

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 меламинамидную 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 (OD590) 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, 100 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 100(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 100 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 100 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.