

## СТРОЕНИЕ ФЕРМЕНТОВ

**Гафурова Гулноз Алихоновна**

Ассистент, бухарский инженерно-технологический институт

**Нуриев Анвар**

Студент, бухарский инженерно-технологический институт

## STRUCTURE OF ENZYMES

**Gafurova Gulnoz Alikhonovna**

Assistant, Bukhara Institute of Engineering and Technology

**Nuriev Anvar**

Student, Bukhara Institute of Engineering and Technology

По строению ферменты могут быть *однокомпонентными* - простые белки и *двухкомпонентными* - сложные белки. Во втором случае в составе ферментов обнаруживается добавочная группа небелковой природы. Белковую часть двухкомпонентных ферментов называют *апоферментом*, а небелковую часть - *кофактором*. Кофактор условно разделяют на *кофермент, легко диссоциирующий*, и *протетическую группу, труднодиссоциирующую*. Кофермент легко присоединяется к различным апоферментам, а протетическая группа соединяется с одним и тем же апоферментом.

Функции и свойства апофермента и кофактора следующие: апофермент термолabile, определяет специфичность фермента, участвует в соединении фермента с субстратом, активирует кофактор; кофактор термостабилен, стабилизирует апофермент, участвует в катализе. Кофермент можно рассматривать как второй субстрат, или ко-субстрат, по двум причинам. Во-первых,

В ходе реакции кофермент претерпевает химические изменения, в точности противоположные изменениям, которые происходят в субстрате. Например,

В окислительно-восстановительных дегидрогеназных реакциях молекула суб-страта окисляется, а молекула кофермента восстанавливается. Вторая причина, по которой кофермент можно считать равноправным участником реакции, заключается в том, что именно его участие может иметь фундаментальное физиологическое значение. Например, работа мышцы в анаэробных условиях сопровождается превращением пирувата в лактат. Но в этом случае важны совсем не лактат и не пируват: предназначением реакции является превращение НАДН в НАД<sup>+</sup>. В отсутствие НАД<sup>+</sup> гликолиз продолжаться не может и анаэробный синтез АТФ (а следовательно, и работа мышцы) прекращается. Восстановление пирувата до лактата в анаэробных условиях обеспечивает окисление НАДН в НАД<sup>+</sup>, необходимый для синтеза АТФ.

Химическая природа коферментов достаточно хорошо изучена. Оказалось, что роль коферментов играет большинство витаминов (Е, К, Q, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР, Н и др.), многочисленная группа нуклеотидов и их производных, фосфорные эфиры моносахаридов, HS-глутатион и ряд других веществ.

Нуклеозидфосфаты являются не только исходными соединениями в биосинтезе нуклеиновых кислот, но и служат для запасания энергии, а также обладают

функциями коферментов. Метаболические интермедиаты часто становятся реакционноспособными (активированными) при присоединении фосфатсодержащих остатков. Так, например, аминспирт холин активируется в результате образования ЦДФ-холина (синтез фосфолипидов), глюкоза активируется в результате образования УДФ-глюкозы (синтез полисахаридов) и т. д. Остатки жирных кислот активируются путем переноса на кофермент А. Тиоэфир, каким является ацил-КоА, представляет собой активированную форму карбоновой кислоты, так как образующий ее ацильный остаток может легко переноситься на другую молекулу. Тиаминпирофосфат активирует альдегиды, кетоны и переносит их в виде гидроксильных групп на другую молекулу. Таблица 1. Некоторые коферменты и их биохимическая роль

Кофермент		Переносимые группы	Ферменты
Символ	Название		
АТФ	Аденозинтрифосфат	Фосфат-анионы	Фосфаттрансферазы
УДФ	Уридиндифосфат	Гликозильные — остатки	Гликозилтрансферазы
ЦДФ	Цитидиндифосфат	Глицеролфосфаты, холин и др.)	ЦДФ-диглицерид-синтаза Холинтрансфераза
НАД	Никотинамидадениндинуклеотид	Гидрид-ионы (H <sup>+</sup> )	Дегидрогеназа
ФАД	Флавинадениндинуклеотид	Атомы водорода	Дегидрогеназа
HS-КоА	Кофермент А	Ацильные группы	Ацилтрансфераза
ТПФ	Тиаминпирофосфат	Альдегидные группы Гидроксиалкильные остатки	Декарбоксилаза Дегидрогеназа Транскетолаза
ПФ	Пиридоксальфосфат	Аминогруппы	Трансаминазы Карбоксисинтетазы
Н	Биотин	СО <sub>2</sub>	Транскарбоксилазы
ТНФ	Тетрагидрофолат	С1-группы: формил, метилен, метил	С1-трансферазы

Все дегидрогеназы нуждаются в коферменте для переноса восстановительных эквивалентов (НАД, НАДФ, ФАД, ФМН и др.).

Характерной особенностью двухкомпонентных ферментов является то, что ни белковая часть, ни добавочная группа в отдельности не обладают заметной каталитической активностью. Только их комплекс проявляет ферментативные свойства. При этом белок резко повышает каталитическую активность кофактора. Таким образом, хотя активным центром двухкомпонентных ферментов являются простетические группы -коферменты, их действия невозможны без участия апофермента. Однокомпонентные ферменты формируют каталитический центр аминокислотными остатками, имеющими в радикалах функциональные группы. Чаще всего в активных центрах однокомпонентных ферментов встречаются остатки сер, гис, тир, арг, цис, асп, глу, тре. Радикалы перечисленных аминокислот выполняют ту же функцию, что и кофакторы в составе двухкомпонентного фермента. Аминокислотные остатки, образующие активный центр однокомпонентного фермента, расположены в различных точках единой полипептидной цепи, следовательно, каталитический центр возникает в тот момент, когда белковая молекула фермента приобретает присущую ей третичную структуру. Так, например, в активный центр химотрипсина входят гис-57, асп-102, сер-195, всего фермент состоит из 246 аминокислотных остатков. Химотрипсин, как и другие протеолитические ферменты, синтезируется в неактивной форме, в форме профермента - химотрипсиногена. При активации химотрипсиногена трипсином и  $\pi$ -химотрипсином гидролизуются четыре пептидные связи, в результате чего происходит удаление дипептидных фрагментов и формирование активного центра, сближение 57-й, 102-й, 195-й аминокислот, участвующих непосредственно в акте катализа. Аллостерический центр фермента представляет собой участок белковой молекулы, в результате присоединения к которому низкомолекулярного (редко высокомолекулярного) соединения изменяется третичная структура, вследствие этого либо увеличивается, либо снижается каталитическая активность фермента. Молекулярные массы ферментов колеблются в широких пределах от нескольких тысяч до нескольких миллионов. Большинство ферментов имеют высокую молекулярную массу и построены из субъединиц. Например, каталаза, РНК-полимераза, лутаматдегидрогеназа построены из шести субъединиц. Мультимер проявляет максимальную каталитическую активность, диссоциация на субъединицы (протомеры) резко снижает каталитическую активность фермента.

## ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия / Пер. с нем. - 3-е изд. - М.: Мир, 2012.
2. Садикова М. И., Касимова Н. А. К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 6-2. – С. 25-28.
3. Биохимия : учебник для вузов / Под ред. Е. С. Северина. — 5-е изд., испр. и доп. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. М. : Мир, 2012.
4. ТЕХНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОЛИЗОВАННЫХ БЕЛКОВ ЖХ Жумаев, ГА Гафурова - Интернаука, 2017.