

## СОВРЕМЕННЫЕ НОСИТЕЛИ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ФЕРМЕНТОВ

Автор работы – **Шавронская Д.О.**,

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)

Научный руководитель - **к.х.н., доцент Скворцова Н.Н.**,

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)

Процесс фиксации биокатализаторов на нерастворимом носителе или заключения их внутрь носителя имеет ряд преимуществ по сравнению с применением свободными аналогов. Многократность применения, стабильность, легкость отделения от реакционной среды и возможность прерывания реакции в любой момент времени значительно упрощают технологические процессы с использованием ферментных препаратов. Известны различные методы иммобилизации биокатализаторов, где в качестве носителей используются как органические, так и неорганические материалы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Целью нашей работы является анализ новейших результатов иммобилизации ферментов на носителях органической и неорганической природы в сфере пищевых технологий.

Большую популярность приобретают хроматографические носители. Неионогенный полимерный сорбент на основе полистирола «Стиросорб» используют для иммобилизации инулиназы (инулазы). Класс адсорбентов «Стиросорб» отличается наибольшей сорбционной емкостью по сравнению с другими типами органических сорбентов и характеризуется хорошими кинетическими характеристиками и легкостью регенерации [3]. Известны и более ранние исследования по применению этого носителя при иммобилизации глюкоамилазы, использующейся для осахаривания крахмалосодержащего сырья.

Особый интерес привлечен к использованию силикатных материалов. Учеными было проведено исследование по иммобилизации L-фенилаланин-аммоний-лиазы, катализирующей реакцию дезаминирования L-фенилаланина, при помощи глутарового альдегида на дешевом и доступном материале – силанизированном силохроме С-80. Иммобилизованная L-фенилаланин-аммоний-лиаза в течение длительного времени имела относительно большую активность, чем свободная, а также характеризовалась более широким диапазоном термо- и рН-стабильности. Были получены стабильные препараты  $\beta$ -галактозидазы (лактазы), иммобилизованной на силанизированном силохроме С-2 с помощью глутарового альдегида.

В основном для иммобилизации  $\beta$ -галактозидазы, применяющейся в молочной промышленности, используются полиамид (нейлон – 6), полиакриламид и поливиниловый спирт. Используемый в качестве сшивающего агента диметиладипимидат увеличил ферментативную активность  $\beta$  – галактозидазы до 190 % по сравнению со свободным ферментом, а заключение в гель поливинилового спирта повысило устойчивость фермента к температуре, величине рН и ионной силе [1].

Перспективными адсорбентами для иммобилизованных ферментов с технологической точки зрения являются ионообменные материалы, характеризующиеся доступностью, легкостью регенерации и инертностью матрицы по отношению к микроорганизмам. Научные публикации содержат сведения об эффективной адсорбции  $\alpha$ -амилазы, применяющейся в хлебопечении, в кондитерской и фармацевтической промышленности, на аминокарбоксильном полиэлектролите (АНКБ-2) [2] и волокнистом полиэлектролите типа

«ФИБАН». Ранее «ФИБАН» успешно использовался для иммобилизации глюкоамилазы, инулазы и  $\beta$ -фруктофуранозидазы. Высокая скорость адсорбционных процессов за счет высокоразвитой поверхности, а также повышенная способность к регенерации обуславливают значительные преимущества применения волокнистых материалов, а не гранулярных форм.

Известны примеры успешного связывания инулиназы с пористым стеклом, бентонитом и альгинатными гидрогелями. Инулиназа, включенная в полиакриламидный гель, сохраняет более 45 % исходной активности фермента при температуре 45°C и рН 6,2 и проявляет 58% каталитической способности свободного фермента в течение 96 часов хранения при комнатной температуре. Были проведены исследования по ковалентной иммобилизации инулиназы на макропористых шариках полистирольной природы, где время полужизни ферментного препарата составило 32 дня.

Таким образом, исследованный спектр носителей различной природы для иммобилизации ферментов позволяет значительно увеличить эффективность биотехнологических процессов на пищевых производствах, снизить экономические и ресурсные затраты и создать экологически безопасную технологию. Перспективы использования ферментов в иммобилизованном состоянии предоставляют возможность повысить результативность биотехнологических процессов в перерабатывающих отраслях, а также создать новые виды легкоусвояемой пищевой продукции.

#### Литература:

1. Денисова Е.В., Лодыгин А.Д., Супрунчук В.Е. Перспективы применения синтетических полимеров в качестве инертных носителей для иммобилизации  $\beta$ -галактозидазы // Наука. Инновации. Технологии. – 2014. – № 2(6). – С. 27–34.
2. Лунина В.В., Стоянова О.Ф., Шкутина И.В. Влияние ионной формы полиамфолита АНКБ-2 на иммобилизацию ферментов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – № 2. – С. 247–253.
3. Селеменев В.Ф., Стоянова О.Ф., Шкутина И.В. Адсорбционная иммобилизация  $\alpha$ -амилазы на волокнистых полиэлектролитах // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2017. – № 2. – С. 285–290.