

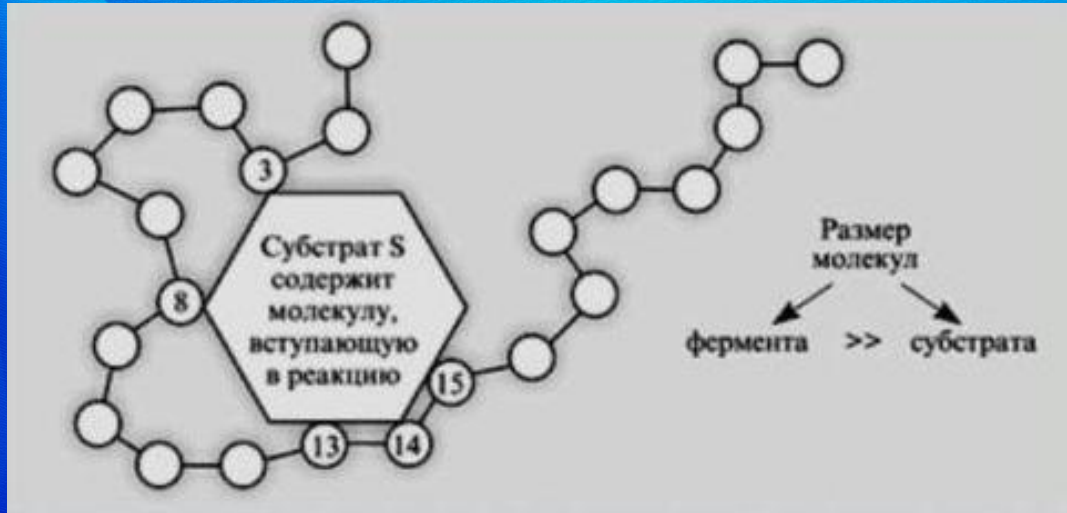
# Ферменты

Ферменты (энзимы) - биологические катализаторы, преимущественно белковой природы. Подавляющее большинство ферментов имеют белковую природу.

Термин фермент (от лат. fermentum - закваска) был предложен в начале 17 века голландским ученым Ван Гельмонтом для обозначения веществ, способствующих протеканию спиртового брожения. В 1878 году Кюне предложил термин энзим (от греч. en - внутри, zyme - закваска). Таким образом, оба эти названия обозначали вещества, вызывающие процессы брожения.

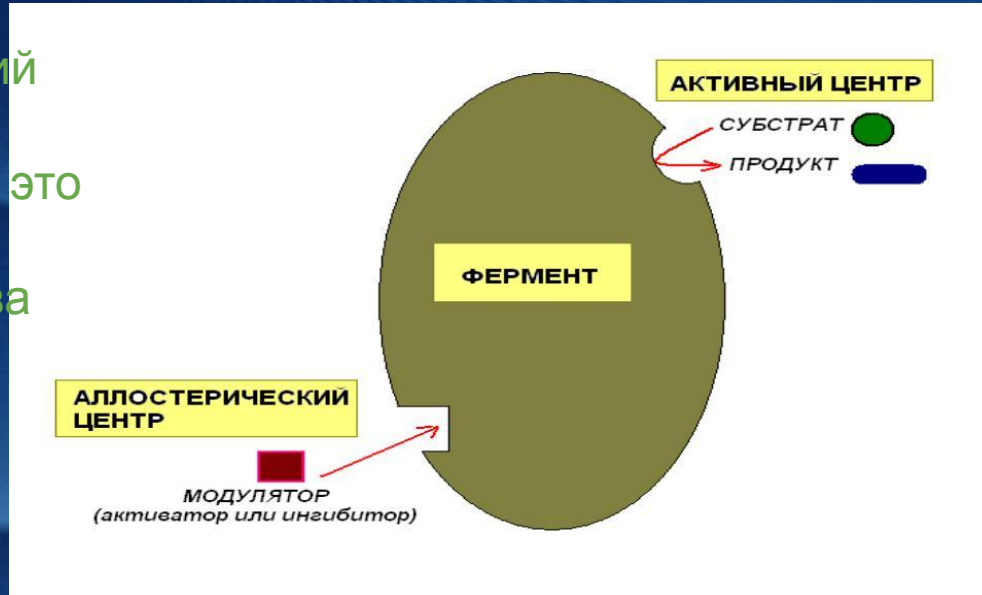
# Фермент и субстрат

Вещество, на которое действует фермент, называется субстрат



# Общее строение ферментов

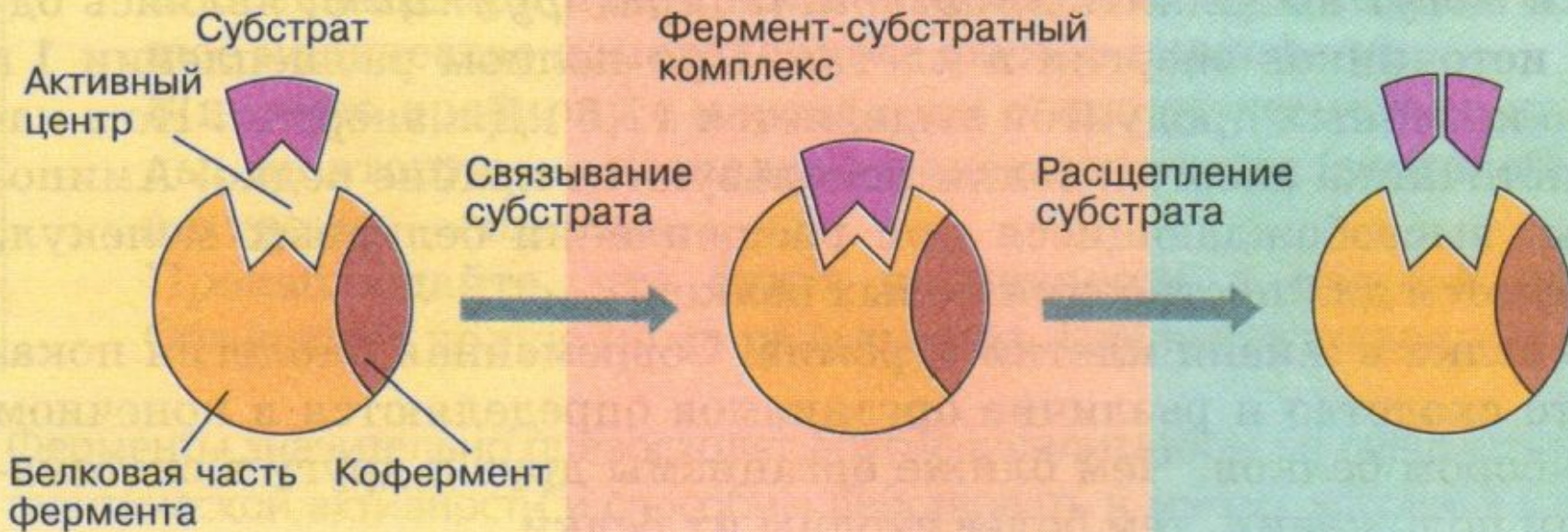
Аллостерический центр или регуляторный – это зона фермента ответственная за присоединение активаторов и ингибиторов. Данный центр участвует в регуляции активности фермента.



Активный центр представлен функциональными группами нескольких остатков аминокислот, именно в нем происходит присоединение и химическое превращение субстрата.



# Принцип действия



Кофермент  
присоединяется  
на время реакции  
и может  
отсоединяться  
после

Простетическая  
группа прочно  
связана с  
белковой частью  
фермента



# Свойства ферментов

1. Все ферменты - белковой природы.
2. Ферменты обладают высокой молекулярной массой.
3. Они хорошо растворимы в воде, при растворении образуют коллоидные растворы.
4. Все ферменты - термолабильны, т.е. оптимум действия 35 – 45°C
5. По химическим свойствам являются амфотерными электролитами



6. Ферменты высокоспецифичны по отношению к субстратам.

7. Ферменты для своего действия требуют строго определенного значения pH (пепсин 1.5 – 2.5).

8. Ферменты обладают высокой каталитической активностью (ускоряют скорость реакции в  $10^6$  –  $10^{11}$  раз).

9. Все ферменты способны к денатурации по воздействию сильных кислот, щелочей, спиртов, солей тяжелых металлов.

# Специфичность действия ферментов

По специфичности действия ферменты делятся на две группы: обладающие абсолютной специфичностью и с относительной специфичностью.



# Относительная специфичность

Относительная специфичность наблюдается, когда фермент катализирует реакции одного типа с более чем одним структуроподобным субстратом. Например, пепсин расщепляет все белки животного происхождения. Такие ферменты действуют на определенный тип химической связи, в данном случае на пептидную связь. Действие этих ферментов распространяется на большое число субстратов, что позволяет организму обойтись небольшим числом пищеварительных ферментов.

# Абсолютная специфичность

Абсолютная специфичность проявляется тогда, когда фермент действует лишь на одно-единственное вещество и катализирует лишь определенное превращение данного вещества. Например, сахараза расщепляет только сахарозу.

# Обратимость

Некоторые ферменты могут катализировать как прямую реакцию, так и обратную. Например, лактатдегидрогеназа, фермент катализирующий окисление лактата до пирувата и восстановление пирувата до лактата.



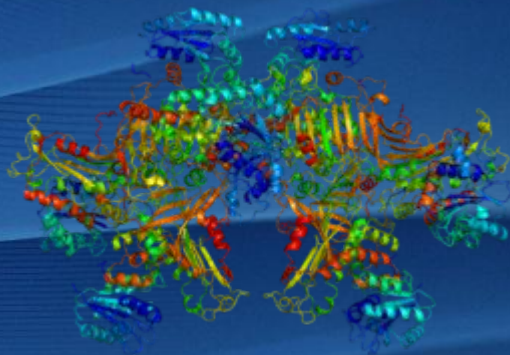
## Систематическая номенклатура:

Название фермента является сложным и состоит из 4 частей:

1. Название субстрата, т. е. вещества на которое действует фермент
2. Название типа катализируемой реакции.
3. Название одного из продуктов реакции.
4. К названию фермента добавляется окончание –аза.

## Глюкозо – 6 фосфатфосфогидролаза

1. Субстрат – глюкозо - 6 – фосфат.
2. Продукт реакции - фосфорная кислота.
3. Тип реакции – гидролиз.
4. Окончание – «аза».



# Классификация ферментов

1 - Оксидоредуктазы – катализируют окислительно-восстановительные реакции (ЛДГ катализирует восстановление пирувата до лактата).

2 - Трансферазы – катализируют межмолекулярный перенос функциональных групп (аминотрансферазы катализируют перенос аминогруппы с аминокислоты на кетокислоту).

3 - Гидролазы – катализируют расщепление сложных соединений в присутствии воды (практически все ферменты ЖКТ относятся к классу гидролаз – пепсин, трипсин, амилаза, липаза).



4 - Лиазы – катализируют не гидролитическое расщепление соединений с двойной связью (декарбоксилаза – фермент отщепляющий карбоксильную группу).

5 - Изомеразы – катализируют реакции взаимопревращения субстратов (глюкозо-6-фосфатизомераза, катализирует превращение глюкозо-6-фосфат в фруктозо-6-фосфат).

6 - Лигаза – катализируют все реакции синтеза, сопряженное с распадом АТФ.

# Изоферменты

**Изоферменты** – это ферменты, катализирующие одну и ту же реакцию, но отличающиеся друг от друга по составу, свойствам, местом локализации. Изоферменты выполняют одинаковые биологические функции, но с различной эффективностью.

Например, лактатдегидрогеназа (ЛДГ) – олигомер, состоящий из 4 протомеров одного или двух типов, обозначаемых: H и M. ЛДГ существует в 5 изоформах, легко различающихся с помощью электрофореза:

ЛДГ-1 - Сердце, почки

ЛДГ-2 - Эритроциты, тромбоциты, сердце, почки.

ЛДГ-3 - поджелудочная железа, селезенка, надпочечник.

ЛДГ-4 - тромбоциты, легкие.



Н (heart - сердце) – преобладает в тканях с преимущественно аэробным обменом (сердце, мозг, почки)

М (muscle – мышца) – печень, мышца

ЛДГ-5 - локализован в клетках печени, скелетной мускулатуре.



# Кинетика ферментативных реакций.

Кинетика изучает изменение скорости ферментативной реакции во времени в зависимости от ряда факторов:

1. Концентрация фермента
2. Концентрация субстрата
3. Температура
4. pH среда
5. Активаторы
6. Ингибиторы

# Единицы измерения ферментативной активности

**Активность** – это изменение субстрата под влиянием фермента в единицу времени

Международная единица активности (МЕ или U) – количество фермента, катализирующие превращение 1 мкмоль субстрата за 1 мин. В системе СИ используют «катал», который определяется как 1 моль/с. В сравнении с международной единицей: