

Накопление металлов *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* SP-H2 при стимуляции темновой ферментации за счет добавления соединений железа и никеля

Научный руководитель – Литти Юрий Владимирович

Лайкова А.А.¹, Журавлева Е.А.²

1 - Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва, Россия, *E-mail: laykova2011@yandex.ru*; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра микробиологии, Москва, Россия, *E-mail: lilacs951@mail.ru*

Анаэробное сбраживание (АС) органических отходов – это экологичный способ получения энергии, позволяющий снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду. Водород занимает особое место среди генерируемого биотоплива как наиболее перспективный, ценный и экологически чистый газообразный продукт. Темновая ферментация объединяет гидролитическую и ацидогенную стадии АС и представляет собой оптимальный и эффективный метод промышленной продукции водорода за счет низких экономических и энергетических затрат [n1]. В настоящее время изучаются различные методы оптимизации темновой ферментации, связанные, главным образом, с поиском и применением высокоэффективных продуцентов водорода. Водородопродуцирующие бактерии характеризуются наличием [Ni-Fe] и [Fe-Fe] гидрогеназ, восстанавливающих протоны до молекулярного водорода. Стимуляция гидрогеназной активности путем добавления в среду соединений металлов является современным подходом, направленным на повышение производительности водорода [n2]. Важным аспектом является изучение ассимиляции металлов в микробном метаболизме и возможность стимуляции продукции водорода у новых суперпродуцирующих штаммов. Целью работы является оценка влияния металлосодержащих добавок (магнетита, Fe^0 , Ni^0 и $FeCl_3$) и их концентраций (10-200 мг/л) на характеристики темновой ферментации молочной сыворотки штаммом *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* SP-H2.

Положительное влияние на водородную продукцию при темновой ферментации молочной сыворотки наблюдалось практически для всех металлосодержащих добавок в концентрации до 100 мг/л. При внесении 10 мг/л магнетита наблюдалось улучшение выхода водорода на 34,8% по сравнению с контролем. Добавление 100 мг/л Fe^0 увеличивало гидрогеназную активность на 23,6% в сравнении с контролем. В ходе изучения спектров распределения металлов при помощи SEM-EDS было обнаружено накопление железа и никеля в клетках во время активной фазы роста и снижение содержания к концу эксперимента. Содержание железа в клетках при добавлении $FeCl_3$ и магнетита в активной фазе роста было выше на 67,9% и 52,9% в сравнении со стационарной соответственно. Разница в накоплении Ni^0 в клетках между экспоненциальной и стационарной фазами составила 30,0%. Накопление металлов свидетельствует о способности микроорганизмов использовать данные соединения в ходе метаболизма, вероятно, в том числе и для синтеза гидрогеназ. Снижение содержания металлов в стационарной фазе, предположительно, связано со способностью выбрасывать избыток металлов при остановке продукции водорода. По результатам эксперимента была показана положительная корреляция между выходом водорода и содержанием железа в клетках. Перспективным направлением исследований будет детальное изучение поглощения и использования металлов клетками, определение механизмов стимуляции гидрогеназной активности и других путей повышения продукции биоводорода.

Работа выполнена за счет гранта Министерства Образования и Науки Российской Федерации № 075-15-2022-1225.

Источники и литература

- 1) 1. Tagne R. F. T. Costa P., Casella S., Favaro L. Optimization of biohydrogen production by dark fermentation of African food-processing waste streams //International Journal of Hydrogen Energy. – 2024. – Т. 49. – С. 266-276.
- 2) 2. Yin Y., Wang J. Mechanisms of enhanced biohydrogen production from macroalgae by ferrous ion: insights into correlations of microbes and metabolites //Bioresource technology. – 2019. – Т. 291. – С. 121808