

ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ НИТРИФИКАЦИИ В БИОФИЛЬТРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БИОАУГМЕНТАЦИИ

Т.В. Вдовина, А.С. Дмитриев, А.А. Хасанова, Н.И. Кириллова, Й.В. Кобелева, А.С. Сироткин

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, РФ

Одним из распространенных и эффективных методов очистки сточных вод является их биофильтрация, сочетающая процессы механического и физико-химического фильтрования, а также биологического окисления примесей с участием микроорганизмов биопленки, формирующейся на поверхности загрузочного материала. Комплексное удаление органических веществ и аммонийного азота может сопровождаться ингибированием процесса нитрификации подавлением автотрофных нитрифицирующих бактерий гетеротрофными микроорганизмами. При этом нахождение медленно растущих и чувствительных к негативным воздействиям окружающей среды нитрифицирующих бактерий в составе микробных биопленок предоставляет им ряд преимуществ перед суспендированными клетками и обеспечивает их относительно высокую концентрацию в системе водоочистки [1].

В настоящее время актуальным направлением экспериментальных исследований в области биологической очистки сточных вод является формирование высокоэффективного микробиоценоза очистных сооружений, в том числе путем применения технологии биоаугментации [2,3].

Цель работы заключалась в оценке возможности и эффективности биоаугментации нитрифицирующих бактерий в микробиоценоз биопленки биофильтрационной системы для повышения качества очистки сточных вод.

Оценка эффективности биоаугментации нитрифицирующих бактерий в микробиоценоз биопленки осуществлялась в процессе 30-ти суточной непрерывной биофильтрации модельного раствора коммунально-бытовых сточных вод. Эффективность протекания нитрификации после биоаугментации нитрификаторов оценивалась также в процессе 60-ти суточной биофильтрации с периодической вынужденной промывкой загрузочного материала.

Лабораторная установка состояла из двух параллельно работающих биофильтров, заполненных керамзитом и оснащенных системой аэрации [4]. В один из биофильтров после пускового периода осуществляли интродукцию нитрифицирующих бактерий. В качестве последних использовали ранее выделенные из активного ила, используемого, в том числе, для первоначальной инокуляции биофильтрационной системы, аммонийокисляющие (АОМ) и нитритокисляющие (НОМ) бактерии [5]. Второй биофильтр выступал в качестве контрольной системы.

Биоаугментация АОМ в микробиоценоз биофильтрационной системы привела к увеличению эффективности удаления аммонийного азота в среднем в 1,6 раза относительно контрольного биофильтра. Последующая биоаугментация в этот биофильтр НОМ обусловила увеличение количества нитратов в очищенной воде в среднем в 2 раза относительно контрольного биофильтра. Выявлено, что биоаугментация нитрифицирующих бактерий в микробиоценоз биопленки приводит к сокращению времени выхода системы биофильтрации на режим достижения нормативных значений очистки по аммонийному азоту в 2,4 раза относительно контроля. Количественная и качественная идентификация микроорганизмов методом флуоресцентной *in situ* гибридизации [6] выявила увеличение количества нитрифицирующих микроорганизмов в составе биопленки опытного биофильтра, что свидетельствует об эффективности интродукции микроорганизмов и коррелирует с результатами биотрансформации соединений азота.

Результаты оценки эффективности нитрификации после промывки загрузочного материала и интродукции нитрифицирующих бактерий в опытный биофильтр свидетельствуют о повышении эффективности удаления аммонийного азота уже на 4 сутки после промывки на 48 % в сравнении с контрольным биофильтром. В целом, биоаугментация нитрификаторов в биофильтр после промывки загрузочного материала способствует сокращению времени достижения значений стационарного режима, обеспечивающего нормативные значения очистки по аммонийному азоту, в среднем на 10 суток.

Таким образом, биоаугментация нитрифицирующих микроорганизмов в микробиоценоз биопленки является эффективным инструментом для повышения качества очистки сточных вод в процессе длительной непрерывной биофильтрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сироткин А.С., Кирилина Т.В., Семенова Е.Н., Халилова А.А. Биофильтрация сточных вод. Учебное пособие. Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. 172 с.
2. Stenström F., la Cour Jansen J. Impact on nitrifiers of full-scale bioaugmentation // *Water science and technology*. 2017. Vol.76. № 11. P. 3079–3085.
3. Zhu X., Chen M., He X., Xiao Z., Zhou H., Tan Z. Bioaugmentation treatment of PV wafer manufacturing wastewater by microbial culture // *Water science and technology*. 2015. Vol.72. № 2. P. 754–761.
4. Кирилина Т.В. Биоконверсия соединений азота и фосфора в процессе биофильтрации сточных вод и их доочистки погруженными макрофитами: дис... канд. техн. наук. Казань, 2011. С. 51–55.
5. Кирилина Т.В., Рахманкулова З.Ш., Сироткин А.С. Оценка способности нитрифицирующих микроорганизмов к образованию биопленок // *Вестник технологического университета*. 2016. Т.19, В.16. С. 152–154.
6. Nielsen P.H., Daims H., Lemmer H. FISH Handbook for Biological Wastewater Treatment. Identification and quantification of microorganisms in activated sludge and biofilms by FISH. London: IWA Publishing, 2009. 123 p.