

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД НА БИОСТРУКТУРУ И ФУНКЦИИ МИКРОЦЕНОЗА АКТИВНОГО ИЛА

© 2011 И.Ф. Шаталаев, Н.В. Расцветова, И.В. Медриш, Г.С. Быкова

Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 30.09.2011

Исследовали влияние фенола, *n*-крезола и поверхностно-активных веществ на микроценоз активного ила. Установлена динамика БПК₅, численности бактерий, простейших и активности дегидрогеназ микроценоза активного ила.

Ключевые слова: *активный ил, микроценоз, биоструктура, функции, загрязненные воды*

Активный ил представляет собой комплекс микроорганизмов различных систематических групп, между которыми формируются симбиотические, антагонистические и метабиотические взаимоотношения. Преобладающей группой микроорганизмов являются бактерии. Кроме того, содержится незначительное количество простейших, выполняющих разнообразные функции. В зависимости от вида и состава загрязненных вод создаются определенные ассоциативные взаимоотношения в микроценозе активного ила.

Цель исследования: изучение закономерностей развития организмов активного ила и его энзимологической активности при действии токсичных компонентов загрязненных вод.

Материал и методы исследования. Для исследования в качестве контрольной пробы брали активный ил и загрязненную воду аэраторов первой ступени биологической очистки сточных вод МП «Самараводоканал». В опытные пробы вносили по 40 мг фенола, *n*-крезола и поверхностно-активных веществ на 1 г ила. Количество бактерий определяли методом [1], количество простейших определяли методом [2], общую дегидрогеназную активность определяли методом [3], БПК₅ определяли методом [4]. Полученные результаты были статистически обработаны.

Результаты исследований и их обсуждение. Как показали исследования, в контрольной серии исходное значения показателя БПК₅ составило 680 мг О₂/л. В течение последующих 28 часов наблюдалось снижение этого показателя

(рис. 1), что свидетельствует о происходящем очищении загрязненных вод микроценозом активного ила. Процесс изъятия загрязнений неравномерен. Через 4 часа после начала эксперимента величина БПК₅ уменьшилась всего на 10,3%, а через 8 часов сократилась в 1,6 раза. Это свидетельствует о значительной нагрузке на микроценоз ила. Основной объем загрязнений был изъят в интервале первых 12 часов (величина БПК₅ снизилась в 3,5 раза относительно исходного значения). В каждые последующие 4 часа наблюдалось уменьшение БПК₅ относительно предыдущего показателя в среднем в 2,5 раза. Через 28 часов после начала эксперимента показатель достиг величины 7 мг О₂/л, что практически соответствует допустимому значению 6 мг О₂/л. В опытной серии в первые часы после начала эксперимента наблюдалась тенденция к уменьшению показателя: через 4 часа БПК₅ снизился лишь на 5,2%, а через 8 часов – на 12,1% (против 36,8% в контрольной пробе). Сопоставляя величины БПК₅ контрольной и опытной проб через 12 часов можно отметить, что в опытной показатель снизился всего в 1,7 раза (до 413 мг О₂/л), в то время как в контрольной в 3,5 раза (до 192 мг О₂/л) (рис.1). Анализ полученных результатов показывает, что в опытных пробах основное количество загрязняющих веществ изымается активным илом в интервале 16-20 часов после загрязнения (БПК₅ составляет 283-166 мг О₂/л). Таким образом, уменьшение показателя БПК₅ на порядок в контрольных пробах отмечен через 12 часов, а в опытных пробах через 20 часов после начала эксперимента. Следует также отметить, что после начала исследований каждые 4 часа в опытной серии показатель уменьшался в среднем в 1,6 раза, в то время как в контрольной серии – в 2,5 раза. К моменту окончания эксперимента (через 28 часов) показатель БПК₅ в опытной серии в отличие от контрольной не достиг допустимого значения и составил 54 мг О₂/л, что выше нормы в 9 раз (рис. 1). Это свидетельствует о том, что удаление загрязняющих веществ микроценозом активного ила не завершено.

Шаталаев Иван Федорович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой химии фармацевтического факультета. E-mail: shatalaev@list.ru

Расцветова Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии фармацевтического факультета. E-mail: rastsvetova_nv@list.ru

Медриш Инна Владимировна, кандидат химических наук, ассистент кафедры химии фармацевтического факультета. E-mail: medrish@mail.ru

Быкова Галина Сергеевна, ассистент кафедры химии фармацевтического факультета. E-mail: galina_bp@bk.ru

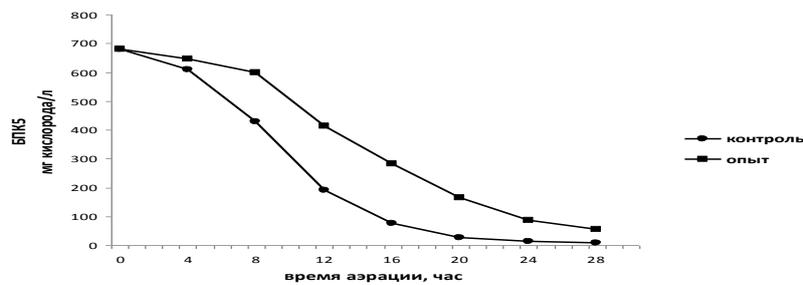


Рис. 1. Динамика БПК₅ в процессе очистки загрязненных вод

Изучение динамики общей дегидрогеназной активности ила показало следующее. В контрольных пробах был отмечен подъем активности ферментов: через 4 часа после начала эксперимента на 25,0%; через 8 часов – на 51,2% (рис. 2). Активность дегидрогеназ достигла максимального значения через 12 часов. За это время произошло удаление илом большей части загрязняющих веществ, и было отмечено значимое снижение величины БПК₅. Затем наблюдалось снижение активности ферментов (на 28,8% по сравнению с предыдущим значением) при дальнейшем уменьшении величины БПК₅. Через 20 часов после начала эксперимента активность дегидрогеназ достигла минимальных значений (1,39-1,46 мг формазана/г ила), сохранявшихся в течение последующих 8 часов до окончания эксперимента. Одновременно наблюдалась стабилизация показателя БПК₅. В опытной серии была

установлена следующая динамика активности дегидрогеназ. После добавления суммы экотоксикантов на протяжении 4 часов наблюдалось значительное угнетение активности ферментов (-55,5%). Однако по истечении 4 часов был зафиксирован подъем активности энзимов. В интервале 10-12 часов после начала эксперимента активность дегидрогеназ достигла исходного значения, и было отмечено ее дальнейшее увеличение (рис. 2). Максимальное значение активности дегидрогеназ было установлено через 16 часов после начала эксперимента, что свидетельствует об удалении илом из загрязненных вод основного количества экотоксикантов (в контрольной серии эта стадия очистки была зафиксирована через 12 часов после начала эксперимента). Через сутки общая дегидрогеназная активность достигла исходного значения, сохранившегося до конца эксперимента (рис. 2).

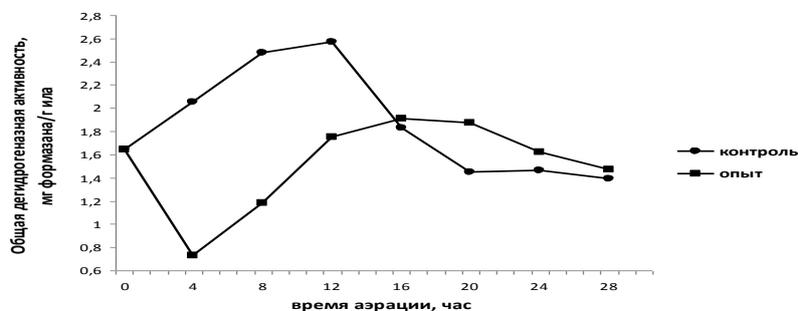


Рис. 2. Динамика общей дегидрогеназной активности микроценоза ила

Таким образом, загрязнение вод экотоксикантами в определенном диапазоне концентраций вызывает значительное угнетение дегидрогеназ микроорганизмов активного ила с последующей стабилизацией их функций. Восстановление активности ферментов происходит с отсрочкой во времени и при снижении диапазона минимума и максимума значений.

В контрольной серии общая численность бактерий в начале эксперимента составляла 185 млн./мл суспензии ила. В течение первых 12 часов было отмечено увеличение их численности на 58,9%. Это повышение, вероятно, связано с процессом удаления загрязняющих веществ. Оно сопровождается повышением активности дегидрогеназ

и снижением БПК₅. Последующие 4 часа происходит уменьшение численности бактерий (на 29,6%) и количество их в дальнейшем сохраняется на одном уровне до окончания эксперимента (рис. 3). Таким образом, в контрольной серии в интервале от 12 до 28 часов после начала эксперимента наблюдается стабилизация численности бактерий, активности дегидрогеназ при плавном снижении показателя БПК₅. В опытных пробах общее число бактерий в течение первых 8 часов эксперимента практически не меняется. За период от 8 до 12 часов количество бактерий увеличивается на 20,0%. В интервале 12-16 часов популяция бактерий достаточно стабильна, а затем отмечается снижение численности бактерий от

241 млн./мл до 194 млн./мл суспензии ила (рис. 3). Сравнивая динамику численности бактерий и активности дегидрогеназ в ходе эксперимента можно отметить однонаправленность изменений этих параметров при постоянном снижении БПК₅. В целом динамика количества бактерий в

контрольных и опытных сериях носит однонаправленный характер: подъем численности в течение первых 12 часов и снижение в интервале 12-28 часов, а амплитуда более выражена в контрольной, чем в опытной серии.

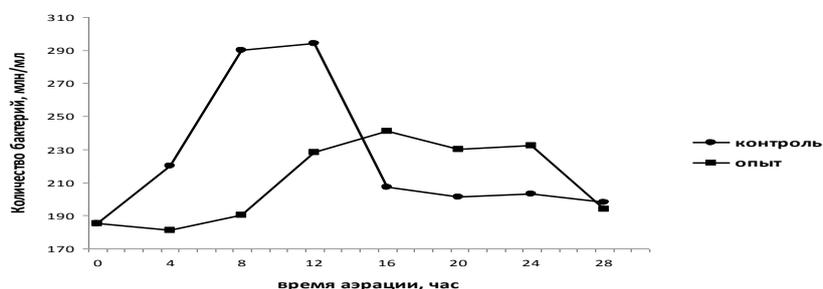


Рис. 3. Динамика численности бактерий микроценоза активного ила

Наряду с бактериями, простейшие являются важным компонентом микроценоза ила. В контрольной серии отмечалось значимое снижение числа простейших: на 20,5% через 4 часа после начала исследований и на 53,9% через 8 часов. Минимальное количество простейших было в суспензии ила через 12 часов после начала исследований (1,4 тыс./мл), что на 61,1% меньше первоначального (рис. 4). В интервале 12-24 часов число простейших резко возрастает от 1,4 тыс./мл до 7,2 тыс./мл, оставаясь к концу эксперимента на уровне 6,3 тыс./мл суспензии ила. Сравнивая динамику численности простейших с изменением числа бактерий и колебанием активности дегидрогеназ в начальные 12 часов эксперимента можно отметить снижение количества простейших на фоне роста числа бактерий и активации дегидрогеназ. В период с 12 до 28 часов, наоборот, простейшие активно размножаются, а популяция бактерий уменьшается. Активность дегидрогеназ снижается. В опытных пробах

направленность изменений числа простейших аналогична изменениям в контрольной серии. В интервале времени от 0 до 16 часов количество простейших стремительно падает (-87,2%) с 3,9 до 0,5 тыс./мл. Затем за период от 16 до 28 часов их популяция восстанавливается (рис. 4). Анализируя полученные данные можно отметить, что в контрольной и в опытной сериях изменения численности простейших однонаправлены. Абсолютные значения в опытной серии были ниже, чем в контрольной. Сравнение динамики количества простейших с динамикой числа бактерий и активности дегидрогеназ в период от 0 до 12 часов эксперимента показывает, что падение численности простейших происходит на фоне роста числа бактерий и активности дегидрогеназ. В период от 12 до 28 часов, наоборот, подъем – активное размножение простейших происходит при сокращении популяции бактерий и снижения активности дегидрогеназ.

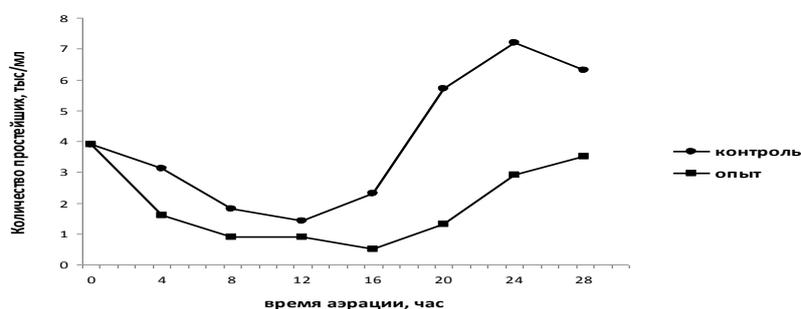


Рис. 4. Динамика численности простейших микроценоза активного ила

Выводы:

1. Структура микроценоза активного ила зависит от степени загрязнения воды. При низких концентрациях экотоксикантов в воде в микроценозе активного ила преобладают простейшие. Повышение содержания загрязняющих веществ, наоборот, приводит к росту популяции бактерий.

2. При сильном загрязнении воды снижается общая дегидрогеназная активность микроценоза активного ила и резко возрастает величина биохимического потребления кислорода. Целесообразно определять эти показатели для оценки степени загрязнения сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Разумов, А.С. Прямой метод учета бактерий в воде // Микробиология. 1932. 1, №2. С. 131-146.
2. Красильников, Н.А. Определитель бактерий и актиномицетов. – М.-Л.: АН СССР, 1949. 830 с.
3. Гюнтер, Л.И. Методика определения дегидрогеназной активности и окислительно-восстановительного потенциала при технологическом контроле за работой аэротенков / Л.И. Гюнтер, Н.М. Казаровец – М.:ОНТИ АКХ им. К.Д. Памфилова, 1970. 16 с.
4. Новиков, Ю.В. Методы определения вредных веществ в воде водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина. – М.: Медицина, 1981. 376 с.

**INFLUENCE OF THE POLLUTED WATERS ON BIOSTRUCTURE
AND FUNCTIONS OF ACTIVE SILT MICROECENOSIS**

© 2011 I.F. Shatalaev, N.V. Rastsvetova, I.V. Medrish, G.S. Bykova

Samara State Medical University

Investigated influence of phenol, p-krezol and surface-active substances on active silt microecenosis. Dynamics of BCO₅, number of bacteria, protozoa and dehydrogenase activity of active silt microecenosis is established.

Keywords: *active silt, microecenosis, biostructure, functions, polluted waters*

Ivan Shatalaev, Doctor of Biology, Professor, Head of the Chemistry Department of Pharmaceutical Faculty. E-mail: shatalaev@list.ru

Nataliya Rastsvetova, Candidate of Biology, Associate Professor at the Chemistry Department of Pharmaceutical Faculty. E-mail: rastsvetova_nv@list.ru

Inna Medrish, Candidate of Chemistry, Assistant at the Chemistry Department of Pharmaceutical Faculty. E-mail: medrish@mail.ru

Galina Bykova, Assistant at the Chemical Department of Pharmaceutical Faculty. E-mail: galina_bp@bk.ru