

УДК 576.8.095.3:547.912

СОВРЕМЕННОЕ САНИТАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В БУХТЕ КРУГЛАЯ (АКВАТОРИЯ СЕВАСТОПОЛЯ)

Рубцова С. И.

ВВЕДЕНИЕ

Поступающие в воду органические вещества служат пищей микроорганизмам, и поэтому обогащение воды этими веществами непременно влечет за собой вспышку развития микрофлоры. Увеличение количества бактерий-сапрофитов при загрязнении водоемов наблюдается прежде, чем становится заметным изменение химических показателей воды. По этой причине учет сапрофитной микрофлоры – очень важный показатель санитарно-экологического состояния водоема.

Гетеротрофная микрофлора является наиболее активным участником и весьма ценным показателем разложения органических веществ в море. Известно, что черноморские отложения содержат обильный по численности и разнообразный микробентос [1–3], играющий роль индикатора загрязнений органическими веществами и участвующий в деструкции последних. С целью выяснения санитарно-экологического состояния акватории бухты Круглая были осуществлены микробиологические исследования морской воды и донных осадков бухты.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материалов проводили ежемесячно в течение 2000-2002 года по ранее разработанным методикам [4] с глубины 0,5 м в районе бухты Круглая (рис. 1). Всего было отобрано 36 проб морской воды и 48 проб донных осадков.

Количество нефтяных углеводородов определяли методом инфракрасной спектрофотометрии, численность микроорганизмов – методом предельных разведений на соответствующих средах по [5, 6]. Всего было изучено восемь групп микроорганизмов. Для исследования численности гетеротрофных микроорганизмов использовали пептонную воду, для нефтеокисляющих – среду Диановой-Ворошиловой (Д-В) с добавлением нефти, для липолитических – среду Д-В с добавлением жира, для бактерий, гидролизующих крахмал – среду Д-В с добавлением крахмала, для фенолоокисляющих бактерий – среду Калабиной, для бактерий кишечной группы – среду Эндо. Микробное число определяли методом посева на твердую питательную среду (РПА). Все полученные данные численности микроорганизмов подвергали статистической обработке по методу Мак-Креди [7].

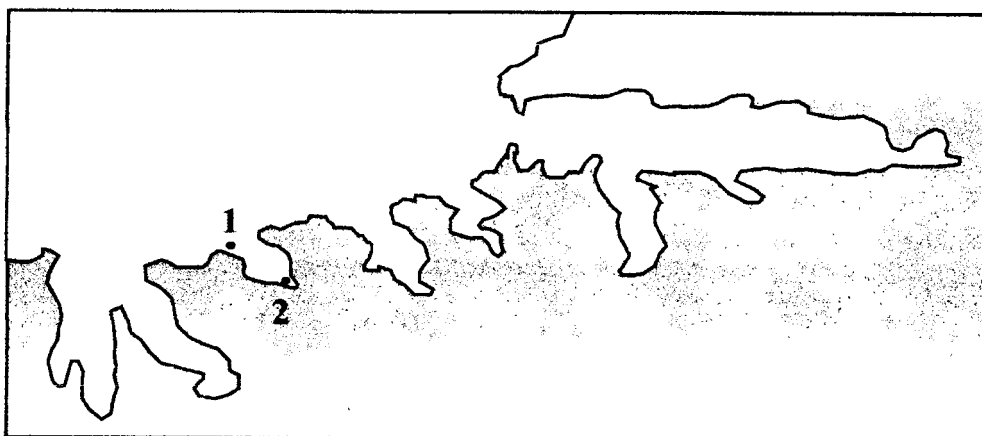


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб в прибойной зоне бухты Круглая (станция 1 расположена у выхода из бухты, станция 2 – в районе вершины)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В отличие от Севастопольской бухты, являющейся основной гаванью для военных и торговых судов города, бухта Круглая используется только в рекреационных целях.

Донные осадки бухты Круглая в основном песчаные (натуральная влажность 28,98–34,07 %), с низким содержанием хлороформэкстрагируемых веществ (0,01–0,03 г/100 г), но высокой концентрацией аммонийного азота (до 0,70 мг/100 г). В настоящее время наблюдается некоторое увеличение содержания хлороформэкстрагируемых веществ в донных осадках бухты (0,03–0,05 г/100 г), что свидетельствует о хорошей самоочищающей способности грунтов.

Исследования, проводимые на наличие нефтеокисляющих микроорганизмов в донных осадках бухты, показали повышенное содержание бактерий, использующих углеводороды нефти 10^3 – 10^4 кл/г грунта (табл. 1). Это, вероятно, обусловлено периодическим поступлением и постепенным скоплением нефтепродуктов на дне бухты. Количество нефтяных углеводородов в грунтах вершины бухты Круглая варьирует от 126,8 до 56,9 мг/100 г, что соответствует III уровню загрязнения донного осадка нефтяными углеводородами [8]. Численность нефтеокисляющих микроорганизмов в этом районе 10^2 – 10^5 кл/г. К выходу из бухты количество нефтяных углеводородов снижается и приближается к нулевым значениям. Численность нефтеокисляющих микроорганизмов также заметно снижается и достигает значений 25–75 кл/г.

Численность гетеротрофных микроорганизмов в грунтах в районе вершины бухты Круглая в несколько раз выше численности микроорганизмов на станции, расположенной у выхода из бухты. Это можно объяснить более затрудненным водообменом с открытой частью моря. По количеству гетеротрофных микроорганизмов бухта Круглая представляет собой эвтрофный район. Закрытая часть

бухты характеризуется повышенной плотностью бактериального населения, и ее можно охарактеризовать как гиперэвтрофный район. Наибольшая численность гетеротрофных и нефтеокисляющих микроорганизмов на всех станциях отмечена летом и в начале осени, что объясняется, по всей видимости, оптимальной для роста бактерий температурой воды и повышенными концентрациями органического вещества.

Таблица 1

Характеристика донных осадков бухты Круглая

Показатели	2000 год		2001 год		2002 год	
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 1	Ст. 2
ХЭВ, г /100 г*	0,025	0,275	0,010	0,050	0,030	0,032
НУ, мг /100 г*	следы	59,9	следы	8,6	следы	6,5
ГМО, кл /г*	$3,1 \cdot 10^6$	$3,4 \cdot 10^7$	$5,4 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^7$	$5,2 \cdot 10^6$	$8,2 \cdot 10^7$
НМО, кл /г*	$6,4 \cdot 10^3$	$6,8 \cdot 10^3$	$4,6 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^2$	$7,0 \cdot 10^3$

*ХЭВ – количество хлороформэкстрагируемых веществ, НУ – нефтяных углеводородов, ГМО – гетеротрофных микроорганизмов, НМО – нефтеокисляющих микроорганизмов

Большинство выделенных гетеротрофных микроорганизмов показало способность расти не только на пептоне, но и на других источниках углерода, в частности на глюкозе, крахмале, среде Эндо, жире, феноле, нефти. Численность липолитических бактерий варьировала в пределах 9–950 кл/мл, амилолитических – 4–2500, фенолоксиляющих – 3–450 кл/мл, бактерий кишечной группы – 1–6, микробное число составило 98–2900 (рис. 2).

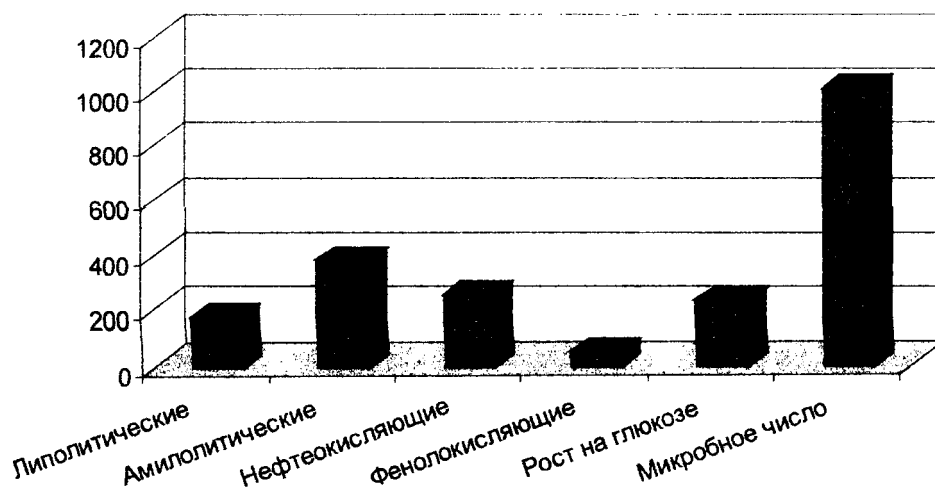


Рис. 2. Численность микроорганизмов (кл/г) в морской воде бухты Круглая

Численность гетеротрофных микроорганизмов хорошо коррелирует с микробным числом ($r=0,72$, $P=0,05$), численностью бактерий кишечной группы ($r=0,66$). Высокий коэффициент корреляции отмечен между численностью бактерий кишечной группы и микробным числом ($r=0,69$). Нефтеокисляющие микроорганизмы составляют незначительную часть от общего количества гетеротрофов в морской воде. Их численность примерно на 2-3 порядка величин меньше численности гетеротрофных бактерий, но именно нефтеокисляющим микроорганизмам принадлежит решающая роль в трансформации нефтяных углеводородов в море и включении последних в общий круговорот углерода и энергии в океане [9]. Коэффициент корреляции между нефтеокисляющими и гетеротрофными бактериями равен 0,52 ($P=0,05$). Высокий коэффициент корреляции отмечен между численностью нефтеокисляющих и фенолоокисляющих бактерий (0,61), нефтеокисляющих и липолитических бактерий (0,53), так как жир и фенол могут образовываться в процессе биodeградации нефти (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции, показывающие зависимости между исследуемыми параметрами

Параметры	ГМО	МЧ	НМО	ЛМО	ФМО	БКГ	АМО	БРГ*
ГМО	1	0,72	0,52	0,43	0,48	0,66	0,16	0,17
МЧ		1	0,29	0,47	0,39	0,69	0,58	0,32
НМО			1	0,53	0,61	0,17	0,01	0,12
ЛМО				1	0,13	0,29	0,25	0,12
ФМО					1	0,21	0,19	0,15
БКГ						1	0,20	0,01
АМО							1	0,61
БРГ								1

* ГМО – численность гетеротрофных микроорганизмов, МЧ – микробное число, НМО – численность нефтеокисляющих микроорганизмов, ЛМО – липолитических, ФМО – фенолоокисляющих, БКГ – бактерий кишечной группы, АМО – амилитических, БРГ – бактерий, растущих на глюкозе.

Согласно бактериологическим показателям загрязненности водоемов [10] бухту Круглая мы отнесли к умеренно-загрязненным водоемам (титр кишечной палочки 1–0,05 мл, микробное число – в пределах 10^3 , численность гетеротрофных микроорганизмов – в пределах 10^6 кл/мл).

Микроорганизмы являются биоиндикаторами наличия различных видов загрязняющих веществ в морской воде. Гетеротрофные бактерии в своем питании используют легкодоступные органические вещества. Наличие нефтеокисляющих, фенолоокисляющих, липолитических, амилитических микроорганизмов свидетельствует о присутствии в воде загрязнений органического происхождения. Все

перечисленные группы бактерий позволяют оценить качество морской воды в бухте Круглая и исследовать роль гетеротрофных микроорганизмов в процессе самоочищения прибрежных загрязненных вод.

ВЫВОДЫ

1. По количеству гетеротрофных микроорганизмов бухта Круглая представляет собой типичный эвтрофный район. Закрытая часть бухты характеризуется повышенной плотностью бактериального населения, и ее можно охарактеризовать как гиперэвтрофный район.

2. Большинство выделенных гетеротрофных микроорганизмов показало способность расти на различных источниках углерода (жире, феноле, нефти, крахмале, пептоне, глюкозе, среде Эндо), что подтверждает наличие загрязняющих веществ органического происхождения в бухте Круглая.

3. Количество хлороформэкстрагируемых веществ в районе вершины бухты Круглая варьирует в пределах 0,01–0,3 г/100 г грунта, нефтяных углеводородов – до 126 мг/100 г грунта, что соответствует III уровню загрязнения донного осадка нефтяными углеводородами.

4. В соответствии с бактериологическими показателями загрязненности водоемов бухта Круглая относится к умеренно-загрязненным водоемам (титр кишечной палочки – 1–0,05 мл, микробное число – в пределах 10^3 , численность гетеротрофных микроорганизмов – в пределах 10^6 кл/мл).

Список литературы

1. Крисс А. Е. Морская микробиология (глубоководная). – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 452 с.
2. Лебедь А. А. Микробиологическая характеристика донных осадков западного шельфа Черного моря // *Экология моря*. – 1987. – Вып. 26. – С. 48-50.
3. Миронов О.Г. Нефтеокисляющие микроорганизмы в море. – Киев: Наук. думка, 1971. – 234 с.
4. Миронов О. Г. Микробиологическая индикация нефтяного загрязнения в морской среде // *Методы исследования органического вещества в океане*. – М.: Наука. – 1980. – С. 275-283.
5. Егоров Н. С. Практикум по микробиологии. – М.: МГУ, 1976. – 305 с.
6. Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Кучеренко М. И., Тархова Э. П. Самоочищение в прибрежной акватории Черного моря. – К.: Наукова думка, 1975. – 144 с.
7. Родина А. Г. Методы водной микробиологии. – М.-Л.: Наука, 1965. – 347 с.
8. Миронов О. Г., Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н. О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Черного моря // *Гидробиологический журнал*. – 1986. – 22, 6. – С. 76-79.
9. Миронов О. Г. Санитарно-биологические направления исследований акватории контактной зоны “суша-море” // *Экология моря*. – 2001. – Вып. 57. – С.85-90.
10. Голубовская Э. К. Биологические основы очистки воды. – М.: Высшая школа, 1978. – 272 с.

Статья поступила в редакцию 12.02.2003 г.