

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИММОБИЛИЗАЦИИ ЛАКТАЗЫ НА КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАНАХ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗЛАКТОЗНОГО МОЛОКА

Юшкова Е.Д., Назарова Е.А.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Научный руководитель – к.х.н., доцент Кривошапкин П.В.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,  
г. Санкт-Петербург, Россия

На сегодняшний день почти треть населения России имеет непереносимость лактозы. В странах Европы этот показатель колеблется около 40%, а в Юго-Восточной Азии и Северной Америке достигает 80-100% [1]. Для того чтобы производить безлактозное молоко, которое могут употреблять люди с данной патологией, в промышленности используют фермент лактазу, расщепляющую лактозу на соединения - глюкозу и галактозу. В мире существует много компаний, специализирующихся на безлактозном молоке, которые применяют для этих целей фермент в свободной форме. Однако у таких технологий есть недостатки.

В последнее время активно развиваются технологии с использованием иммобилизованных ферментов. Они имеют значительные преимущества по сравнению с ферментами в свободном виде, связанные с более высокой стабильностью, возможностью удаления из реакционной среды по окончании реакции и дальнейшего повторного использования. В качестве носителей для иммобилизации могут быть использованы различные материалы. Наиболее перспективными в этой области являются керамические мембраны, обладающие высокой термической стабильностью, устойчивостью к действию бактерий; обеспечивающие короткое время взаимодействия субстрата и фермента, а также имеющие относительно низкую стоимость сырья, используемого в качестве материала мембраны. Ферментные керамические мембраны выполняют одновременно несколько функций, а именно биокаталитическую, стабилизирующую и разделительную [2]. Ковалентная иммобилизация с использованием глутарового альдегида в качестве связующего агента является одним из наиболее простых и хорошо изученных методов, который обеспечивает прочные химические связи между ферментом и поверхностью мембраны [3].

Целью данной работы является получение ферментной керамической мембраны путем иммобилизации лактазы в мезопористом слое на ее поверхности.

Первоначальной задачей было изучение физико-химических характеристик керамических мембран. Для этого были проведены рентгенофазовый анализ (XRD), сканирующая электронная микроскопия, изучены фильтрационные параметры.

Для установления образования химических связей между глутаровым альдегидом и желатином, используемым в качестве функционализирующего агента, была проведена ИК спектроскопия. Наличие характеристичных полос поглощения при определенных длинах волн позволяет подтвердить образование ковалентной связи между исходными компонентами.

В качестве модельной системы первоначально исследовалась система на основе альфа-амилазы, активность которой определялась по гидролизу крахмала.

Для определения активности лактазы был использован фотоколориметрический метод с применением глюкозооксидазного реактива. По итогам эксперимента была получена

зависимость изменения активности фермента от количества циклов его использования. Показано, что фермент остается активным на протяжении не менее 3-х циклов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00905.*

Литература:

1. Curry A. The milk revolution // Nature. 2013. V. 500. P.20–22.
2. Di Serio M., Maturo C., De Alteriis E. Lactose hydrolysis by immobilized  $\beta$ -galactosidase: the effect of the supports and kinetics // Catalysis today. 2003. V. 79-80. P.333-339.
3. Sigurdardóttir S.B. et al. Enzyme immobilization on inorganic surfaces for membrane reactor applications: Mass transfer challenges, enzyme leakage and reuse of materials //Advanced Synthesis & Catalysis. 2018. V. 360. P.2578-2607.