



## МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК: 579.26:579.266:574.635

### РАЗРАБОТКА ПРИЕМОВ БИОРЕМЕДИАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД С ОСТАТОЧНОЙ ЗАМАЗУЧЕННОСТЬЮ

© 2010 А.Р. Гальперина

«Астраханский государственный технический университет»

Проведен гидрохимический и микробиологический анализ сточных вод с остаточной замасоченностью. Выявлено, что аборигенная микрофлора принимает активное участие в биодegradации нефтяных углеводородов. Внесение циано-бактериальных сообществ и высшей водной растительности активизирует процессы самоочищения сточных вод от нефтепродуктов. Об этом свидетельствуют убыль суммарных нефтяных углеводородов – на 98%; оптической плотности – на 71%.

Hydrochemical and microbiological analysis of residual masout sewage was carried out. It was revealed that the native microflora takes active part in biodegradation of oil hydrocarbons. Injection of cyano-bacterial communities and water plants activates processes of self-cleaning of sewage from oil products. About this testify a decrease of total oil hydrocarbons – on 98%; optical density – on 71%.

**Ключевые слова:** аборигенная микрофлора, техногенные экосистемы, эcobiotехнология.

**Key words:** native microflora, technogenic ecosystems, ecobiototechnology.

Особую проблему биологического разрушения представляют биологически "жесткие" нефтепродукты, представляющие собой продукты переработки нефти, такие как мазут, битум, асфальт, минеральные масла, получаемые из тяжелых нефтяных фракций.

Мазут это смесь углеводородов, нефтяных смол, асфальтенов, карбенов, карбоидов и органических соединений, содержащих металлы. Воды, загрязненные мазутом образуются повсеместно: при работе ТЭС, котельных, а также при удалении воды из обводнившегося мазута. Миграция мазута в водной среде осуществляется в пленочной, эмульгированной и растворенной формах. Наиболее сложными для удаления являются растворенная и эмульгированная формы [1].

С целью разработки приемов биоремедиации сточных вод (СВ) с остаточной замасоченностью исследовались сточные воды водоема-накопителя одной из нефтебаз, расположенной в черте г. Астрахани.

В работе использовали гидрохимические, гидробиологические и микробиологические методы исследований.

Гидрохимические анализы СВ выполняли согласно общепринятым методикам [2].

Для выделения альго-бактериальных сообществ из сточных вод и получения накопительной культуры цианобактерий использовали общепринятые в гидробиологической практике методы [3]. Выделение аборигенных микроорганизмов различных физиологических групп из замасоченных сточных вод осуществляли методом Коха на твердые питательные среды (агары) [4].

Для разработки приемов биоремедиации СВ с остаточной замасоченностью поставлен модельный эксперимент, имитирующий все стадии биологической очистки, включающий: фильтрацию через песчаный фильтр, принудительное аэрирование, внесение в качестве агентов биологической очистки циано-бактериальных сообществ (ЦБС), иммобилизованных на инерт-



ном носителе, и высшей водной растительности (ВВР). Для постановки эксперимента использовали накопительную культуру ЦБС, выделенного из сточных вод отстойника (микроэкосистема 3) и альгологически чистую культуру ЦБС из коллекции кафедры «Прикладная биология и микробиология» АГТУ (микроэкосистема 2). Контролем служила микроэкосистема 1, включающая в себя только сточную воду водоема-накопителя. В микроэкосистемах отслеживались следующие параметры: убыль суммарных нефтяных углеводов (СНУ), содержание растворенного кислорода, БПК<sub>5</sub>, перманганатная и бихроматная окисляемость, содержание растворенного органического вещества (РОВ), оптическая плотность вод.

При определении гидрохимических показателей СВ установлено превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов: общая минерализация ( $2920 \text{ мг/м}^3$ ) – 3 ПДК, хлорид-ионы ( $1420 \text{ мг/м}^3$ ) – 5 ПДК, нефтяные углеводороды ( $76,4 \text{ мг/дм}^3$ ) – 255 ПДК. Гидрокарбонаты содержатся в количестве  $1530 \text{ мг/м}^3$ , pH среды – 8,0 (слабощелочная). Методом биотестирования установлено, что СВ относится ко II классу опасности отходов (высокоопасные отходы) [5].

Изучение микрофлоры СВ показало, что в ее составе содержатся как автотрофные ( $10 - 10^4$  КОЕ/мл), так и гетеротрофные ( $2 \cdot 10^3 - 2,2 \cdot 10^5$  КОЕ/мл) микроорганизмы. Массовыми видами цианобактерий являются *Phormidium dimorphum*, *Synechocystis salina*, *Jaaginema Woronichinii* [6]. Среди гетеротрофной микрофлоры выявлены различные физиологические группы микроорганизмов (КОЕ/мл): олиготрофы ( $2 \cdot 10^3$ ), сахарозолитики ( $2,4 \cdot 10^5$ ), протеолитики ( $2,2 \cdot 10^5$ ), бродильщики ( $4,6 \cdot 10^4$ ), липолитики ( $1,5 \cdot 10^3$ ), амилаолитики ( $1,7 \cdot 10^5$ ), сульфатредукторы ( $1,4 \cdot 10^5$ ), целлюлолитики ( $5 \cdot 10^3$ ), глюкозолитики ( $1,5 \cdot 10^5$ ), сапротрофы ( $10^3$ ).

Таким образом, присутствие в составе аборигенного биоценоза СВ микроорганизмов-продуцентов (цианобактерий родов *Phormidium*, *Synechocystis*, *Jaaginema*) и разнообразных деструкторов органического вещества (сапротрофы, олиготрофы, сахарозолитики, протеолитики, липолитики, амилаолитики, глюкозолитики, бродильщики, целлюлолитики, сульфатредуктора) свидетельствует об автономно функционирующем в водоеме-накопителе микробном сообществе.

При моделировании очистки СВ отмечена убыль СНУ, составившая в контроле – 93%; в микроэкосистеме с внесенным коллекционным сообществом – 97%; в микроэкосистеме с аборигенным ЦБС – 98% (рис.1).

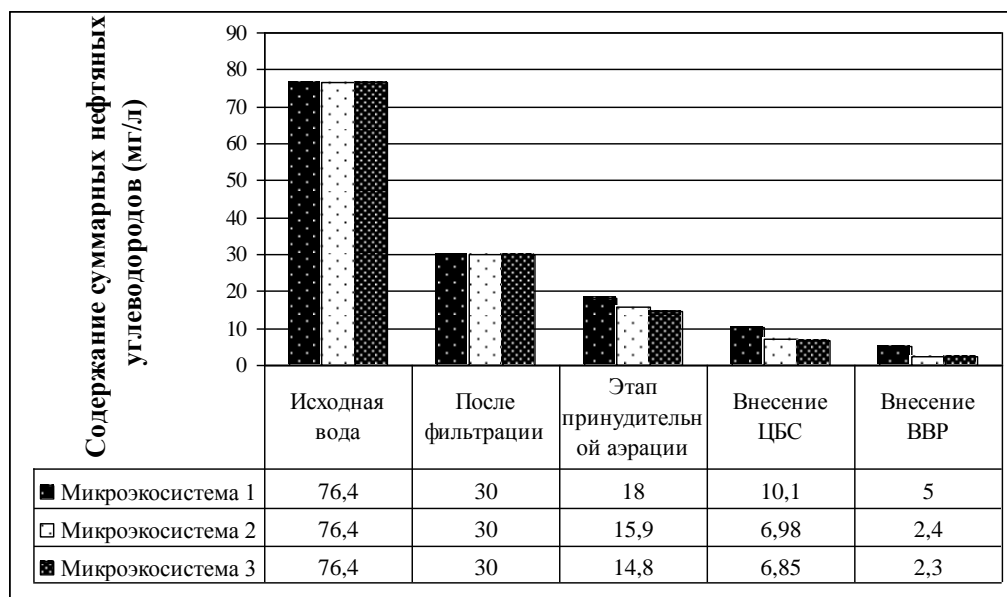


Рисунок 1. Динамика содержания СНУ в сточной воде экспериментальных экосистем



При биотестировании СВ модельных экосистем выявлено существенное снижение токсичности. Класс опасности сменился со II (высокоопасные отходы) до V (практически неопасные отходы).

Данные экспериментальных исследований свидетельствуют о достаточно высоком потенциале самоочищения аборигенного биоценоза, сложившегося в СВ резервуара-накопителя.

Таким образом, применение в технологиях биоремедиации замазученных СВ ЦБС, а также ВВР не только усиливает процессы биodeградации нефтепродуктов, но и ведет к детоксикации СВ и существенному снижению в них органического вещества. Дополнительное внесение ЦБС при очистке СВ приводит к значительному снижению их оптической плотности (68 – 71%) в сравнении с биоценозом СВ (8%).

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод о возможности разработки способов очистки замазученных СВ с помощью цианобактериальных сообществ.

### Библиографический список

1. Грищенко В.Г., Гаязов Р.Р., Токарев В.Г. и др. Бактериальные штаммы - деструкторы топочного мазута: характер деградации в лабораторных условиях // Прикладная биохимия и микробиология. - 1997. - т.33, №4. с. 423-427.
2. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод / Под общей ред Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия, 1973. - 376 с.
3. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / Отв. ред. А. В. Топачевский. – Киев: Наукова думка. – 1975. – 247 с.
4. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
5. Жмур Н.С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. – М.: АКВАРОС, 2001. – 48 с.
6. Jiyeri Komarek, Konstantinos Anagnostidis Cyanoprokaryota – Heidelberg; Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2005. – 749 p.