

фора биомассой активного ила в окружающую среду. Спустя определенное время (0,5–1,5 ч) выдерживания иловой смеси без аэрации с целью высвобождения фосфора в окружающую среду и достижения определенного максимума, наблюдается его поглощение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектура водных технологий. Профессиональные решения. Выпуск 4. Проектирование сооружений очистки сточных вод. Способы удаления фосфора из сточных вод. Расчеты. Режим доступа: <http://www.watertec.ru> – Дата доступа: 22.04.2017.

2. Совершенствование биотехнологий удаления азота и фосфора из городских сточных вод. / Р.М. Маркевич [и др.] // Труды БГТУ. Серия 4: Химия и технология органических веществ и биотехнология. – Минск, 2016. – №4. – с. 232-238.

УДК 628.355

Студ. Т. С. Хильченко

Науч. рук. доц. Р. М. Маркевич, инж. О. В. Нестер
(кафедра биотехнологии и биоэкологии, БГТУ)

УСЛОВИЯ АГРЕГАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Биологическая очистка сточных вод в настоящее время является, практически, единственной универсальной и относительно малозатратной технологией обезвреживания загрязненных вод.

Несмотря на многолетний опыт практического использования систем биологической очистки сточных вод, повышение эффективности технологии очистки загрязненных вод является в настоящее время областью широких исследований. Среди приоритетных проблем технологии очистки сточных вод – высокая энергоемкость процессов, необходимость утилизации больших масс избыточного активного ила, трудно решаемые проблемы удаления биогенных элементов, высокая чувствительность процесса к неблагоприятным внешним факторам.

Одним из перспективных направлений повышения эффективности биологической очистки сточных вод является использование гранулированного активного ила, основными преимуществами которого являются улучшение седиментационных свойств, снижение прироста, уменьшения вспухаемости и пенообразующей способности, повышение окислительной способности и др. [1-4].

Целью исследований является выявление факторов, способствующих формированию гранул и биопленок активного ила в условиях аэрации. Объектами исследования являлись циркуляционный ак-

тивный ил городских очистных сооружений, сточные воды молочного производства и различные носители (керамзит, полипропилен, полиэтилен, кварцевый песок, кинетический песок).

Иловую смесь готовили, смешивая 30 мл циркуляционного активного ила и 70 мл сточных вод, и инкубировали её в конических колбах ёмкостью 250 мл. При пересевах культуры активного ила содержимое конической колбы количественно переносили в мерный цилиндр на 100 мл, смесь отстаивалась в течение 7 мин, сливали 70 мл надосадочной жидкости, и доводили уровень сточными водами молочного производства с откорректированным значением pH 7.

Целью первого этапа было формирование гранул активного ила в лабораторных условиях.

Гранулы аэробного ила формировались при аэрации на шейкере при рабочей частоте 140 мин⁻¹, температуре 25°C, в циклическом отъёмно-доливном режиме. Было выделено две экспериментальные группы с различным режимом пересева:

– первая группа (колба №1, колба №2) пересев осуществлялся 1 раз в 7 сут;

– вторая группа (колба №3, колба №4, колба №5 и колба №6) пересев осуществлялся 1 раз в 10 сут.

На втором этапе эксперимента цель работы заключается в формировании гранул активного ила и биопленок на носителе.

Культивирование осуществляется так же в отъёмно-доливном режиме, на шейкере при рабочей частоте 130 мин⁻¹, температуре 25°C. Пересев осуществляется 1 раз в 10 сут.

Основным отличием данного этапа является добавление различных материалов, способных послужить центрами образования гранул и носителями для образования биопленок. В зависимости от материалов колбы условно были поделены на две группы:

– в первой группе из 6 колб, планируется получение гранул активного ила. Она включает в себя колбы с кварцевым песком, колбы с кинетическим песком (98% диоксид кремния, 2% полидиметилсилоксан) и колбы без добавления носителя. Основные требования, предъявляемые к данным материалам: дисперсность, обеспечивающая возможность поддержания материала во взвешенном состоянии, доступность и стоимость материала;

– вторая группа колб предназначена для получения биопленок и включает в себя 2 колбы с гранулами полипропилена, 2 колбы с гранулами полиэтилена и 1 колбу с керамзитом. Основные параметры данных материалов: развитая поверхность, возможность поддержания во взвешенном состоянии, доступность и стоимость.

Первая группа колб культивировалась в выбранном режиме 20 сут, что не привело к образованию гранул. Для провоцирования формирования гранул были выбраны два стрессовых фактора: добавление ионов кальция (Ca^{2+}) и снижение pH до значения 5,0.

На первом этапе эксперимента объем иловой смеси после 7-минутного отстаивания в первые 10 сут инкубирования несколько уменьшался, до 25–30 сут инкубирования оставался постоянным, далее отмечено увеличение объема инкубируемой иловой смеси. Формирование гранул в колбе № 4 и № 5 сопровождалось увеличением объема активного ила, отстаиваемого в цилиндре в течение 7 минут, после чего, по мере образования гранул, отмечена тенденция к существенному улучшению седиментационных свойств активного ила (рисунок 1).

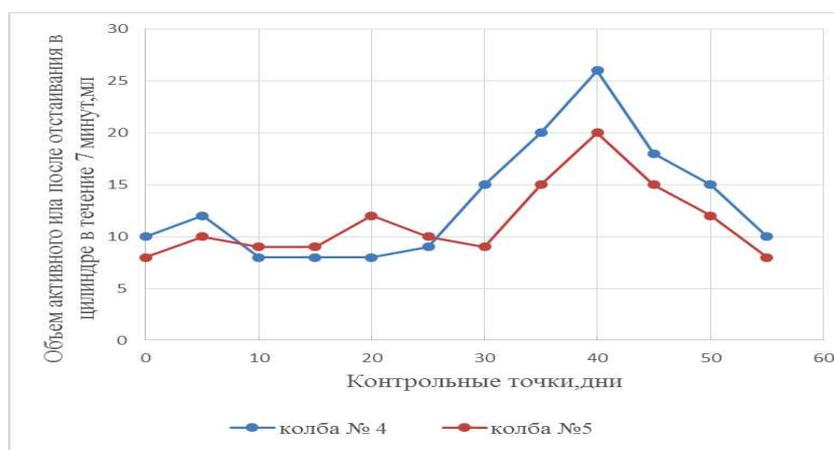


Рисунок 1 – Динамика изменения седиментационной способности активного ила

После 20 сут были изменены условия инкубирования: рабочая частота шейкера снижена со 140 до 100 мин⁻¹. В результате были сформированы аэробные гранулы активного ила, не обладающие механической устойчивостью. В дальнейшем культивирование осуществлялось с чередованием различных режимов работы шейкера (100 и 140 мин⁻¹). Для колбы № 5 была снижена нагрузка по загрязнению (после 7-минутного отстаивания отбиралось 35 мл надильной жидкости вместо 70, и объем доводился до 100 мл сточными водами молочного производства) и изменен режим пересевов один раз в 7 сут, вместо 1 раза в 10 сут. Кроме того, создавались стрессовые условия для активного ила добавлением 2 н серной кислоты до значения pH 4,5.

В течение 7-10 сут наблюдалась тенденция к выравниванию pH до значений 6,5–7,0. В результате в колбах №4 и 5 получены механически устойчивые гранулы с развитым биоценозом.

На втором этапе эксперимента в колбах, в которые были добавлены ионы кальция, изменений не зафиксировано, а в колбах с кварцевым и кинетическим песком, в которых было снижено значение рН, наблюдается выделение большого количества полисахаридов, что привело к формированию единой биомассы гелеобразной консистенции (рисунок 2).



Рисунок 2 – Колба с кварцевым песком после подкисления

Вторая группа колб отличается активным приростом биомассы и ухудшением седиментационных свойств. Биообрастания материала после месяца культивирования не отмечено.

На данном этапе, можно говорить о том, что влияние различных стрессовых факторов на биоценоз активного ила способствует формированию таких клеточных агрегатов, как биогранулы и биопленки. Наиболее эффективными являются: снижение рН до значения 5,0, регулирование нагрузки по загрязнениям за счет смены режимов пересева, а также чередование различных условий аэрации во время культивирования активного ила.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сироткин А.С. Агрегация микроорганизмов: флокулы, биопленки, микробные гранулы / А.С. Сироткин, Г.И. Шагинурова, К.Г. Ипполитов // Казань: Издательство «Фен» АН РТ, 2007. – С. 160.
2. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды. Учебное пособие / Э.К. Голубовская // М.: Высшая школа, 1978 – С. 268.
3. Хохлачев Н.С. Исследование грануляции активного ила при воздействии агентов стресса в отъемно-доливном процессе аэробной биологической очистки / Н.С. Хохлачев, С.В. Калёнов, О.С. Занина, А.Е. Кузнецов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук – 2012 – № 5(3) – С. 853–856.
4. Аэробная биологическая очистка в условиях гранулообразования активного ила. Гранулообразование активного ила в условиях контролируемого оксидативного стресса / Н.С. Хохлачев [и др.] // Вода. Химия и экология. – 2013. – № 8. – С. 31–42.