

А. И. Хисамова, Н. А. Югина, Е. О. Михайлова,
М. В. Шулаев

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА РОСТ АНАЭРОБНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ АКТИВНОГО ИЛА

Ключевые слова: биологически активные вещества, гуминовый препарат, мелафен, анаэробные микроорганизмы.

Исследовано влияние гуминового препарата и мелафена на биоценоз анаэробных микроорганизмов активного ила. Выявлена способность гуминового препарата и мелафена оказывать различное воздействие на рост микроорганизмов анаэробного ила в зависимости от концентрации и стадии роста, а также подобраны оптимальные концентрации гуминового препарата 10–1 г/л, мелафена – 10–6 мг/л, которые способствуют более интенсивному росту микроорганизмов.

Keywords: biologically active substances, humic substance, melaphene, anaerobic microorganisms.

The effect of humic substance and melaphene on anaerobic biocenosis of active sludge was detected. The different influence of humic substance and melaphene on the growth of microorganisms in anaerobic sludge depending on the concentration and the stage of growth was discovered. The optimal concentrations of humic compound – 10–1 g/l, melaphene – 10–6 mg/l for more intensive growth microorganisms were selected.

Введение

Современная стратегия очистки сточных вод стремится свести к минимуму использование химических реагентов для очистки сточной воды и к применению биологических методов.

Анаэробные процессы для очистки стоков применяются в Европе около 100 лет. В настоящее время эти методы совершенствуются и все больше привлекают внимание как способ обезвреживания высококонцентрированных стоков трудно окисляемых органических веществ. В последние годы в нашей стране и за рубежом ведутся активные поиски способов интенсификации классических методов биологической очистки, в том числе и с помощью добавления биологически активных веществ (БАВ) в сточные воды при очистке [1].

Изучение действия биологически активных веществ, используемых в сверхнизких концентрациях, которые по своим свойствам близки к природным регуляторам роста, представляет особый интерес для специалистов в области биотехнологии для решения задач в области защиты окружающей среды.

Целью данной работы явился анализ влияния гуминового препарата и мелафена на рост анаэробных микроорганизмов активного ила с целью интенсификации процесса биологической очистки.

Гуминовый препарат – суспендированное комплексное гуминовое удобрение. Его состав включает в себя макро- и микроэлементы, природные стимуляторы роста – гуминовые и фульвиновые соединения. Препарат малотоксичен, что делает его потенциальным стимулятором биологической очистки сточных вод [2, 3].

Мелафен представляет собой меламинальную соль бис(оксиметил)фосфиновой кислоты [4]. Он известен в качестве высокоэффективного синтетического регулятора роста и развития растений, находит применение в сельском хозяйстве и растениеводстве. Кроме того, данный препарат

используется для биологической очистки почвы от нефтяных загрязнений, не токсичен и оказывает положительный эффект в незначительных концентрациях (10^{-4} мг/л – 10^{-8} мг/л) [5, 6].

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследований была выбрана смешанная культура анаэробных микроорганизмов, входящая в состав активного ила городских очистных сооружений, сброженного в течение 4-х недель при температуре 38°C.

Активный ил для экспериментов отбирался из регенератора секции биологической очистки сточных вод МУП «Водоканал».

Изучение влияния гуминового препарата и мелафена осуществлялось, как описано в работе [7]. Были выбраны концентрации в диапазоне для гуминового препарата 10^{-1} – 10^{-10} г/л и мелафена 10^{-2} – 10^{-6} мг/л. Культивирование микроорганизмов проводили при 28°C на установке «Orbital Shaker» в течение 72 ч. Контроль за ростом культуры осуществляли, определяя изменение оптической плотности (OD_{590}) культуры. Прирост биомассы определяли нефелометрически на фотометре КФК-3-«ЗОМЗ» со светофильтром 9 при длине волны 590 нм.

Результаты исследований показали, что применение гуминового препарата стимулирует рост микроорганизмов на 24 ч роста в концентрациях 10^{-2} , 10^{-4} , 10^{-6} г/л на 20 %, 60 % и 5 % относительно контроля, соответственно (рис. 1). На 48 ч роста гуминовый препарат, напротив, оказывал ингибирующее воздействие на рост бактерий во всех концентрациях в среднем на 16 % относительно контроля соответственно. Данный эффект сохранялся и на 72 ч роста культуры.

Для дальнейшего исследования были выбраны следующие концентрации гуминового препарата: 10^{-10} , 10^{-8} , 10^{-1} г/л. Результаты представлены на рисунке 2.

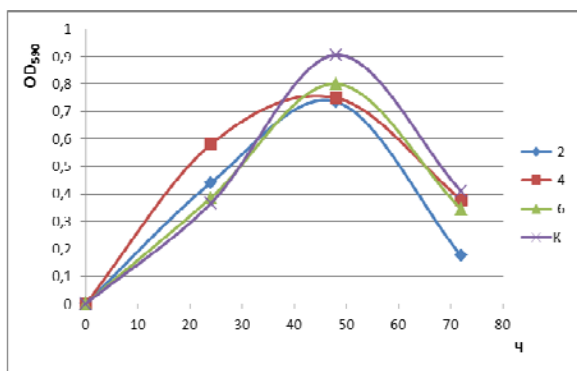


Рис. 1 – Динамика роста биоценоза анаэробных микроорганизмов активного ила при внесении гуминового препарата в концентрациях 10^{-6} (–6), 10^{-4} (–4), 10^{-2} (–2) г/л и в отсутствии препарата (К)

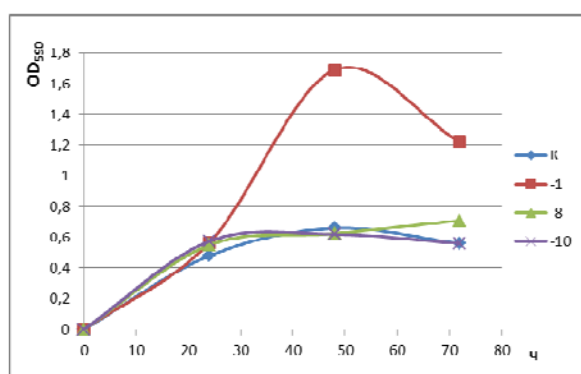


Рис. 2 – Динамика роста анаэробных микроорганизмов активного ила при внесении гуминового препарата в концентрациях 10^{-10} (–10), 10^{-8} (–8), 10^{-1} (–1) г/л и в отсутствии препарата (К)

Как видно, применение гуминового препарата стимулирует рост анаэробных микроорганизмов на 24 ч в концентрациях 10^{-10} , 10^{-8} и 10^{-1} г/л в среднем на 17 % относительно контроля. Внесение в среду гуминового препарата в концентрациях 10^{-8} и 10^{-10} г/л приводило на 48 ч к незначительному снижению роста бактерий относительно контроля, в то время как концентрация 10^{-1} г/л способствовала увеличению роста культуры более чем в 2 раза. На 72 ч гуминовый препарат стимулировал рост культуры микроорганизмов в концентрациях 10^{-1} и 10^{-8} г/л на 82 % и 27 % относительно контроля, соответственно, а в концентрации 10^{-10} г/л не оказывал воздействия.

Далее было проведено исследование влияния мелафена на динамику роста сообщества анаэробных микроорганизмов активного ила в концентрациях 10^{-2} , 10^{-4} , 10^{-6} мг/л (рис. 3).

Результаты исследований показали, что применение мелафена стимулирует рост микроорганизмов на 24 ч роста в концентрациях 10^{-4} , 10^{-6} мг/л на 25 % и 27 % относительно контроля, соответственно. Внесение в среду мелафена в концентрациях 10^{-2} мг/л приводило к снижению

роста бактерий в течение 72 ч в среднем на 20 % относительно контроля. Ингибирующее воздействие было также отмечено для концентрации 10^{-4} мг/л на 48 и 72 ч (на 18 и 24 % относительно контроля). В тоже время на 48 и 72 ч концентрация 10^{-6} мг/л не оказывала существенного влияния на рост микроорганизмов.

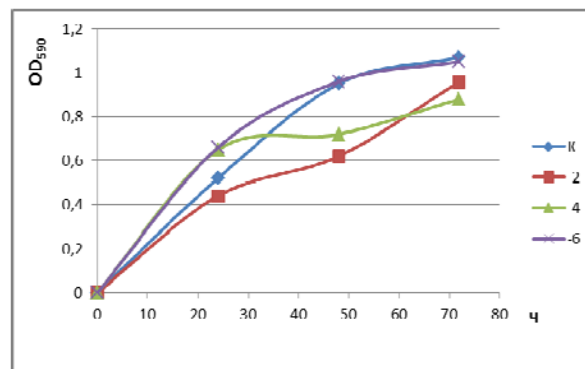


Рис. 3 – Динамика роста биоценоза анаэробных микроорганизмов активного ила при внесении мелафена в концентрациях 10^{-2} (–2), 10^{-4} (–4), 10^{-6} (–6) мг/л и в отсутствии препарата (К)

Таким образом, максимальный стимулирующий эффект на рост биоценоза анаэробных микроорганизмов активного ила оказывают концентрации гуминового препарата 10^{-1} г/л и мелафена 10^{-4} и 10^{-6} мг/л. Предполагается, что совместное использование оптимальных концентраций данных веществ может оказывать больший стимулирующий эффект. Для исследования влияния совместного действия данных веществ были выбраны концентрации гуминового препарата 10^{-1} , 10^0 г/л и мелафена 10^{-4} и 10^{-6} мг/л.

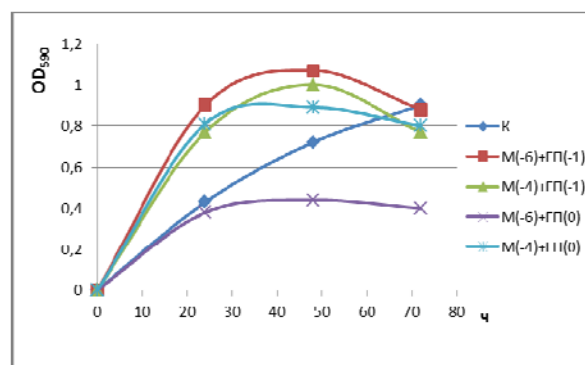


Рис. 4 – Динамика роста сообщества анаэробных микроорганизмов при совместном внесении гуминового препарата (ГП) в концентрациях 10^0 (0), 10^{-1} (–1) г/л, мелафена (М) в концентрациях 10^{-4} (–4), 10^{-6} (–6) мг/л и в отсутствии препаратов (К)

Полученные данные свидетельствуют, что только совместное внесение гуминового препарата в концентрации 10^0 г/л и мелафена в концентрации 10^{-6} мг/л оказывало подавляющее действие на рост смешанной культуры микроорганизмов. Так, показатели роста снижались на 40 % на 48 ч роста и

на 55 % на 72 ч относительно контроля, соответственно. Однако остальные сочетания гуминового препарата и мелафена при внесении в среду культивирования, напротив стимулировали рост сообщества. Мелафен и гуминовый препарат в концентрациях 10^{-4} мг/л и 10^0 г/л активизировали рост бактерий на 24 и 48 ч на 88 и 24 % относительно контроля, соответственно. Аналогичный эффект наблюдался и при сочетании мелафена в концентрации 10^{-4} мг/л и гуминового препарата в концентрации 10^{-1} г/л. Максимальное стимулирующее воздействие на 24 и 48 ч оказало совместное внесение гуминового препарата и мелафена в концентрациях 10^{-1} г/л и 10^{-6} мг/л – на 109 и 50 % относительно контроля, соответственно.

Таким образом, совместное применение таких БАВ как мелафен и гуминовый препарат способствует активному росту анаэробных микроорганизмов активного ила, что может быть использовано для интенсификации очистки сточных вод, а также в других областях биотехнологии.

Литература

1. Н.С. Жмур, Т.Н. Жигарева, А.И. Разумов, *Экология и промышленность*, **6**, 36 – 40 (2009).
2. О.С. Якименко, В.А. Терехова, *Почвоведение*, **11**, 1334-1343 (2011).
3. А.И. Хисамова, Н.А. Югина, Е.О. Михайлова, М.В. Шулаев, *Вестник Казанского технологического университета*, **20**, 183-185 (2012).
4. Пат. РФ 2.158.735 (1999).
5. Пат. РФ 2.445.275 (2009).
6. Л.И. Хабибуллина, Е.О. Михайлова, С.В. Ахмадиева, М.В. Шулаев, *Вестник Казанского технологического университета*, **7**, 192 – 198 (2011).
7. Е.О. Михайлова, С.В. Ахмадиева, Л.И. Хабибуллина, М.В. Шулаев, *Вестник Казанского технологического университета*, **7**, 184 – 188 (2011).

© **А. И. Хисамова** – магистрант КНИТУ, alsu_khisa@mail.ru; **Н. А. Югина** – магистрант КНИТУ, tashka_ugi@mail.ru; **Е. О. Михайлова** - канд. биол. наук, доцент каф. химической кибернетики КНИТУ, katya_o_m@rambler.ru; **М. В. Шулаев** - д-р техн. наук, проф. каф. химической кибернетики КНИТУ, mshulaev@mail.ru.