

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГОЛУБОЙ БУХТЫ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Дорошенко Ю.В.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011, Россия; e-mail: julia_doroshenko@mail.ru
Поступила в редакцию: 10.07.2018.

Аннотация. Исследованы закономерности распространения и численность гетеротрофных бактерий перифитона и морской воды в Голубой бухте (Севастополь, Чёрное море). Показано, что значения численности бактерий в морской воде на 2-3 порядка ниже, чем в перифитоне. Установлено, что Голубая бухта не подвержена хроническому нефтяному загрязнению. Наличие гетеротрофных, липолитических и амилолитических микроорганизмов свидетельствует о присутствии в воде загрязнений органического происхождения. Фенолоксиляющие бактерии в морской воде не выявлены. Предложены меры по улучшению качества морской воды в районе пляжа Голубой бухты.

Ключевые слова: гетеротрофные бактерии, перифитон, экологическое состояние, Чёрное море.

Комплексные исследования бухт Севастополя, в том числе и микробиологические, проводятся в Институте биологии южных морей (ИнБЮМ, в настоящее время ИМБИ) с 1973 г и подробно изложены в ряде монографий [1, 2]. Полученные данные легли в основу паспортизации морских акваторий, которые были оформлены в виде проекта в 2004 г. [3]. Эти работы продолжаются до настоящего времени, тем самым, увеличивается объём информации по динамике экологического состояния акватории региона Севастополя. Микробиологический мониторинг не только морской воды, а также обрастаний может служить для оперативного контроля состояния прибрежных акваторий.

Среди многочисленных и разнообразных по происхождению потоков загрязняющих веществ в регионе Севастополя, нефтяные углеводороды (НУ) занимают доминирующую позицию [4]. Поступая в водоём разными путями, сорбируясь на частичках суспензии, подвергаясь химической и биологической трансформации, нефть и нефтепродукты, в конечном итоге, переходят из водной толщи в донные осадки и прибрежные наносы. Кроме того, в прибрежной зоне концентрируются загрязнения, которые поступают как с берега, так и со стороны моря. В то же время здесь происходит массовый контакт людей с морем.

Физико-химические процессы играют существенную роль в самоочищении воды от НУ, однако полной деструкции последних не происходит [5, 6]. Она возможна лишь при участии нефтеоксиляющих микроорганизмов [7]. Микроорганизмы 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.

Полигоном для исследования выбрали акваторию Голубой бухты (район пляжа). Для сравнения использовали акваторию «дикого» пляжа Голубой бухты, с меньшей степенью антропогенной нагрузки (рис. 1).

Бухта расположилась на побережье Чёрного моря, неглубоко врезается в берег и включает в себя два пляжа. Пляж «Голубая бухта» находится на берегу Голубой бухты. Небольшой оборудованный галечный пляж, далее переходящий в «дикий». Местность в районе пляжа очень живописна, есть небольшие бухточки, пещеры, скалы. Длина около 300 м. Пляж «Голубая бухта» расположен рядом с Музейным историко-мемориальным комплексом Героическим защитникам Севастополя «35-я береговая батарея».

Бухта находится неподалеку от дачных поселков, отелей, различных развлекательных заведений, что означает вероятность выброса загрязняющих веществ в акваторию исследуемой бухты. Так же Голубая бухта довольно популярна среди гостей нашего города и местных жителей, что несет дополнительную антропогенную нагрузку.

Цель настоящей работы – оценить экологическое состояние Голубой бухты по результатам микробиологического мониторинга морской воды и обрастаний.



Рисунок 1. Расположение Голубой бухты на карте Севастополя

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор материала (обрастания и морская вода) для микробиологических анализов производили каждые 2 недели с июля по сентябрь на пляже в Голубой бухте, а также вдали от него (район дикого пляжа), т.е. 4 пробы на 2-х станциях. Перифитон отбирали ручным скребком и стерильно помещали в склянки с притертыми пробками. Пробы воды отбирали с глубины 5-10 см, пробиркой и закрывали резиновыми пробками. При каждом отборе проб измеряли температуру морской воды. После доставки в лабораторию вся последующая обработка проб проводилась в стерильных условиях.

В каждой пробе определяли численность гетеротрофных (ГТ) и нефтеокисляющих (НО) бактерий, а также каждый месяц дополнительно численность липолитических (ЛЛ), амилитических (АЛ) и фенолоксиляющих (ФО) бактерий.

Численность бактерий определялась методом предельных разведений на соответствующих селективных питательных средах. Для исследования численности гетеротрофных бактерий использовали пептонную воду, для нефтеокисляющих – среду Диановой-Ворошиловой (Д-В) с добавлением нефти, для липолитических – среду Д-В с добавлением рыбьего жира; для амилитических – среду Д-В с добавлением крахмала; для фенолоксиляющих бактерий – среду Калабиной.

Наиболее вероятное число микроорганизмов в единице объема рассчитывают по таблице Мак-Креди, разработанной на основании методов вариационной статистики [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Численность бактерий в воде. За исследуемый период общая численность гетеротрофных бактерий в воде оборудованного пляжа бухты Голубой колебалась от 250 до 9,5 тыс. кл./мл. (рис. 2).

Общая численность гетеротрофных бактерий в воде условно чистого района (вдали от пляжа) бухты Голубой варьировалась от 250 до 950 кл./мл, т. е. была на порядок ниже, чем в районе пляжа.

Минимальные значения отмечены при минимальном значении температуры ($t = 21^{\circ}\text{C}$). Также следует отметить, что накануне ночью шёл дождь, и отдыхающих на пляже практически не было.

Численность нефтеокисляющих бактерий в воде грязного района (район пляжа) Голубой бухты варьировалась в диапазоне от 4,5 до 250 кл./мл (рис. 3).

В чистом же районе (вдали от пляжа) – от 7,5 до 45 кл./мл. В среднем численность НО бактерий в условно чистом районе была ниже. Однако на обеих станциях значения численности НО бактерий соответствуют условно чистым акваториям по нефтяному загрязнению [9].

Помимо указанных групп бактерий, степень антропогенного загрязнения прибрежной полосы отражают такие группы бактерий, как липолитические, амилитические и фенолоксиляющие. Они отражают наличие в морской воде таких загрязняющих веществ, как жиры, крахмал и фенол.

Численность липолитических бактерий колебалась от 4,5 до 45 кл./мл в воде грязного района. В воде чистого района – от 4,5 до 9,5 кл./мл (рис. 4). Достоверных различий не выявлено.

В воде грязного района (р-н пляжа) численность амилитических бактерий колебалась от 2 до 450 кл./мл. В воде чистого района – от 2,5 до 45 кл./мл, что на порядок ниже, чем в районе пляжа.

Рост фенолоксиляющих бактерий в обоих районах не наблюдался, следовательно, такое загрязняющее вещество, как фенол, не присутствует в акватории Голубой бухты.



Рисунок 2. Динамика численности ГТ бактерий в морской воде

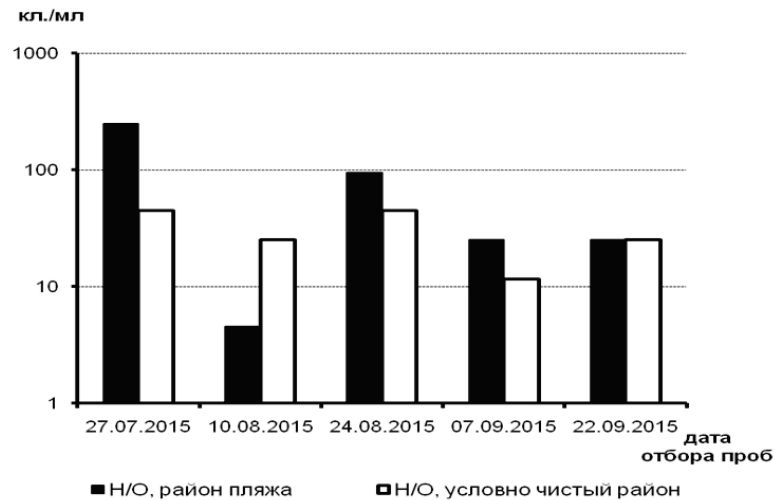


Рисунок 3. Динамика численности НО бактерий в морской воде

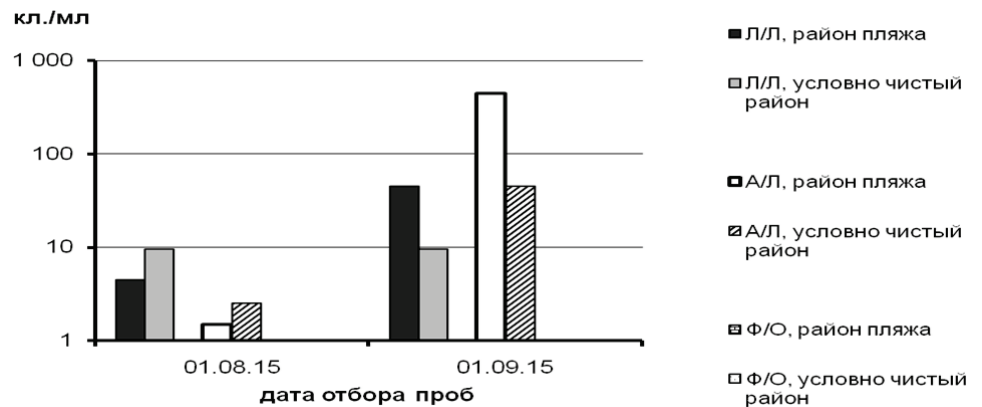


Рисунок 4. Динамика численности ЛЛ, АЛ и ФО бактерий в морской воде

Численность бактерий в обрастаниях. За исследуемый период общая численность гетеротрофных бактерий в обрастаниях грязного района (р-н пляжа) бухты Голубой варьировалась в диапазоне от 4,5 млн до 450 тыс. кл./г. В обрастаниях чистого района – от 75 тыс. до 450 тыс. кл./г (рис. 5).

Минимальное значение численности бактерий в обрастаниях в районе пляжа соответствовало максимальному значению в условно чистой акватории, и получено после изменившихся климатических условий.

Численность нефтеокисляющих бактерий в обрастаниях грязного района колебалась от 25 тыс. до 4,5 тыс. кл./г. В обрастаниях чистого района – от 2,5 тыс. до 450 кл./г (рис. 6). В целом, численность НО бактерий в районе пляжа выше на порядок, по сравнению с условно чистой акваторией.

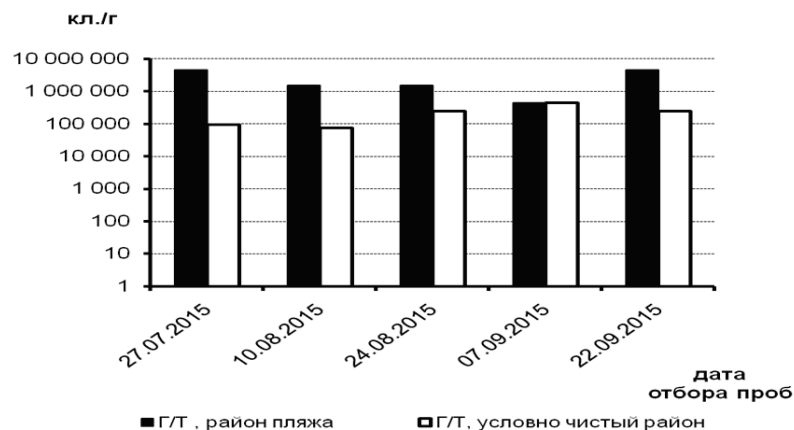


Рисунок 5. Динамика численности ГТ бактерий в обрастаниях

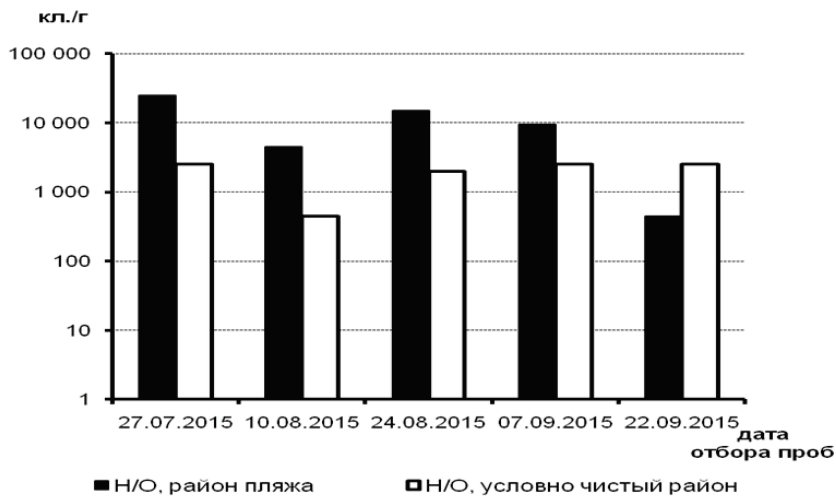


Рисунок 6. Динамика численности НО бактерий в обрастаниях

Численность липолитических бактерий в обрастаниях грязного района колебалась от 2 тыс. до 9,5 тыс. кл./г. В перифитоне чистого района – от 2,5 тыс. до 250 кл./г (рис. 7).

Численность амилोलитических бактерий в обрастаниях варьировала в диапазоне от 45 тыс. до 15 тыс. кл./г. (грязный район), а в условно чистом районе – от 9,5 тыс. до 450 кл./г, т.е. на порядок ниже, чем в районе пляжа.

В обрастаниях, в отличие от морской воды, где фенолоксиляющие бактерии, не были обнаружены, в августе зафиксированы незначительные количества фенолоксиляющих бактерий. Значения составляли соответственно 25 и 4 кл./г для район а пляжа и условно чистого района. Это явление не обязательно отражает поступление загрязняющего вещества при антропогенной нагрузке, а может свидетельствовать о процессах деградации нефтяных углеводородов, побочным продуктом которой является фенол.

Высокая численность гетеротрофных бактерий в обрастаниях свидетельствует об активных процессах естественного самоочищения морской среды. Широкий спектр биохимической активности микрофлоры отражает способность к естественному самоочищению морской среды от многих загрязняющих веществ органической природы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что Голубая бухта не подвержена хроническому нефтяному загрязнению. Однако поступление загрязняющих веществ с береговой полосы, а также антропогенная нагрузка в летний период требуют предпринять меры по сохранению и улучшению экологического состояния Голубой бухты.

Чтобы избежать дальнейшего загрязнения бухты необходимо выявить источники загрязнения в прибрежной зоне, контролировать сбросы сточных и канализационных вод в бухту, а также использовать гидробиологический метод очистки (искусственные рифы) для улучшения качества морской воды [10].

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2).

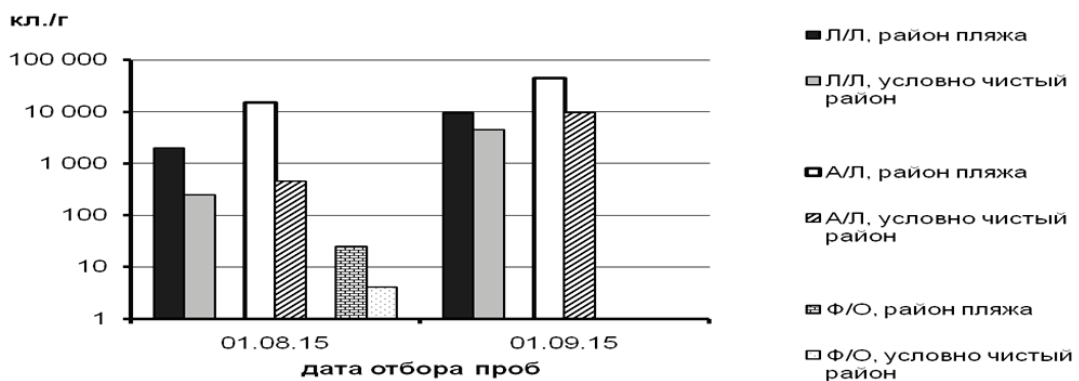


Рисунок 7. Динамика численности ЛЛ, АЛ, ФО бактерий в обрастаниях

Список литературы / References:

1. Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алёмов С.В. *Санитарно-биологические аспекты экологии севавтопольских бухт в XX веке*. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003, 185 с., URL: <http://repository.marine-research.org/handle/299011/1466>. [Mironov O.G., Kiryukhina L.N., Alyomov S.V. *Sanitary biological aspects of the Sevastopol bays ecology in XX century*. Sevastopol: ECOSY-Hydrophysics, 2003, 185 p., URL: <http://repository.marine-research.org/handle/299011/1466>. (In Russ.)]
2. Миронов О.Г. [и др.] *Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя*. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009, 192 с. URL: <http://repository.marine-research.org/handle/299011/1468>. [Mironov O.G. [et al.] *Sanitary-biological investigation in coastal area of Sevastopol region*. Sevastopol: ECOSY-Hydrophysics, 2009, 192 p., URL: <http://repository.marine-research.org/handle/299011/1468> (In Russ.)]
3. Миронов О.Г. Санитарно-биологические исследования на морских полигонах в Севастопольских бухтах (Чёрное море). *Экология моря*, 2009, т. 77, с. 84-87. [Mironov O.G. Sanitary-biological investigation at sea ranges of the Sevastopol bays (Black Sea). *Ekologiya moray*, 2009, vol. 77, pp. 84-87. (In Russ.)]
4. Алёмов С.В., Бурдиян Н.В., Гусева Е.В. [и др.] Санитарно-экологические исследования акватории Севастополя (Чёрное море). *Экология моря*, 2007, т. 73, с. 5-15. [Alyomov S.V., Burdiyan N.V., Guseva E.V. [et al.] Sanitary-ecological investigation in area of Sevastopol region (Black Sea). *Ekologiya moray*, 2009, vol. 77, pp. 84-87. (In Russ.)]
5. González J.J., Viñas L., Franco M.A. [et al.] Spatial and temporal distribution of dissolved/dispersed aromatic hydrocarbons in seawater in the area affected by the Prestige oil spill. *Mar. Pollut. Bull.*, 2006, vol. 53, no. 5-7, pp. 250-259.
6. Lee Chang-Hoon, Chan-Gyoung Sung [et al.] Monitoring toxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons in intertidal sediments for five years after the Hebei Spirit oil spill in Taean, Republic of Korea. *Mar. Pollut. Bull.*, 2013, vol. 76, no. 1-2, pp. 241-249.
7. Reunamo A., Riemann L., Leskinen P., Jørgensen K.S. Dominant petroleum hydrocarbon-degrading bacteria in the Archipelago Sea in South-West Finland (Baltic Sea) belong to different taxonomic groups than hydrocarbon degraders in the oceans. *Mar. Pollut. Bull.*, 2013, vol. 72, no. 1, pp. 174-180.
8. Лысак В.В. *Микробиология: Учеб. пособие для студентов биологич. специальностей*. Минск: БГУ, 2005, 364 с. [Lysak V.V. *Microbiology*. Minsk: BGU, 2005, 608 p. (In Russ.)]
9. Рубцова С.И., Тихонова Е.А., Бурдиян Н.В., Дорошенко Ю.В. Оценка экологического состояния севавтопольских бухт Черного моря по основным химическим и микробиологическим критериям. *Морской экологический журнал*, 2013, т. XII, № 2, с. 38-50. [Rubtsova S. I., Tihonova E. A., Burdiyan N. V., Doroshenko U. V. The estimation of the ecological state of Sevastopol bays on basic chemical and microbiological criteria. *Marine ecological journal*, 2013, vol. XII, no. 2, pp. 38-50, URL: <http://repository.marine-research.org/handle/299011/1280>. (In Russ.)]
10. Ereemeev V.N., Boltachev A.R., Aleksandrov B.G., Alyomov S.V. [et al.] *Biological diversity of the coastal zone of the Crimean peninsula: problems, preservation and restoration pathways*. NAS Ukraine, Institute of Biology of the Southern Seas: Sevastopol, 2012, pp. 81-85.

THE ESTIMATION OF THE STATE OF GOLUBAYA BAY ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA DURING THE SUMMER

Doroshenko Yu.V.

Institute of Marine Biological Research A.O. Kovalevsky

Nachimov av., 2, Sevastopol, 299011, Russia; e-mail: julia_doroshenko@mail.ru

Abstract. The distribution and number of heterotrophic bacteria of periphyton and sea water in the Golubaya Bay (Sevastopol, Black sea) were investigated. It was shown that the number of bacteria in sea water on 2-3 orders lower than in the periphyton. It was established that the Golubaya Bay is not exposed of chronic oil pollution. The phenol-oxidizing bacteria in seawater were not detected. The existence of heterotrophic, lipolytic and amyolytic microorganisms evidence of organic contaminants in water. Measures to improve the quality of sea water in the area of Golubaya Bay were proposed.

Key words: *bacteria, periphyton, ecological state, Black sea.*