



НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК [551.46.09:504.42.054:65.6]574.5

Н. В. Бурдиян¹, вст. инж., С. И. Рубцова¹, канд. биол. наук, н. с., О. И. Беляева², н. с.

¹Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

²Научно-исследовательский центр ВС Украины «Государственный океанариум», Севастополь, Украина

ТИОНОВЫЕ И СУЛЬФАТРЕДУЦИРУЮЩИЕ БАКТЕРИИ
В ПРИБРЕЖНЫХ НАНОСАХ РЕГИОНА СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Впервые получены сведения о численности тионовых и сульфатредуцирующих бактерий в прибрежных наносах региона Севастополя. Тионовые бактерии выделены повсеместно, сульфатредуцирующие – в 60 % проб. Разница в показателях численности бактерий во всех изученных группах достигает нескольких порядков: в группе тионовых микроорганизмов – от 0,9 до $2 \cdot 10^6$ кл/г, сульфатредукторов – от 0,4 до $9,5 \cdot 10^3$ кл/г. В сезонной динамике однонаправленного тренда не выявлено: максимумы численности исследуемых групп бактерий отмечены как в зимне-весенний, так и в летне-осенний периоды.

Ключевые слова: прибрежные наносы, тионовые и сульфатредуцирующие бактерии, нефтяные углеводороды, Черное море

В настоящее время имеются данные о численности и биохимических особенностях гетеротрофной микрофлоры в прибрежных наносах региона Севастополя [6, 10], изучена численность некоторых групп анаэробной микрофлоры в донных осадках [2, 5]. Однако работы по изучению анаэробной микрофлоры прибрежных наносов не проводились, хотя очевидно, что, благодаря активности гидродинамических процессов в зоне прибоя, трансформация загрязнений здесь будет протекать иначе, чем на глубине, где эти процессы ослаблены.

Целью нашей работы было изучение численности и закономерностей распределения тионовых и сульфатредуцирующих групп

бактерий в прибрежных наносах региона Севастополя.

Материал и методы. Отбор проб прибрежных наносов проводили ежемесячно с декабря 2003 по январь 2005 гг. в прибрежье Севастополя на шести станциях: в районе Приморского бульвара (ст. 1), Северной стороне Севастопольской бухты (причал для катеров) (ст. 2), бухте Круглая – на выходе из бухты (ст. 4), в районе детского пляжа (ст. 6) и в вершине бухты (ст. 5), в районе Учкучевки (ст. 3) (рис. 1).

В 2005 г. в течение пяти месяцев на ст. 2, 3 и 6, помимо указанных групп бактерий, определяли углеводородокисляющие микроорганизмы.

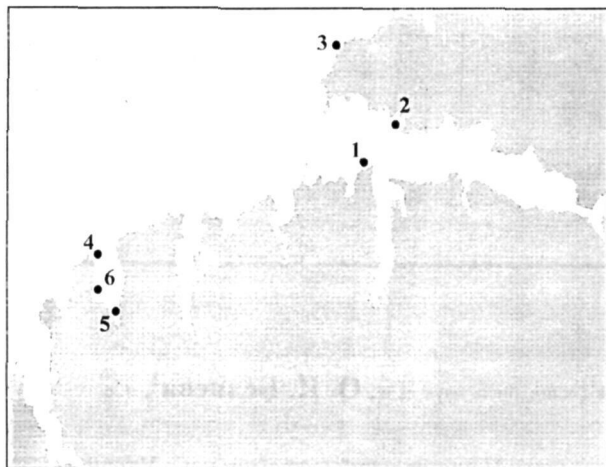


Рис. 1. Схема станций отбора проб в прибрежных наносах Севастопольских бухт

Fig. 1. Sampling scheme in the riverside of Sevastopol bays

Количество изучаемых микроорганизмов в пробе определяли методом предельных разведений [7] с последующим посе-

вом 1 мл из каждого разведения в соответствующие среды. Численность сульфат-редукторов определяли на среде Постгейта [9], с учетом солености морской воды и добавлением в качестве восстановителя 3 %-ного раствора сернистого натрия. Тионовые бактерии определяли на среде Сорокина [11], углеводородокисляющие - на среде Диановой-Ворошиловой [6]. Полученные результаты обработаны статистически [7].

Результаты и обсуждение. Места отбора проб отличались по физико-химическим показателям грунтов, что оказывает влияние на численность микроорганизмов в прибрежных наносах [3]. Тионовые бактерии были выделены из всех отобранных проб. Данные по численности этой группы микроорганизмов приведены в табл. 1.

Табл.1. Численность тионовой группы бактерий в прибрежных наносах, кл/г

Table 1. Number of thiobacteria in the littoral line deposits, cell/g

Период	Ст. № 1	Ст. № 2	Ст. № 3	Ст. № 4	Ст. № 5
Зима, 2003	8515±6325	152333±105981	2584±1231	6167±3134	373333±25676
Весна, 2003	50233±35233	383±192	383±198	3169983±31767	1040000±67266
Лето, 2003	87167±59511	4100000±21901	38650±17821	15833±1265	35000±7366
Осень, 2003	8983±5333	15500±7801	1000±871	61500±8762	73333±8783
Зима, 2004	321705±22456	47500000±25891	325667±18781	158167±2176	991667±23782
Весна, 2004	20667±8351	2532±1456	2532±1765	634875±17651	115000±38277
Лето, 2004	3133±1543	7833±7621	38167±2487	866500±65421	121667±8732
Осень, 2004	40032±20561	90833±14521	550±321	919833±57652	46667±3276
Зима, 2005	45±1	38750±12678	126250±8976	825±564	87500±3887

Анализируя полученные результаты, мы отметили большую вариабельность полученных данных. Однонаправленного тренда в сезонной динамике отмечено не было (рис. 2).

На станциях № 1 и № 2, расположенных в бухте Севастопольской, прибрежный нанос представлен крупным песком с примесью мелкого гравия и битой ракуши. Численность тионовых бактерий на станции 2 в районе действующего причала на несколько порядков выше, чем на ст. 1 (рис. 2). Нами заре-

гистрирована вспышка численности тионовых бактерий (до 10^7 кл/г) в начале весны 2004 г. Высокая численность бактерий на ст. 1 отмечена в мае и сентябре 2003 г., в мае и октябре 2004 г. Станции № 5 и № 4 расположены соответственно в районе вершины бухты Круглая и на выходе из нее. Подробное описание прибрежных наносов на этих станциях представлено в [6].

Высокая численность тиобактерий

на ст. 5 выявлена в мае и октябре 2003 г. ($9,5 \cdot 10^6$ и $15 \cdot 10^4$ кл/г, соответственно). В марте и сентябре 2004 г. их количество составляло $2,5 \cdot 10^6$ кл/г. На ст. № 3 (район от-

крытого моря) численность тионовых бактерий варьировала от 1 до $9,5 \cdot 10^5$ кл/г. Максимумы численности отмечены в разные времена года (рис. 2).

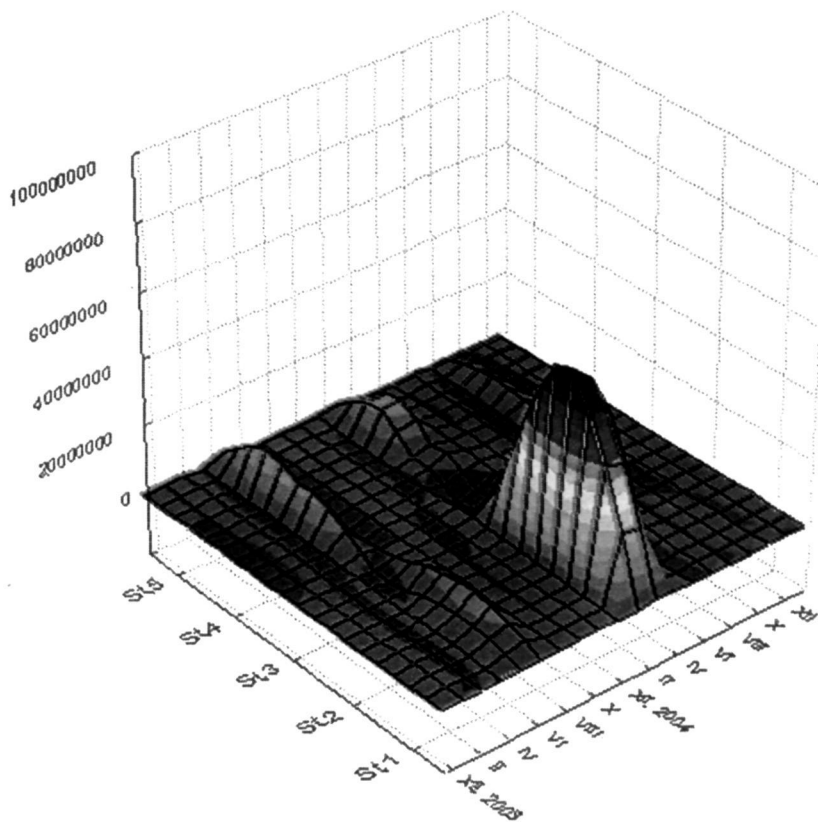


Рис. 2. Численность тиобактерий на станциях 1 – 5 в 2003 – 2004 гг.

Fig. 2. Number of thio-bacteria at the stations 1 – 5 in 2003 – 2004

Сульфатредукторы были высеяны в 60 % всех проб в незначительных количествах (табл. 2). Исключение составляет ст. 5 (б. Круглая), где данная группа выделена в 99 % проб (рис. 3). На высокую численность сульфатредукторов на этой станции, по-видимому, оказывает влияние гранулометрический состав прибрежного наноса вершины бухты. Влияние гранулометрического состава на численность бактерий было отмечено в [12]. Известно также, что сульфатредукторы в процессе жизнедеятельности могут использовать только продукты метаболизма углеводородокисляющих бактерий, а не углеводороды нефти [4]. Пока-

зано [8], что сульфатвосстанавливающие бактерии характеризуются разнообразием типов энергетического обмена, и, как следствие, могут использовать большое число разных органических субстратов. Максимумы численности сульфатредукторов на ст. 4 были отмечены в октябре 2003 г. и ноябре 2004 г., составляя 9500 и 4500 кл/г соответственно. В районе причала (ст. 4) максимальная численность бактерий выделена в июне 2003 г. (250 кл/г) и в августе 2004 г. (150 кл/г). На всех исследуемых станциях разница в численности сульфатредукторов достигала нескольких порядков: от 0.4 до 150 кл/г.

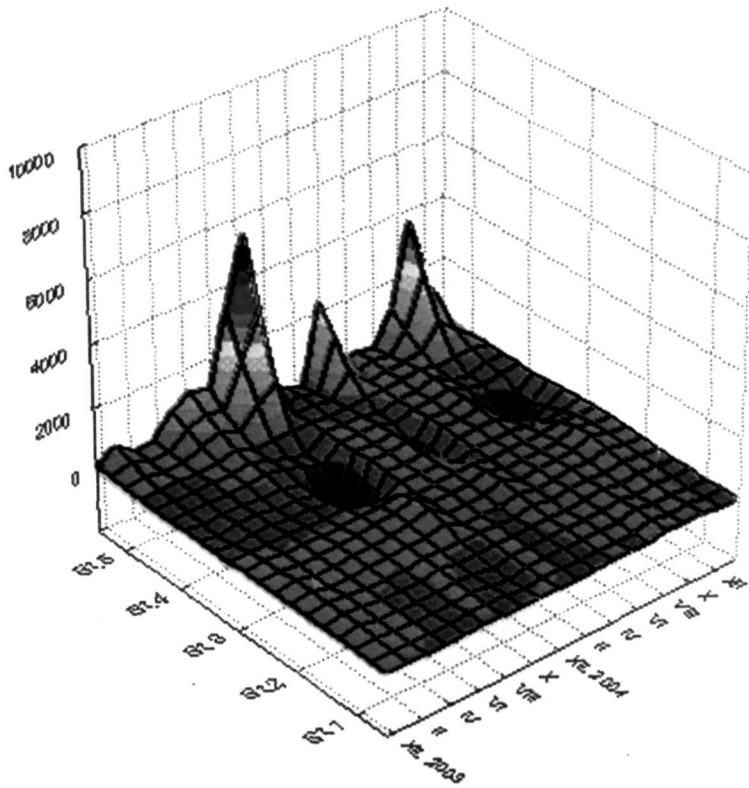


Рис. 3. Численность сульфатредуцирующих бактерий на станциях 1 – 5 в 2003 – 2004 гг.

Fig. 3. Number of sulphatereducing bacteria at the stations 1 – 5 in 2003 – 2004

Табл. 2. Численность сульфатредуцирующих бактерий в прибрежных наносах, кл/г
Table 2. Abundance of sulphatereducing bacteria in the littoral line deposits, cell/g

Период	Ст. № 1	Ст. № 2	Ст. № 3	Ст. № 4	Ст. № 5
Зима, 2003	0.1±0.1	0.1±0.1	15±14.1	0.1±0.1	265±189
Весна, 2003	0.7±0.4	40±34.5	0	0	23.7±19.8
Лето, 2003	0.5±0.2	17.2±15.7	15.8±12.1	98.8±56.8	1165±987
Осень, 2003	8.5±5.7	0.7±0.6	0.3±0.2	8.8±7.2	3816±761
Зима, 2004	0	9.1±6.1	0.3±0.2	0.1±0.1	66.7±18.3
Весна, 2004	0	0.2±0.1	0	0	841.7±186.3
Лето, 2004	0.4±0.3	0.3±0.1	0.3±0.2	51.3±45.3	17.7±9.5
Осень, 2004	50±46	40.1±18.9	0.5±0.2	0.7±0.3	2650±1765
Зима, 2005	0	0.5±0.4	0.2±0.1	0	172.5±154

Таким образом, наиболее высокие значения численности тионовых и сульфатредуцирующих бактерий наблюдались в 2004 г., по сравнению с 2003 г.

В 2005 г. мы продолжили изучение численности и закономерностей распределения тионовых, сульфатредуцирующих и нефтеокисляющих бактерий (рис. 4). Максимальные численности исследуемых групп бактерий выявлены в бухтах Северная (ст. 2) и Круглая (ст. 6), минимальные – на ст. Учкюевка (ст. 3).

Вместе с тем, на станции 3 нами отмечено увеличение числа тионовых и нефтеокисляющих бактерий через сутки после продолжительного ливня, при визуальном мутной воде в момент отбора пробы. Содержание нефтяных углеводов на этой станции представлено в следовых количествах. Заметим, что влияние ливневого стока на загрязнение акватории нефтепродуктами и растворенными органическими веществами хорошо известно [1].

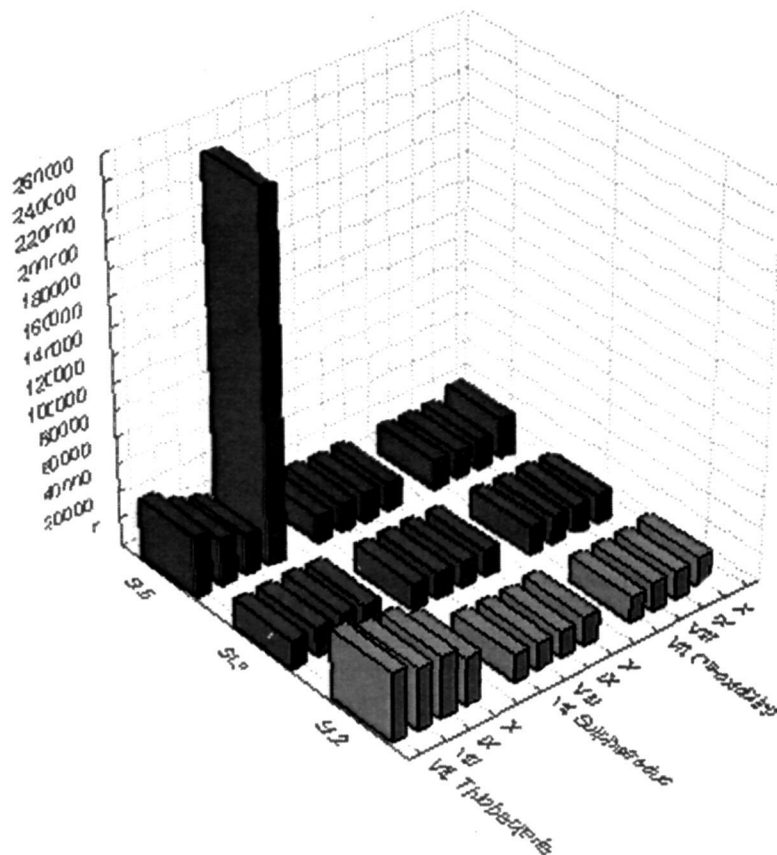


Рис. 4. Численность тионовых (первый ряд), сульфатредуцирующих (второй ряд), нефтеокисляющих (третий ряд) групп бактерий на исследуемых станциях в 2005 г.

Fig. 4. Number of thio-bacteria, sulphatereducing, oil-oxidizing bacteria at stations in 2005

Высокий коэффициент корреляции ($r = 0,93$) между количеством тионовых и нефтеокисляющих бактерий на данной станции позволяет предположить участие тионовых бактерий в биодegradации углеводородов нефти.

Выводы. 1. Впервые получены сведения о численности тионовых, сульфатредуцирующих, углеводородокисляющих групп микроорганизмов в прибрежных наносах региона Севастополя. Тионовые бактерии выделены

повсеместно, сульфатредуцирующие – в 60 % проб. Разница в показателях численности бактерий во всех изучаемых группах достигает несколько порядков: в группе тионовых микроорганизмов – от 0,9 до $2 \cdot 10^6$ кл/г, сульфатредукторов – от 0,4 до $9,5 \cdot 10^3$ кл/г. **2.** В сезонной динамике однонаправленного тренда не выявлено: максимумы численности исследуемых групп бактерий отмечены как в зимне-весенний, так и в летне-осенний периоды.

1. Беляева О. И. Влияние ливневого стока на нефтяное загрязнение в бухте Казачья (Черное море). // Экология моря - 2004. - Вып. 66. - С. 17 - 21.
2. Буроян Н. В. Анаэробная микрофлора донных осадков Севастопольских бухт (Черное море) // Экология моря - 2004. - Вып. 66. - С. 22 - 24.
3. Кирюхина Л. Н., Шадрин Т. В. Липиды и углеводороды в прибрежных наносах Севастопольской акватории. // Экология моря - 2004. - Вып. 66. - С. 59 - 63.
4. Кузнецова В. А., Горленко В. М. Влияние температуры на развитие микроорганизмов из заводняемых пластов Ромашкинского нефтяного месторождения // Микробиология. - 1965. - 34, 2. - С. 329 - 334.
5. Лебедь А. А. Анаэробная микрофлора донных осадков и ее роль в трансформации органических веществ // Биологические аспекты нефтяного загрязнения морской среды. Под ред. Миронова О. Г. - Киев: Наук. думка, 1988. - С. 83 - 90.

6. Миров О. Г. Микробиологическая характеристика прибрежных наносов региона Севастополя (Черное море) // Морск. экол. жур. – 2005. – 4, № 1. – С. 67 - 74.
7. Родина А. Г. Методы водной микробиологии. – М.: Наука, 1965. – 361 с.
8. Розанова Е. П., Кузнецов С. И. Микрофлора нефтяных месторождений. – М.: Наука, 1974. – 178 с.
9. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. – Л.: Наука, 1974. – 194 с.
10. Рубцова С. И. Нефтеокисляющие бактерии как агенты самоочищения морской среды от углеводородов нефти // Вестн. СевНТУ. Механика. Энергетика. Экология. – 2003. – Вып. 48. – С. 165 - 172.
11. Сорокин Ю. И. Микрофлора грунтов Черного моря // Микробиология. – 1962. – 31, № 5. – С. 899 - 903.
12. Теплинская Н. Г., Нидзвецкая Л. М. Влияние гранулометрического состава песка на микрофлору песчаных пляжей // Биол. науки. – 1984. – № 1. – С. 82 - 85.

Поступила 05 декабря 2005 г.

Тіонові і сульфатредуючі бактерії у прибережних наносах регіону Севастополя (Чорне море). Н. В. Бурдіян, С. І. Рубцова, О. І. Беляєва. Одержані результати про чисельність тіонових і сульфатредуючих мікроорганізмів в прибережних наносах регіону Севастополя. Тіонові бактерії виділені повсюдно, сульфатредуючі - у 60 % проб. Різниця в показниках чисельності бактерій у всіх групах, що вивчаються, досягає декілька порядків: у групі тіонових мікроорганізмів від 0,9 до $2 \cdot 10^6$ кл/г, сульфатредуючих - від 0,4 до $9,5 \cdot 10^3$ кл/г. У сезонній динаміці тренда відмічено не було: максимума чисельності досліджуваних груп бактерій відмічені як в зимово-весняний, так і літньо-осінній період.

Ключові слова: прибережні наноси, тіонові та сульфатредуючі бактерії, нафтові вуглеводні, Чорне море

Thiobacteria and sulphatereducing bacteria in the littoral line deposits of Sevastopol region (the Black sea). N. V. Burdiyan, S. I. Rubtsova, O. I. Belyaeva. The information about number of thiobacteria and sulphatereducing bacteria in the littoral line deposits of Sevastopol region are given. Thiobacteria have allocated everywhere, sulphatereducing bacteria - in 60 % of samples. The number of bacteria is various: thiobacteria - from 0.9 to $2 \cdot 10^6$ cell/g, sulphatereducing bacteria - from 0.4 to $9,5 \cdot 10^3$ cell/g. The seasonal dynamics of bacteria number are absent.

Key words: littoral line deposits, thiobacteria, sulphatereducing bacteria, oil hydrocarbons, Black Sea