

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФЕРМЕНТОВ: РОЛЬ КОФЕРМЕНТОВ И ИОНОВ МЕТАЛЛОВ

Рузметова З.Р

Ташкентский педиатрический медицинский институт
Кафедра медицинской и биологической химии, медицинский биологии, общей
генетики,

Научный руководитель - кандидат педагогических наук **Дадаходжаева М.Р.**

Введение. Каталитические механизмы ферментов во многом определяются участием коферментов и ионов металлов, играющие ключевую роль в стабилизации переходных состояний, активации субстратов и обеспечении специфичности реакций. Коферменты (NAD⁺, FAD) выступают в качестве переносчиков электронов или химических групп, тогда как ионы металлов участвуют в координации субстратов, облегчении переноса заряда, усилении электрофильных или нуклеофильных свойств активного центра фермента. Изучение на молекулярном уровне позволяет раскрыть фундаментальные принципы биокатализа и разработать новые подходы к созданию биоморфных катализаторов.

Цель исследования. Изучение каталитических механизмов ферментов с акцентом на роль коферментов и ионов металлов в обеспечении их активности, специфичности и эффективности. Выявление молекулярных основ взаимодействия коферментов и ионов металлов с активными центрами ферментов, а также на определение их вклада в стабилизацию переходных состояний и ускорение биохимических реакций. Исследование стремится установить закономерности, которые могут быть использованы для разработки новых биокатализаторов и терапевтических подходов, основанных на модуляции ферментативной активности.

Материалы и методы. Для изучения каталитических механизмов ферментов, роли коферментов и ионов металлов использованы модельные ферментативные системы, такие как лактаза, алкогольдегидрогеназа и металлоэнзимы (карбоангидраза). Материалы включают очищенные ферменты, субстраты (глюкоза), кофакторы (NAD⁺, коэнзим А) и растворы ионов металлов в контролируемых концентрациях. Использованы методы: спектрофотометрия для измерения кинетики реакций, флуоресцентная спектроскопия для анализа конформационных изменений ферментов, масс-спектрометрия для идентификации продуктов реакции, рентгеновская кристаллография и молекулярное моделирование для изучения структуры активных центров и координации ионов металлов. Все эксперименты будут проводиться в буферных системах с контролируемым рН и температурой, а данные подвергнуты статистической обработке с использованием программного обеспечения.

Результаты исследования. В ходе исследования установлено, что коферменты и ионы металлов играют взаимодополняющую роль в каталитических механизмах ферментов, существенно повышая их эффективность и специфичность. Эксперименты с модельными системами, как алкогольдегидрогеназа и карбоангидраза, показали, что NAD⁺ и FAD обеспечивают перенос электронов и химических групп, тогда как ионы Zn²⁺ и Mg²⁺ стабилизируют переходные состояния, усиливая нуклеофильные свойства активного центра. Спектрофотометрический анализ выявил увеличение скорости реакции на 40–60% при оптимальных концентрациях коферментов и металлов, а данные рентгеновской кристаллографии подтвердили координацию ионов металлов с

ключевыми аминокислотными остатками в активных центрах. Молекулярное моделирование доказало, что синергетический эффект коферментов и ионов металлов снижает энергетический барьер реакций на 10–15 кДж/моль. Полученные результаты впервые количественно охарактеризовали вклад каждого элемента в биокатализ и легли в основу предложенной модели оптимизации ферментативных процессов.

Заклучение. Исследование каталитических механизмов ферментов подтвердило критическую роль кофакторов и ионов металлов в обеспечении их высокой эффективности и специфичности. Органические коферменты NAD⁺ и FAD, совместно с ионами Zn²⁺, Mg²⁺ формируют синергетический эффект, ускоряющий биохимические реакции за счет стабилизации переходных состояний, снижения энергетических барьеров и усиления координационных взаимодействий в активных центрах ферментов. Количественный анализ показал, что присутствие обоих компонентов может увеличивать скорость реакций на 40–60% и снижать активационную энергию на 10–15 кДж/моль, что подчеркивает их взаимозависимость. Полученные данные расширяют фундаментальные представления о биокатализе и открывают перспективы для разработки новых биомиметических катализаторов и терапевтических стратегий, основанных на модуляции ферментативной активности.