

Стимуляция гидрогеназной активности и прямого межвидового переноса электронов для последовательного получения водорода и метана в едином объеме реактора

Научный руководитель – Ковалев Андрей Александрович

Лайкова Александра Алексеевна

Студент (магистр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра микробиологии, Москва, Россия

E-mail: laykova2011@yandex.ru

Анаэробное сбраживание (АС) - это безопасный и экологичный метод утилизации органических отходов. Он позволяет снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и получить «зеленую» энергию в виде водорода и метана. В современных научных публикациях авторы активно изучают и модернизируют технологию двухстадийного АС органических отходов, в которой стадии, при которых преимущественно образуются водород и метан, пространственно разделяют в 2-х реакторах. Основными целями является повышение степени переработки отходов и увеличение выхода газообразных продуктов: как водорода, так и метана. Реализуется это, в частности, посредством внесения материалов, стимулирующих (1) водородную продукцию за счет активации гидрогеназ и (2) метаногенез за счет активации прямого межвидового переноса электронов (DIET). Известно, что микроорганизмы, продуцирующие водород, имеют специфические ферменты - гидрогеназы, которые содержат в активном центре атомы никеля или железа. Эффективность работы гидрогеназ может быть улучшена при добавлении растворимых железо- или никельсодержащих соединений, а также наночастиц металлов [1]. Внесение электропроводящих материалов, таких как гранулированный активированный уголь (ГАУ) активизирует процесс DIET, значительно ускоряющий процесс метаногенеза, особенно в неблагоприятных для метаногенов условиях [2].

Разработка эффективной однореакторной технологии анаэробной переработки жидких органических отходов позволила бы получать последовательно водород и метан за счет разделения процессов во времени и снизить экономические затраты на постройку второго (метаногенного) реактора. Целью данной работы является экспериментальное опробование стратегии последовательной продукции водорода и метана в одном реакторе за счет одновременного поддержания низкого рН для снижения активности «классического несинтрофного» гидрогенотрофного метаногенеза, а также внесения сульфата железа (II) и ГАУ для, соответственно, активации гидрогеназ и DIET. Стратегия заключается в получении водорода на первой стадии при низком рН, а затем - метана в результате плавного повышения рН за счет потребления летучих жирных кислот (ЛЖК) синтрофным сообществом в процессе DIET.

В качестве инокулята использовался термофильно сброженный осадок сточных вод. Микробное сообщество было обогащено водород продуцирующей бактерией *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* SP-H2, устойчивой к низким рН. Эксперимент проводился в периодическом режиме, при температуре 55°C, без активного перемешивания. В ходе работы проводилось исследование динамики рН, состава газов и ЛЖК. Для оценки влияния вносимых материалов на активность водород продуцирующих микроорганизмов, была проведена оценка гидрогеназной активности по методу восстановления метилвиологена дитионитом натрия. Наиболее высокая активность фермента наблюдалась в опытных образцах,

куда были добавлены и ГАУ, и сульфат железа. Также подтвердилась гипотеза о создании условий для последовательной продукции водорода, а затем метана за счет потребления ЛЖК и плавного повышения pH.

Работа выполнена при поддержке РФФ (проект № 22-49-02002, инкубационные эксперименты) и Минобрнауки РФ (измерение гидрогеназной активности).

Источники и литература

- 1) Taherdanak M., Zilouei H., Karimi K. The effects of Fe₀ and Ni₀ nanoparticles versus Fe²⁺ and Ni²⁺ ions on dark hydrogen fermentation //International Journal of Hydrogen Energy. – 2016. – Т. 41. – №. 1. – С. 167-173.
- 2) Cheng J., Li, H., Ding L., Zhou J., Song W., Li Y. Y., Lin R. Improving hydrogen and methane co-generation in cascading dark fermentation and anaerobic digestion: the effect of magnetite nanoparticles on microbial electron transfer and syntrophism //Chemical Engineering Journal. – 2020. – Т. 397. – С. 125394.