

Ю.В.Дорошенко

*Институт морских биологических исследований им.А.О.Ковалевского РАН,
г.Севастополь*

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ ЧЁРНОГО МОРЯ (НА ПРИМЕРЕ ПЛЯЖА ПЕСОЧНЫЙ, СЕВАСТОПОЛЬ)

Приведены результаты микробиологических исследований прибрежных наносов пляжа Песочный (Чёрное море, регион Севастополя). Полученные данные по численности бактериобентоса свидетельствуют об отсутствии хронического нефтяного загрязнения, но указывают на значительное загрязнение органической природы в период активной рекреационной нагрузки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *гетеротрофные и нефтеокисляющие бактерии, нефтяное загрязнение, экологическое состояние, Чёрное море*

Севастополь – город, являющийся крупнейшим незамерзающим морским торговым и рыбным портом, промышленным, научно-техническим и культурно-историческим центром. Несмотря на то, что бухты города Севастополя используются в качестве базы Черноморского флота России, они также ежегодно привлекают тысячи туристов на свои берега. Следовательно, прибрежные акватории нуждаются в изучении экологического состояния и оценке загрязнения прибрежных экосистем.

Пляж Песочный расположен на южном берегу бухты Песочная (Херсонесская). Он самый небольшой по площади в городской черте и в течение долгого времени используется в рекреационных целях. Длина пляжа около 50 м, глубина до 2 м, ветровое волнение в акватории пляжа незначительное, уклон – пологий без подводных валунов, дно песчаное, правый угол пляжа глинистый. Здесь также находятся элементы гидротехнических сооружений в виде трубы аварийного канализационного коллектора, закрытой бетонным корпусом, и малые пирсы, на стенках которых поселяются организмы обрастаний. Пляж имеет выход в открытое море, однако из-за мелководья вода на пляже хорошо прогревается и летом достигает температуры 27 – 28 °С. Пляж подвержен большой рекреационной нагрузке в купальный сезон.

Среди многочисленных и разнообразных по происхождению потоков загрязняющих веществ в регионе Севастополя нефтяные углеводороды занимают доминирующую позицию [1, 2].

Попавшая на поверхность моря нефть со временем вступает в общую цепь сложных и малоисследованных по длительности процессов, в результате которых она теряет плавучесть, осаждается на дно и накапливается в донных осадках и прибрежных наносах. Таким образом, нефть отрицательно влияет на все группы морских организмов, обитающих как в поверхностной пленке, так и в толще морской воды и на дне.

Ранее [3] были получены данные о влиянии нефти и нефтепродуктов в широком диапазоне концентраций на 42 массовых вида морских организмов Чёрного моря: фито- и зоопланктона, рыб, организмов бентоса. Это по-

зволило установить уровни токсичности нефти и нефтепродуктов, выявить наиболее чувствительные виды к нефтяному загрязнению и определить восприимчивость к нефти гидробионтов на различных стадиях развития.

Опасность нефтяного загрязнения заключается также в том, что с течением времени нефть, попадающая в море, не только накапливается в донных осадках и прибрежных наносах, а также может передаваться по пищевой цепи между гидробионтами.

Однако многочисленные виды микроорганизмов, способные использовать нефть и нефтепродукты в качестве единственного источника углерода и энергии, участвуют в процессах самоочищения от данного токсиканта. Кроме того, нефтеокисляющие бактерии являются индикаторами нефтяного загрязнения и их количественные значения можно использовать для экологической оценки состояния акватории.

Цель настоящей работы – оценить экологическое состояние пляжа Песочный по результатам микробиологического мониторинга прибрежных наносов.

Материал и методы. Пробы прибрежных наносов отбирали ежемесячно на пляже Песочный шпателем на линии уреза в 2013 г. (12 проб) и помещали в склянки с притёртыми пробками. Инструмент для отбора проб и посуда были предварительно простерилизованы. После доставки в лабораторию вся последующая обработка проб проводилась в стерильных условиях.

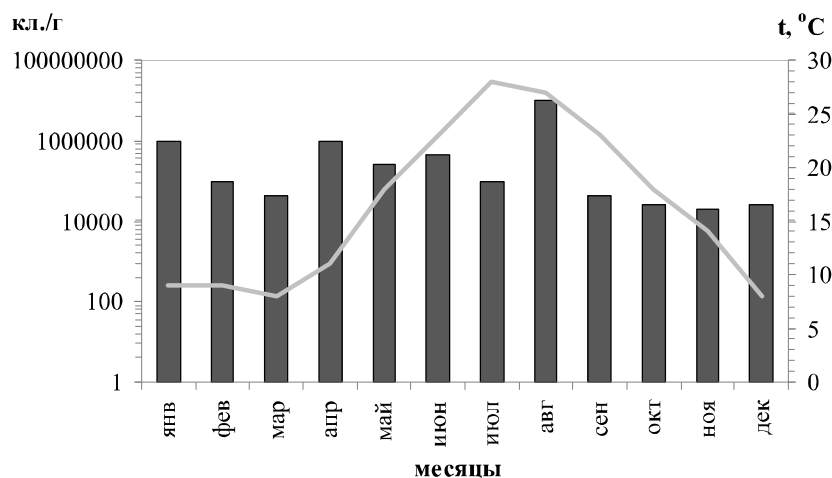
В прибрежных наносах и донных осадках определяли общую численность гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий методом предельных разведений. Расчёт наиболее вероятного числа клеток в единице объёма исходного субстрата осуществляли по таблицам Мак-Креди [4, 5].

Результаты и обсуждения. Микроорганизмы, как известно, наиболее быстро реагируют на изменения, происходящие в морской воде. Их развитие и активность находятся в прямой связи с составом органических и неорганических веществ в среде, так как микроорганизмы способны разрушать соединения естественного и антропогенного происхождения. Микробиологический мониторинг не только морской воды, а также контактных зон (прибрежных наносов) может служить для оперативного контроля состояния прибрежных акваторий.

В данном случае анализ включает определение общего количества гетеротрофных бактерий, как показателя фоновой характеристики морской среды и численности нефтеокисляющих бактерий – показателя загрязнения нефтяными углеводородами.

За исследуемый период общая численность гетеротрофных бактерий в прибрежных наносах пляжа Песочный колебалась от 20 тыс. до 9,5 млн. кл./г (рис.1). По численности гетеротрофных бактерий пляж Песочный в летний период можно отнести к гиперэвтрофному району [6].

Пик численности гетеротрофных бактерий приходится на август, что, вероятно, связано с высокой рекреационной нагрузкой в этот период. Выявить зависимость между численностью гетеротрофных бактерий прибрежных наносов и температурой морской воды нам не удалось. По-видимому, температура не является основным фактором роста гетеротрофных бактерий, и их численность в большей степени зависит от других факторов, например, от наличия в воде органических веществ.



Р и с . 1 .Динамика численности гетеротрофных бактерий в прибрежных наносах пляжа Песочный и годовая динамика температуры морской воды.

Численность нефтеокисляющих бактерий варьировала в диапазоне от 0,4 до 450 кл./г, что на 4 – 5 порядков меньше численности гетеротрофов (рис.2). Таким образом, за весь исследуемый период численность нефтеокисляющих бактерий не превышала 1 % от общей численности гетеротрофов.

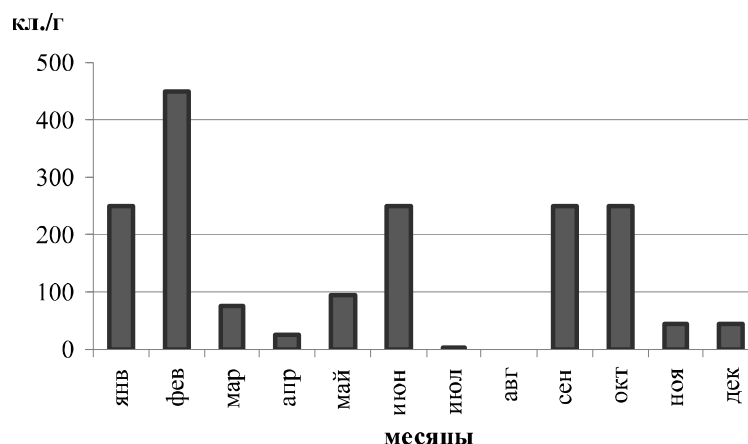
Согласно [7], относительное количество нефтеокисляющих бактерий в морском гетеротрофном бактериальном сообществе в среднем составляет до 4 %. Однако в местах нефтяных загрязнений их доля возрастает и может достигать 100 % от общей численности гетеротрофов [8].

Наши результаты по численности нефтеокисляющих бактерий аналогичны полученным ранее для пляжа Учкучевка, не подверженному нефтяному загрязнению [2]. Кроме того, обнаруженные концентрации хлороформ-экстрагируемых веществ в прибрежных наносах пляжа Песочный ($0,0083 \text{ г} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$) соответствуют I уровню загрязнения морских грунтов [9, 10]. Это свидетельствует об отсутствии хронического нефтяного загрязнения в данной акватории.

Прибрежные наносы являются составной частью контактной зоны «суша-море», где сталкиваются потоки загрязняющих веществ, идущих как с суши, так и со стороны моря. При волновой активности происходит значительный унос в море загрязнителей органического характера, накопившихся на берегу, а также выброс на берег различных токсикантов, в том числе нефти и нефтепродуктов [11].

Помимо указанных источников загрязнения отрицательное влияние на морскую биоту прибрежного мелководья оказывает непосредственно человек. За десятиминутное пребывание в море каждым купающимся вносится в воду десятки миллионов бактерий, в том числе десятки тысяч кишечной палочки, и является беспокоящим фактором для морских организмов [12].

Таким образом, результаты наших исследований, а также комплексные санитарно-биологические исследования б.Песочной [9], свидетельствуют о том, что загрязнение нефтяными углеводородами прибрежных наносов пля-



Р и с . 2 . Динамика численности нефтеокисляющих бактерий в прибрежных наносах пляжа Песочный.

жа не обнаружено, но возрастание в летний период рекреационной нагрузки требует принятия мер по улучшению экологической обстановки исследованного пляжа.

Выводы.

1. Численность нефтеокисляющих бактерий за весь период исследования не превышала 450 кл./г, что свидетельствует об отсутствии хронического загрязнения нефтяными углеводородами на пляже Песочный.

2. Отмечены высокие значения численности гетеротрофных бактерий в летний период (10^6 кл./г), что соответствует максимальной рекреационной нагрузке. Это обстоятельство, вероятно, приводит к высоким концентрациям органических веществ, которые являются субстратом для развития гетеротрофной микрофлоры.

3. Для улучшения санитарного состояния пляжа Песочный необходимо принятие мер по улучшению экологической обстановки как на берегу, так и акватории, например, использование системы гидробиологической очистки (искусственного рифа).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алёмов С.В., Бурдяин Н.В., Гусева Е.В., Шадрин Т.В., Енина Л.В., Сосновская Р.В., Тихонова Е.А., Волков Н.Г. Санитарно-экологические исследования акватории Севастополя (Чёрное море) // Экология моря.– 2007.– вып.73.– С.5-15.
2. Миронов О.Г. и др. Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– 192 с.
3. Миронов О.Г. Взаимодействие морских организмов с нефтяным загрязнением.– Л.: Гидрометеоздат, 1985.– 128 с.
4. Практикум по микробиологии / Под ред. А.И.Нетрусова.– М.: Изд. центр «Академия», 2005.– 608 с.
5. Лысак В.В. Микробиология: учеб. пособие для студентов биологич. специальностей.– Минск: БГУ, 2005.– 364 с.
6. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоёмах / отв. ред. А.В.Монаков.– Л.: Наука, 1985.– 295 с.

7. *Venosa A.D., Suidan M.T., King D., Wrenn B.A.* Use of hopane as a conservative biomarker for monitoring the bioremediation effectiveness of crude oil contaminating a sandy beach // *J. Indian Microbiology and Biotechnology.*– 1997.– 18.– P.131-139.
8. *Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды.– Л.: Гидрометеоздат, 1979.– 375 с.
9. *Алёмов С.В., Гусева Е.В., Соловьёва О.В., Тихонова Е.А., Бурдиян Н.В., Дорошенко Ю.В.* Результаты комплексных санитарно-биологических исследований бухты Песочная (регион Севастополя) // *Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И.Вернадского (Серия «Биология, химия»).*– 2015.– т.1 (67), № 2.– С.3-17.
10. *Мионов О.Г., Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н.* О предельно-допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Чёрного моря // *Гидробиологический журнал.*– 1986.– 22, № 6.– С.77-78.
11. *Мионов О.Г.* Санитарно-биологические направления исследований акватории контактной зоны «суша-море» // *Экология моря.*– 2001.– вып.57.– С.85-90.
12. *Гигиена прибрежных морских вод* / ред. Городецкий А.С., Раскин Б.М.– Л.: Медицина, 1966.– 152 с.

Материал поступил в редакцию 23.02.2016 г.
После доработки 21.10.2016 г.

Yu.V.Doroshenko

**MICROBIOLOGICAL MONITORING OF THE COASTAL BLACK SEA
(THE PESOCHNAYA BAY, SEVASTOPOL, AS AN EXAMPLE)**

The results of microbiological research of coastal sediment of the Pesochная Bay (Black Sea, Sevastopol region) are conducted. The data on the number of bacteriobenthos indicate on absence of chronic oil pollution, but point to a significant contamination of organic nature during heavy recreational load.

KEYWORDS: heterotrophic and oil-oxidizing bacteria, oil pollution, ecological statement, the Black Sea