

Ферменты – катализаторы белковой природы

Функционирование ферментов в клетке строго упорядочено – продукт одной ферментативной реакции является субстратом другой:



Таким образом, образуются **метаболические пути** – последовательное превращение одних соединений в другие.

Ферменты – катализаторы белковой природы

Ключевые отличительные особенности

СПЕЦИФИЧНОСТЬ

- **субстратная:** способность каждого фермента взаимодействовать лишь с одним или несколькими определёнными субстратами;
- **каталитическая:** способность катализирует превращение присоединённого субстрата по одному из возможных путей его превращения

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

- способность увеличивать скорость химических реакций в десятки миллионов раз;

ЛАБИЛЬНОСТЬ

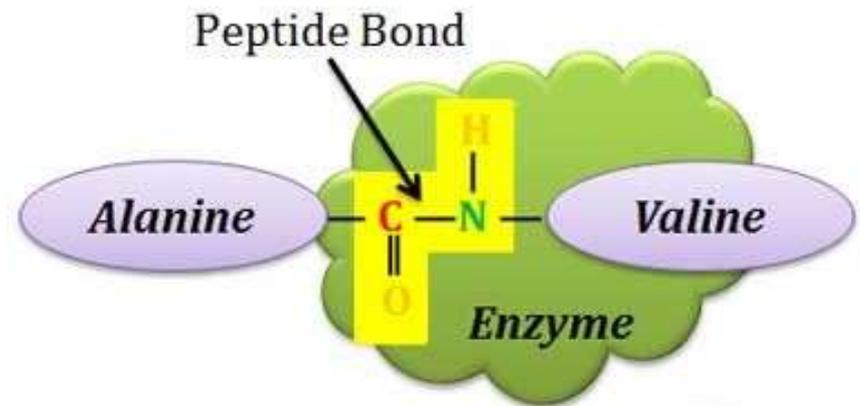
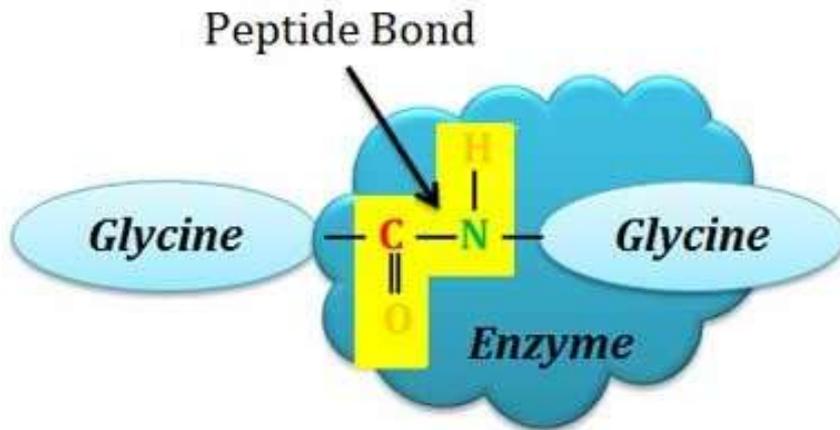
- способность к небольшим изменениям нативной конформации вследствие разрыва слабых связей;

АДАПТИВНОСТЬ

- способность изменять активность при изменении потребности в продукте катализируемой реакции.

Специфичность

Относительная специфичность / Специфичность связи (Bond Specificity) - ферменты взаимодействуют с субстратами, которые похожи по структуре и имеют одинаковый тип связи. Т.о. данные ферменты специфичны к определенным типам связи (гликозидные, пептидные и тд)



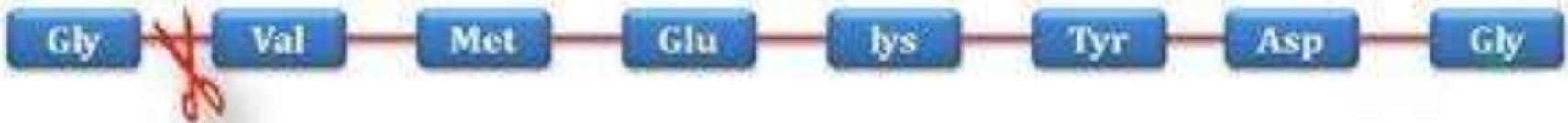
Специфичность

Групповая специфичность / Умеренная специфичность (Group Specificity) – фермент специфичен не только к связям, но и к формирующим их химическим группам. Классический пример – экзо/эндопептидазы

Aminopeptidase Cleavage Site

N- Terminal

C- Terminal



Pepsin Cleavage Sites

N- Terminal

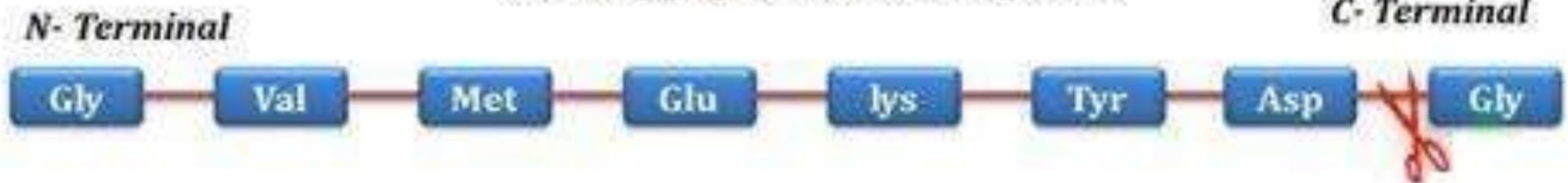
C- Terminal



Специфичность

Групповая специфичность / Умеренная специфичность (Group Specificity) – фермент специфичен не только к связям, но и к формирующим их химическим группам. Классический пример – экзо/эндопептидазы

Carboxypeptidase Cleavage Site



Chymotrypsin Cleavage Sites



Специфичность

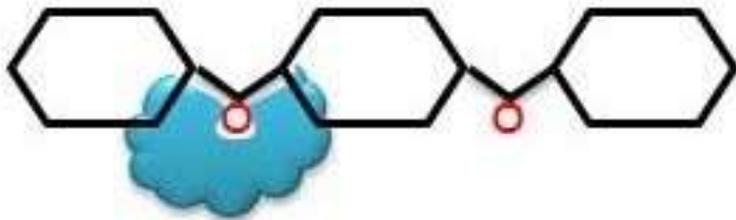
Субстратная специфичность / Абсолютная специфичность (Absolute specificity) – фермент специфичен не только к связям, но и к формирующим их химическим группам. Классический пример-экзо/эндопептидазы



Специфичность

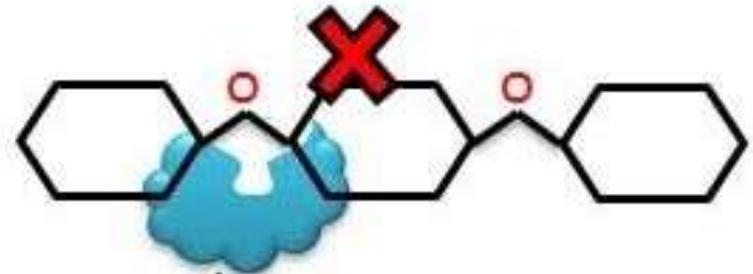
Стереоспецифичность (Optical specificity) – при наличии у субстрата нескольких стереоизомеров, фермент проявляет абсолютную специфичность лишь к одному из них.

*α -1-4 Linked
Glucose (Starch)*



α -Amylase

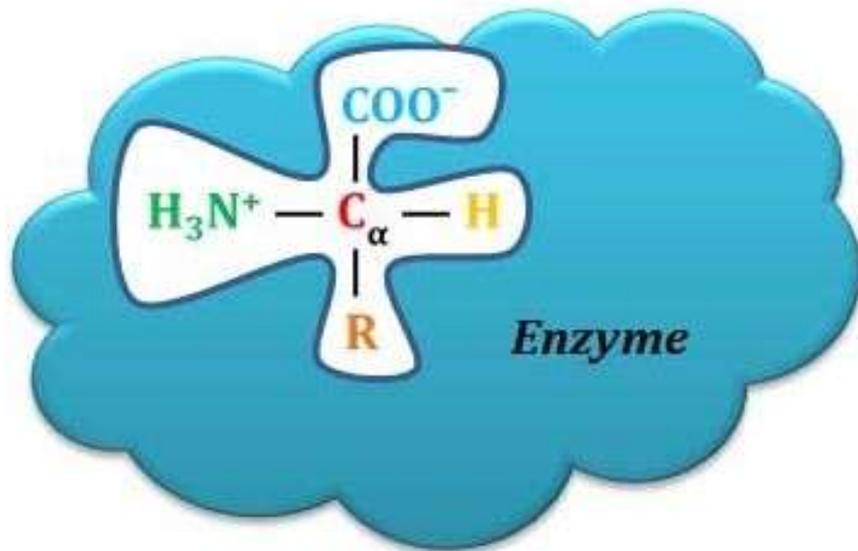
*β -1-4 Linked
Glucose (Cellulose)*



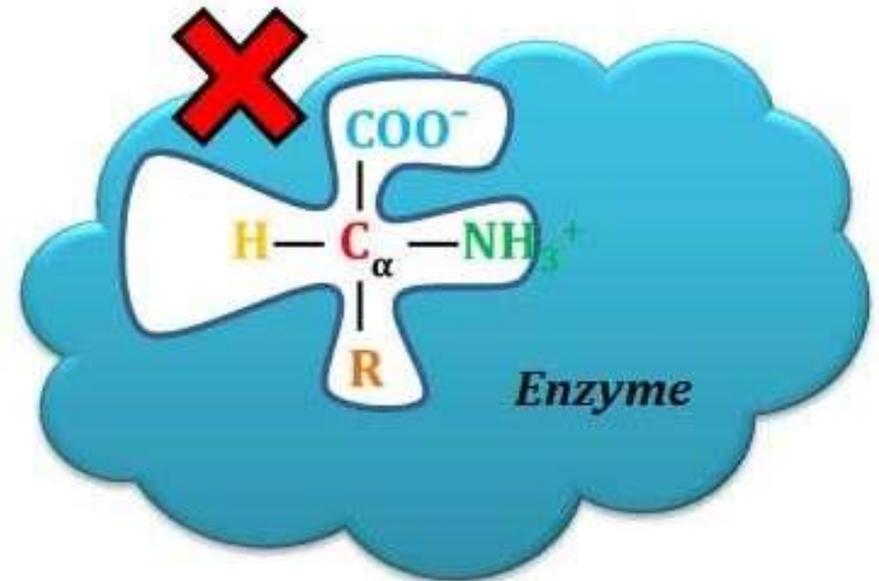
α -Amylase

Специфичность

Стереоспецифичность (Optical specificity) – при наличии у субстрата нескольких стереоизомеров, фермент проявляет абсолютную специфичность лишь к одному из них.



*L-Alanine Oxidase &
L-Alanine*

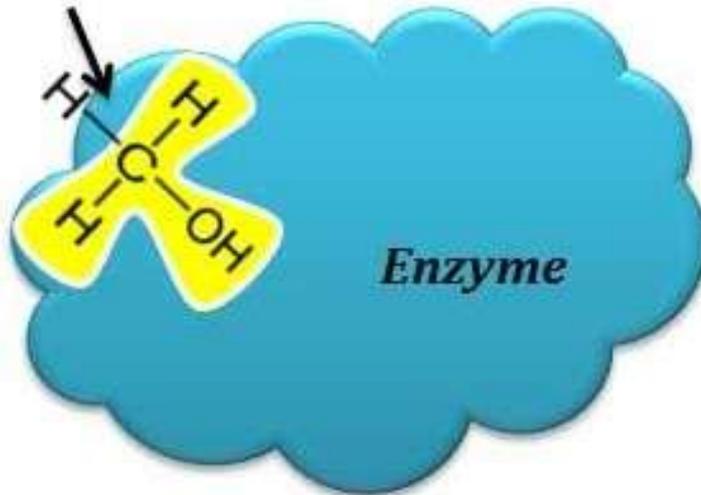


*L-Alanine Oxidase &
D-Alanine*

Специфичность

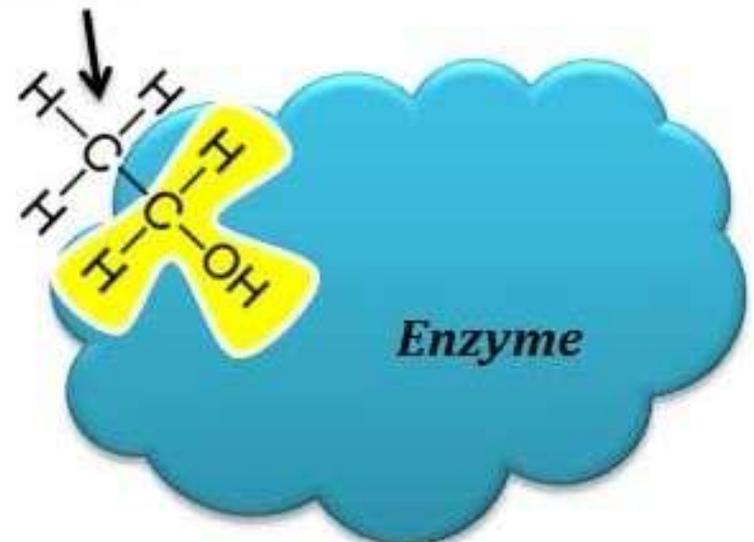
Геометрическая специфичность (Geometric specificity) – ферменты взаимодействуют с различными субстратами со схожей геометрией молекул (специфичность таких ферментов минимальна)

Ethanol



Alcohol Dehydrogenase
Acting on Ethanol

Methanol

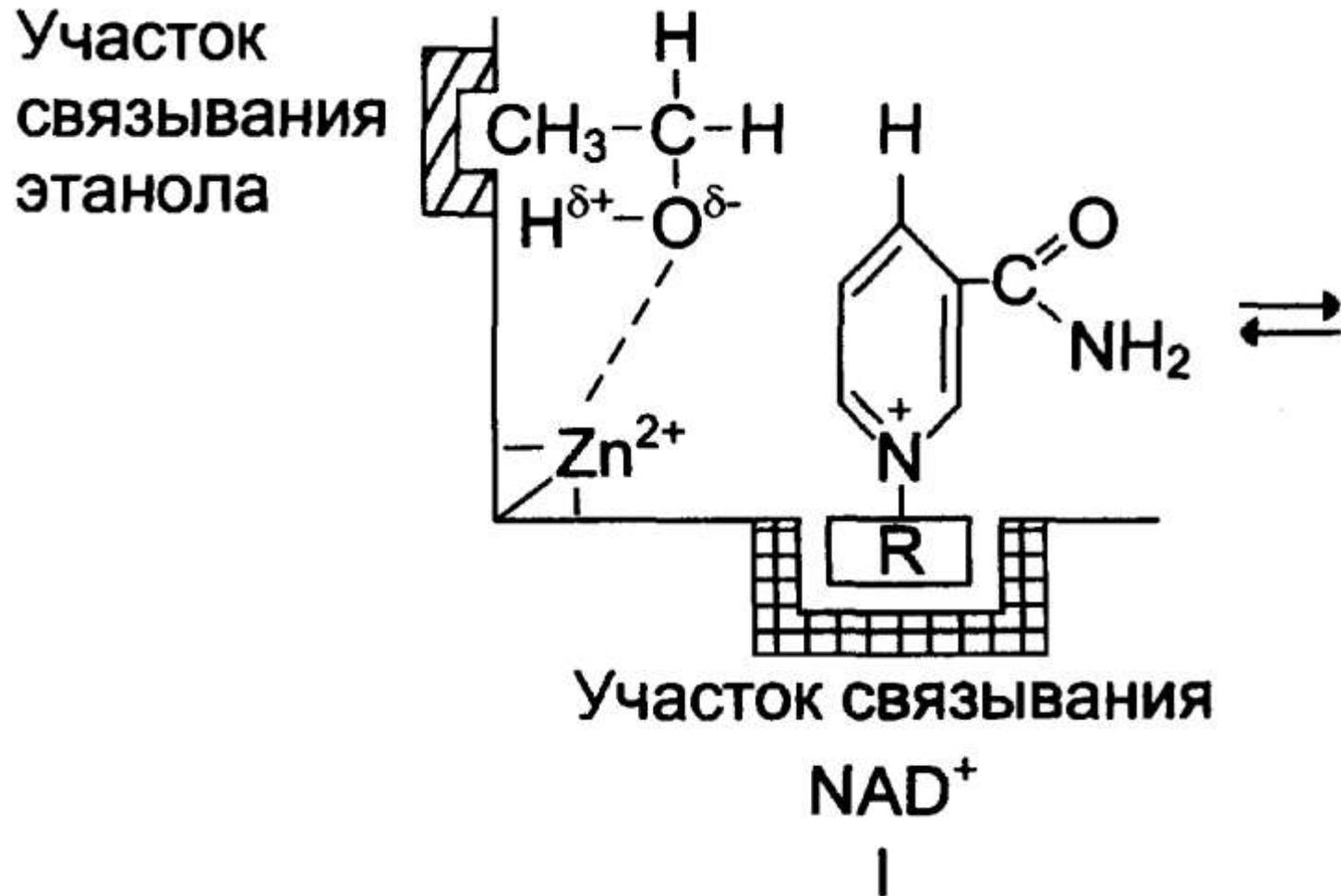


Alcohol Dehydrogenase
Acting on Methanol

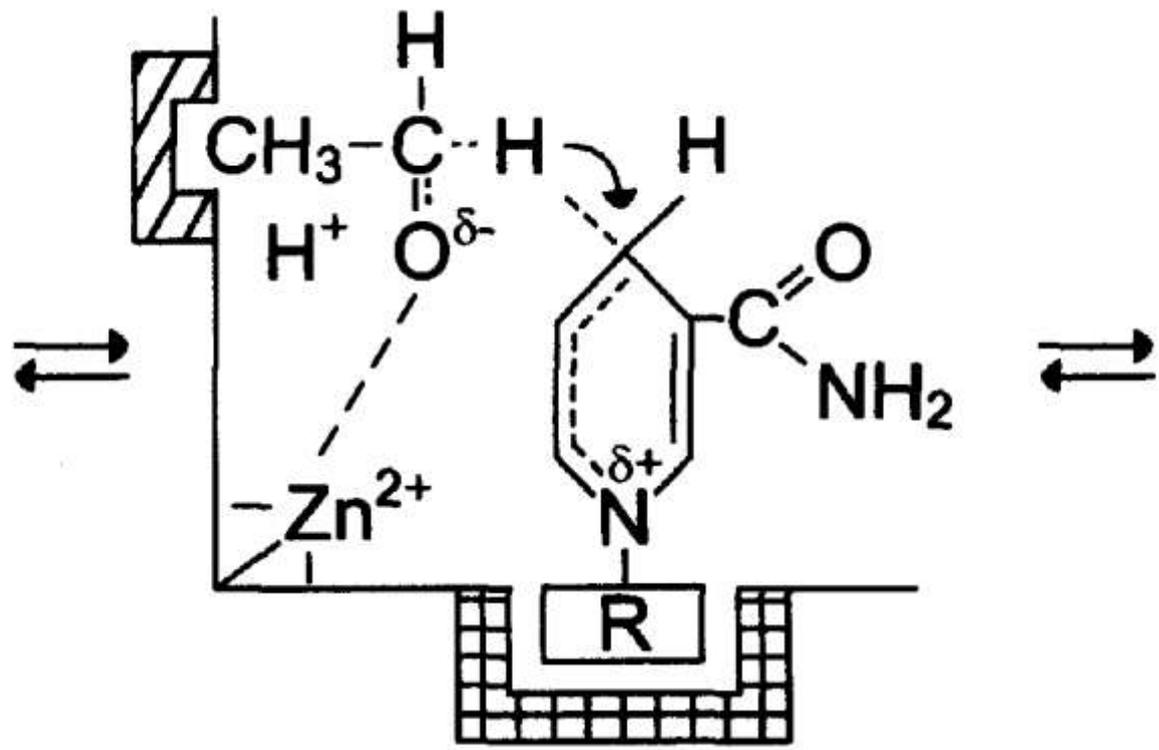
Кисотно-основный ферментативный катализ

- Концепция кислотно-основного катализа объясняет ферментативную активность участием в химической реакции кислотных групп (доноры протонов) и/или основных групп (акцепторы протонов). Кислотно-основной катализ - часто встречающееся явление. Аминокислотные остатки, входящие в состав активного центра, имеют функциональные группы, проявляющие свойства как кислот, так и оснований.
- К аминокислотам, участвующим в кислотно-основном катализе, в первую очередь относят Цис, Тир, Сер, Лиз, Глу, Асп и Гис. Радикалы этих аминокислот в протонированной форме - кислоты (доноры протона), в депротонированной - основания (акцепторы протона). Благодаря этому свойству функциональных групп активного центра ферменты становятся уникальными биологическими катализаторами, в отличие от небиологических катализаторов, способных проявлять либо кислотные, либо основные свойства.

Кислотно-основный ферментативный катализ

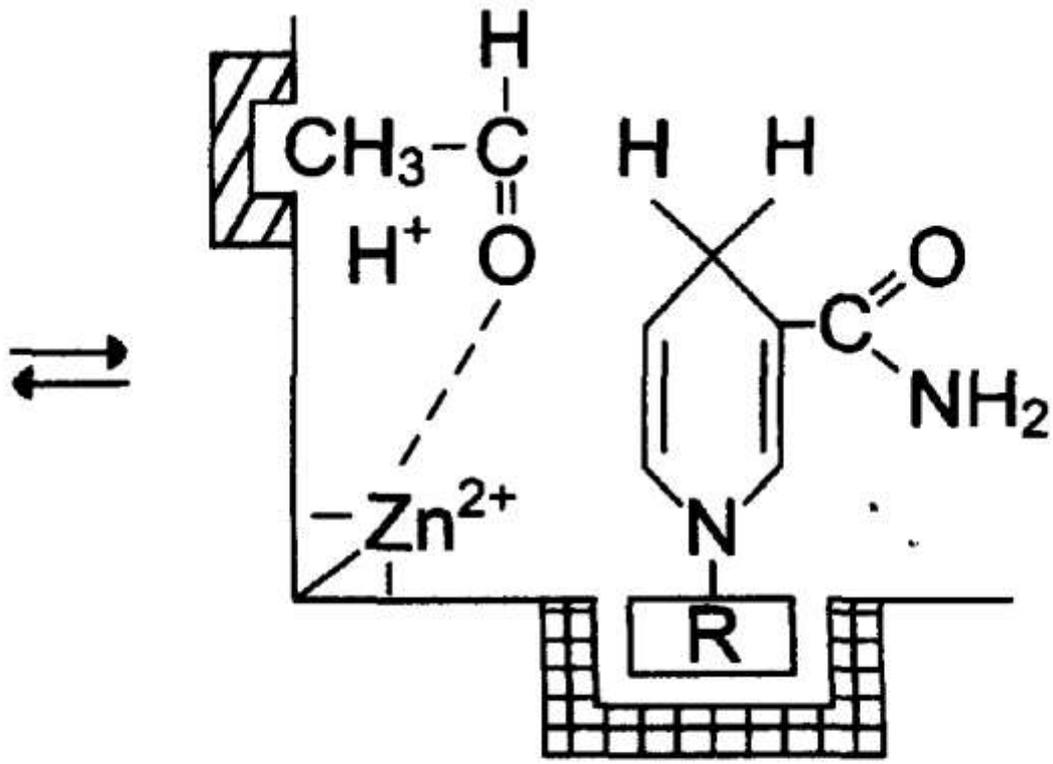


Кисотно-основный ферментативный катализ



\parallel

Кисотно-основный ферментативный катализ

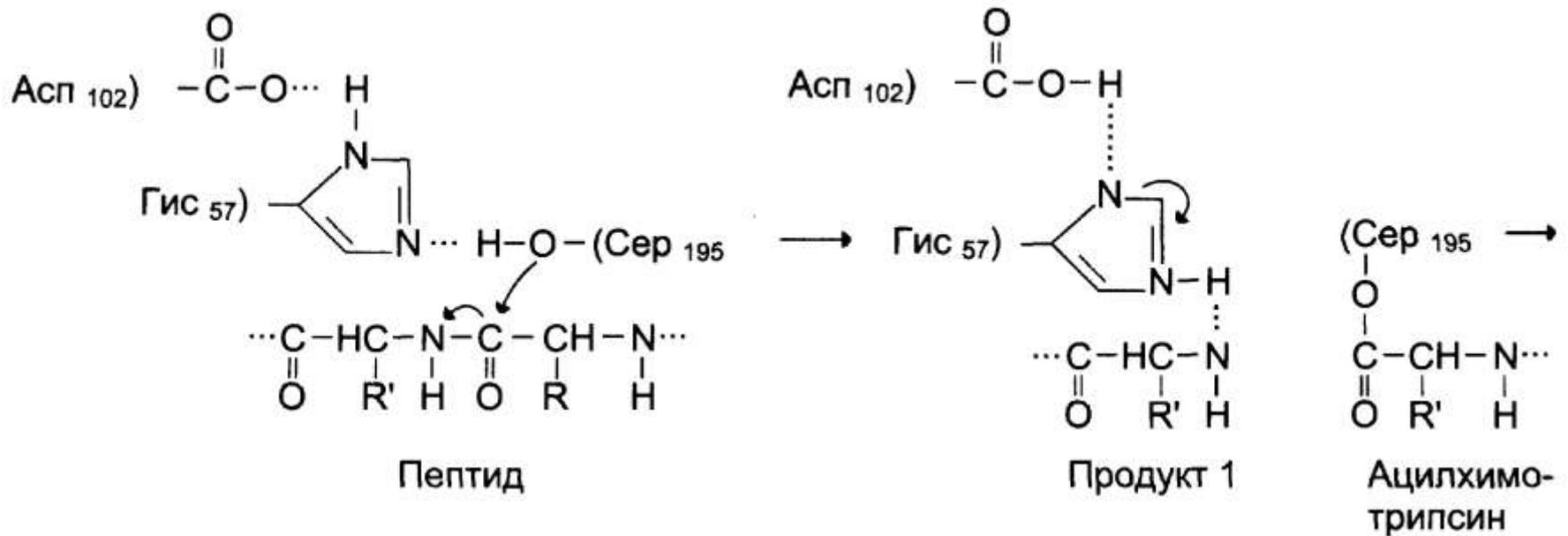


III

Ковалентный ферментативный катализ

- Ковалентный катализ основан на атаке нуклеофильных (отрицательно заряженных) или электрофильных (положительно заряженных) групп активного центра фермента молекулами субстрата с формированием ковалентной связи между субстратом и коферментом или функциональной группой аминокислотного остатка (как правило, одной) активного центра фермента.
- Действие сериновых протеаз, таких как трипсин, химотрипсин и тромбин, - пример механизма ковалентного катализа, когда ковалентная связь образуется между субстратом и аминокислотным остатком серина активного центра фермента. Термин "сериновые протеазы" связан с тем, что аминокислотный остаток серина входит в состав активного центра всех этих ферментов и участвует непосредственно в катализе.

Ковалентный ферментативный катализ



Ковалентный ферментативный катализ

