

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БУХТЫ ЗОЛОТОЙ РОГ

microbiol@mail.ru

Показано, что хроническое поступление органических загрязняющих веществ в акваторию бухты Золотой Рог приводит к существенным изменениям состояния морских микробных сообществ. Деструктивный потенциал микроорганизмов в отношении органических соединений наиболее выражен в осенне-весенний сезоны года.

Ключевые слова: антропогенное загрязнение, микробные сообщества, физиологическая активность, снижение видового разнообразия, энтеробактерии, бактериопланктон.

Значительная часть морских прибрежных зон России в настоящее время подвергается интенсивному антропогенному воздействию. Наибольшую нагрузку испытывают морские воды портовых городов. Одной из наиболее загрязненных акваторий в Приморье, испытывающей комплексное влияние от поступления разнообразных источников загрязнений, является бухта Золотой Рог, расположенная в центре г. Владивостока [1]. Известно, что ежегодные объемы хозяйственно-бытовых стоков в бухту в 5 раз превышают объем воды в ее акватории. Загрязнения поступают в бухту также с водами р. Обьяснения, которая сама является приемником сточных вод большого количества объектов, а также подвергается тепловому воздействию охлаждающих вод ТЭЦ – 2 [2]. Высокое загрязнение морских вод б. Золотой Рог оказывает существенное влияние на структуру морских организмов, обитающих в бухте. Так, несколькими исследователями было показано, что в б. Золотой Рог отмечается небольшое видовое разнообразие, но высокая численность индикаторных видов морских организмов, высокоустойчивых к загрязнению, что характеризует воды и

грунты бухты как очень грязные [3-7]. Однако, в отношении микроорганизмов в б. Золотой Рог подобных исследований проведено не было.

В связи с этим, чрезвычайно актуальным являлось изучить влияния антропогенного загрязнения на структуру и состояние микробных сообществ морских вод б. Золотой Рог.

Для оценки численности микроорганизмов различных эколого-трофических групп были выбраны пять точек, расположенных в разных местах по периметру бухты Золотой Рог, характеризующиеся разнообразным уровнем распределения загрязняющих веществ в бухте, а также контрольный район, расположенный на о-ве Попова, бухте Пограничной, в зоне морского заповедника (рис.1). Динамику численности микроорганизмов изучали в течение года по сезонам. Количество микроорганизмов оценивали с использованием метода прямого счета, метода Коха и предельных разведений. Физиологическую активность бактериопланктона учитывали по интенсивности темновой ассимиляции углекислого газа микроорганизмами радиоизотопным методом [8].

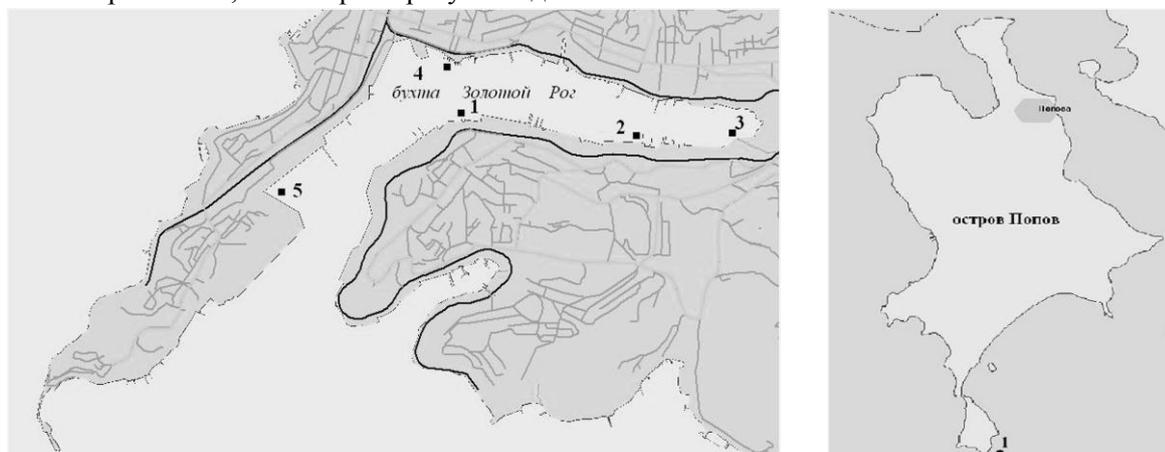


Рис. 1. Схема отбора проб для микробиологических исследований:

1 – м. Чуркин, 2 – Мальцевская переправа, 3 – устье р. Обьяснения, 4 – район 36 причала, 5 – район Торгового порта, 6 – Контрольный район (б. Пограничная)

В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшая общая численность бактерий наблюдалась в летний сезон, наименьшая - в зимний. Распределение бактериопланктона по периметру бухты Золотой рог носило мозаичный характер, и отличалось максимальными значениями в водах станций р. Объяснение (ст.3) и Торгового порта (ст.5), в отличие от контрольного района, где значения общей численности бактерий характеризовались более низкой численностью. Наименьшее количество бактериопланктона в бухте Золотой Рог было обнаружено на станции м. Чуркин (табл. 1).

Таблица 1

**Диапазон колебаний численности
бактериопланктона в б. Золотой Рог
и контрольном районе в течение года,
кл/мл (з - зима; л – лето)**

Станции	min	max
м. Чуркин	$(1,2 \pm 0,02) \times 10^3$ (з) – $(3,8 \pm 0,01) \times 10^6$ (л)	
Мальцевская переправа	$(3,9 \pm 0,3) \times 10^4$ – $(5 \pm 0,05) \times 10^7$	
устье р. Объяснение	$(4,8 \pm 0,04) \times 10^5$ – $(1,1 \pm 0,01) \times 10^9$	
район 36 причала	$(1 \pm 0,03) \times 10^4$ – $(1 \pm 0,03) \times 10^7$	
район Торгового порта	$(1 \pm 0,02) \times 10^5$ – $(5 \pm 0,02) \times 10^8$	
Контрольный район	$(0,017 \pm 0) \times 10^1$ – $(2,5 \pm 0,04) \times 10^3$	

Параллельно с определением общей численности бактериопланктона изучали его физиологическую активность, которая основывается на изучении интенсивности потребления углекислоты бактериями. Результаты показали, что, несмотря на отмеченную в летний сезон высокую общую численность бактерий в б. Золотой Рог, активность микрофлоры в этот сезон была самой низкой (66,5 мг углерода (С)/л в сутки). В зимний сезон, на фоне снижения численности бактерий, наблюдали резкое увеличение микробной активности (270,8 мг С/л в сутки). Противоположные результаты были получены для вод контрольного района, где возрастание общей численности бактериопланктона в летний сезон (8,6 Ig от Кл/мл) сопровождалось увеличением активности потребления углерода (13,11 мг С/л в сутки) и наоборот уменьшение численности в зимний сезон (2 Ig от Кл/мл) способствовало уменьшению активности бактерий (5,93 мг С/л в сутки). Существенная разница в показателях активности между летними и зимними сезонами была отмечена для станций с наиболее высоким органическим загрязнением (р. Объяснение,

Т.порт, Мальцевская), в то время как для контрольного района эти колебания оставались минимальными.

Исходя из полученных результатов, была дана оценка численности гетеротрофных бактерий (ГБ), потребляющих готовые органические вещества. Результаты проведенных исследований показали, что максимальную численность ГБ наблюдали в летний сезон, минимальную зимой. В летний сезон по сравнению с контрольным районом (3,07 Ig от Кл/мл), численность ГБ в бухте Золотой Рог в среднем была значительно выше и составляла 6,99 Ig от Кл/мл. Наибольшее количество бактерий, обнаруживали в водах станций р. Объяснение (8,65 Ig от Кл/мл) и Торгового порта (7,63 Ig от Кл/мл), где по данным Водоканалуправления производится максимальный по объемам сброс стоков водами реки и через крупный городской коллектор.

Сравнительные микробиологические исследования поверхностных вод бухты Золотой Рог и контрольного района показали разницу не только в количественных, но и качественных изменениях в микробных сообществах. Так, было установлено, что микробные сообщества, населяющие поверхностные воды б. Золотой Рог имеют разные морфологические особенности, по сравнению с контрольным районом. В б. Золотой Рог по сравнению с контрольным районом, отмечено уменьшение кокковых бактериальных форм и появление дрожжей. Исследование типа метаболизма бактериальных штаммов выделенных из б. Золотой Рог также показало, что в бухте преобладают бактерии, способные к сбраживанию углеродных субстратов (64%). Напротив, штаммы, выделенные из контрольной станции, преимущественно обладали окислительным типом метаболизма (64%) (рис. 2). Высокий процент микроорганизмов способных к анаэробному сбраживанию глюкозы в бухте Золотой Рог может быть связан с дефицитом кислорода в поверхностном слое воды.

По данным сезонного распределения численности энтеробактерий (ЭБ) установлено, что в контрольном районе эти бактерии практически не обнаруживались. Наибольшая численность бактерий в б. Золотой Рог была отмечена в летний сезон года. Распределение ЭБ по периметру бухты показало, что их максимальное количество было обнаружено в водах р. Объяснение (8,63 Ig от КОЕ/мл) и Торговый порт (7,61 Ig от КОЕ/мл) (рис.). На основании идентификации выделенных штаммов ЭБ отмечено, что в сообществе преобладают бактерии рода *Esherichia* (49%) и *Enterobacter* (23%).

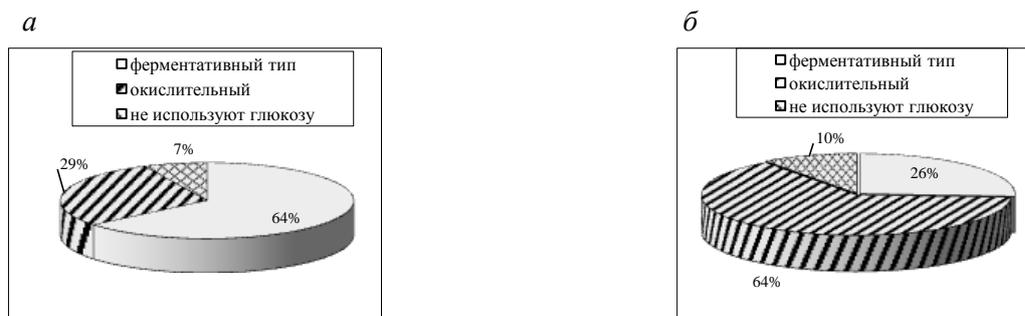


Рис. 2. Характеристика типов метаболизма микроорганизмов, изолированных из поверхностных вод б. Золотой Рог (а) и контрольной станции (б)

Таким образом, хроническое антропогенное загрязнение б. Золотой Рог вызывает изменения структуры микробного сообщества в сравнении с контрольным районом, которые проявляются в увеличении численности специфических эколого-трофических групп бактерий. В акваториях, характеризующихся низким водообменом и значительным хроническим органическим загрязнением, к которым относится б. Золотой Рог, наблюдается снижение физиологической активности бактерий на фоне их высокой численности, что не свойственно акваториям, свободным от антропогенного воздействия. В результате исследований собрана коллекция штаммов, устойчивая к высокому органическому загрязнению среды, которая может использоваться в дальнейшем для очистки морских акваторий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаврилевский А.В., Гаврилова Т.А., Кочергин И.Е. Комплексная количественная оценка параметров источников загрязнения морской акватории, прилегающей к Владивостоку // Труды ДВНИГМИ: Гидрометеорологические процессы на шельфе: оценка воздействия на морскую среду. – 1998. - С. 102-113.
2. Ващенко М.А. Загрязнение залива Петра Великого Японского моря и его биологические последствия // Биология моря. – 2000. - Т. 26, №3. - С. 149 – 159.
3. Бегун А.А. Фитопланктон прибрежных вод г. Владивостока в условиях антропогенного загрязнения // Морская экология – 2002: Материалы международной научно-практической конференции. – Владивосток: МГУ, 2002. (<http://tsu.tmb.ru/ecology/72.shtml>)
4. Фадеева Н.П., Фадеев В.И. Структура морских бентосных сообществ в условиях загрязнения // Человек в прибрежной зоне: опыт веков: Материалы международной научной

конференции (г. Петропавловск – Камчатский, 18-20 сентября 2001г.), Петропавловск – Камчатский. –2001. - С. 175-176.

5. Kiyashko S.I., Fadeeva N.P., Fadeev V.I. Petroleum hydrocarbons as a source of organic carbon for the benthic macrofauna of polluted marine habitats as assayed by the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio analysis // Doklady biological sciences, vol. 381. – 2001. - Pp. 535-537.

6. Давыдова И.Л., Фадеева Е.П., Ковкедова Л.Т. Содержание тяжелых металлов в тканях доминирующих видов бентоса и в донных осадках бухты Золотой Рог Японского моря // Биология моря. - 2005. - Т. 31, № 3. - С. 110-123.

7. Звягинцев А.Ю., Корн О.М., Куликова В.А. Сезонная динамика пелагических личинок и оседание организмов – обрастателей в условиях термального загрязнения // Биология моря. - 2004. -Т. 30, №4. - С. 296 – 307.

8. Романенко В.И. Гетеротрофная ассимиляция CO_2 бактериальной флорой воды.- Микробиология. - 1964. - Т. 33. С.679-683.

9. Безвербная И.П., Бузолева Л.С., Христофорова Н.К. Металлоустойчивые гетеротрофные бактерии в прибрежных акваториях Приморья // Биология моря. – 2005. - Т. 31, № 2. - С. 89-93.