество УБ бактерий изменялось в пределах от 10^2 до 10^5 кл/мл, в среднем составляя 10^3 кл/мл. На 4-ой станции, приближенной к центру скважины, количество СБ и УБ было равным. В районах добычи газа возможно и превышение числа УБ над СБ.

Выводы

1. Анализируя данные разных авторов по бактериопланктону Азовского моря выявлено увеличение ОЧБ с 10^4 - 10^5 кл/мл до 10^6 - $0,5 \cdot 10^7$ кл/мл. Биомасса бактериопланктона также увеличилась на 1-2 порядка, причем существенных изменений размеров клеток не произошло.

2. В Азовском море обнаружен богатый морфологический состав бактерий.

3. Наиболее вероятная численность сапрофитных бактерий составляла 10^3 - 10^5 кл/мл. В поверхностном микрослое повышенных концентраций СБ не отмечено. Наиболее богато населенными СБ являлись Темрюкский залив и район у косы Долгой.

4. Численность УБ составляла в среднем 10^3 кл/мл; каких-либо закономерностей в распределении УБ не выявлено.

5. Потенциальная физиологическая активность УБ обнаружена более чем в половине исследуемых проб, что косвенно свидетельствует о микробиальной деструкции углеводородов нефти. В центральной части моря обнаружена обширная зона положительной активности.

6. Отрицательная физиологическая активность отмечена в 40% проб. Зоны с отрицательной и смешанной активностью концентрируются, в основном, возле берегов Азовского моря и свидетельствуют о токсическом влиянии углеводородов нефти на микрофлору.

7. В районе газовой скважины отмечены высокие концентрации ОЧБ, СБ и УБ.

Приведенные данные свидетельствуют об ухудшении состояния вод Азовского моря и характеризуют их в настоящее время как мезосапробные.

Литература

1. Буткевич В.С. О бактериальном населении Каспийского и Азовского морей.- Ж. "Микробиология", 1938, 7, 1005.
2. Жукова А.И. Распределение и биомасса микроорганизмов в Азовском море.- Ж. "Микробиология", 1959, 28, 3.
3. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений.- Под ред. Цыбань А.В., Л.: Гидрометеиздат, 1980, с.3-77.
4. Толоконникова Л.И. О содержании микроорганизмов в воде и грунтах Азовского моря и их роли в процессах разложения органического вещества.- Тезисы докладов Второго съезда ВГВО "Биологические процессы морских и континентальных вод", Кишинев, с.368.
5. Цыбань А.В., Домчинская Т.В. Сапрофитная микрофлора Азовского моря.- Гидробиологический журнал, 1974, т.10, № 4, с.5-13.