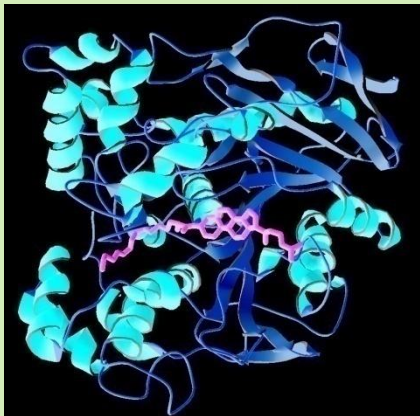



Ферменты.
Классификация ферментов.
Особенности строения и
свойств ферментов.





**«Ферменты, есть так сказать, первый акт
жизненной деятельности. Все химические
процессы направляются в теле именно
этими веществами, они есть возбудители всех
химических превращений. Они обуславливают
те процессы, благодаря которым проявляется
жизнь, они и есть в полном смысле возбудители
жизни»**

/И.П. Павлов/

ФЕРМЕНТЫ

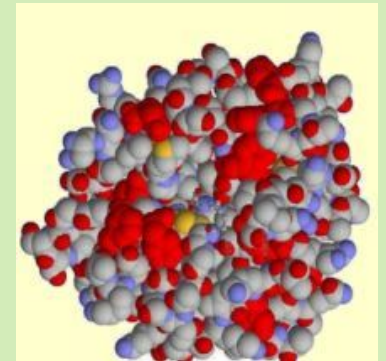
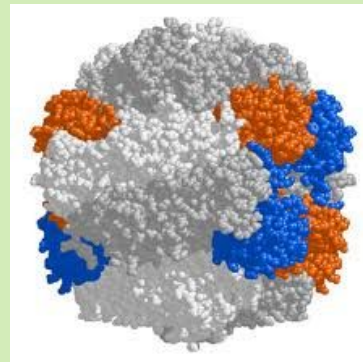
(от лат. fermentum — брожение, закваска) – это ЭНЗИМЫ, специфические белки, увеличивающие скорость протекания химических реакций в клетках всех живых организмов.

Наука о ферментах называется энзимологией.

История изучения



Термин «фермент» был предложен в XVII веке химиком ван Гельмонтом при обсуждении механизмов пищеварения.



История изучения



В XIX в. Луи Пастер, изучая превращение углеводов в этиловый спирт под действием дрожжей, пришёл к выводу, что этот процесс (брожение) катализируется некой жизненной силой (ферментом), находящейся в дрожжевых клетках, причём он считал, что эти «силы» неотделимы от структуры живой клетки дрожжей.

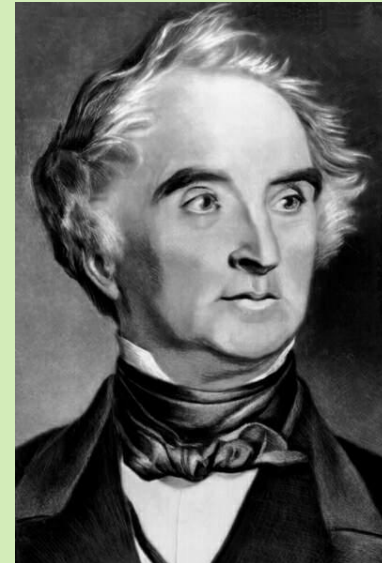
История изучения

В середине 19 в. разгорелась дискуссия о природе брожения.

° Луи Пастер считал, что брожение вызывается лишь **живыми микроорганизмами** и что процесс брожения неразрывно связан с их жизнедеятельностью.



Юстас Либих и его сторонники, отстаивая **химическую природу брожения**, считали, что оно является следствием образования в клетках микроорганизмов растворимых ферментов.



История изучения

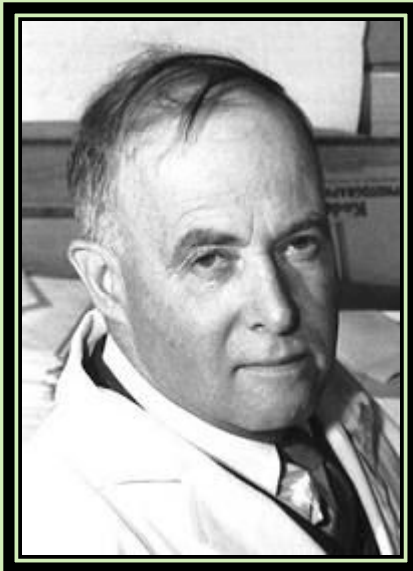


Дискуссия Либиха и Пастера о природе брожения была разрешена в **1897** **Эдуардом Бухнером**, который, растирая дрожжи с инфузорной землёй, выделил из них бесклеточный растворимый ферментный препарат (зимазу), вызывавший спиртовое брожение. В 1907 г. Бухнеру была присуждена Нобелевская премия по химии «за проведенную им научно-исследовательскую работу по биологической химии и открытие внеклеточной ферментации».

В течение последующих 10 лет было выделено ещё несколько ферментов, и белковая природа ферментов была окончательно доказана.

История изучения

- Впервые ферменты выделили в кристаллической форме в 1926 году Джеймс Бетчеллер Самнер и Джон Говард Нортроп.
В 1946 году им была присуждена Нобелевская премия.



Джеймс Бетчеллер Самнер



Джон Говард Нортроп.

Классификация ферментов

- 1. В 1961 году предложена** комиссией международного биохимического союза **систематическая номенклатура ферментов**. Ферменты подразделили на 6 групп в соответствии с типом реакции, которую они катализируют.
- 2. Рабочее название** складывалось из названия субстрата, типа каталитической реакции и окончания **–аза**.
- 3. Пример:**
лактан+дегидрогенизация+аза=лактатдегидрогеназа
- 4. Известным ферментам** оставлены прежние названия пепсин ,трипсин.

Классификация ферментов

Классы ферментов	Катализируемая реакция	Примеры ферментов или их групп
Оксидоредуктазы	Перенос атомов водорода или электронов от одного вещества к другому.	Дегидрогеназа, оксидаза
Трансферазы	Перенос определенной группы атомов - метильной, ацильной, фосфатной или аминогруппы-одного вещества к другому	Трансаминаза, киназа
Гидролазы	Реакции гидролиза	Липаза, амилаза, пептидаза
Лиазы	Негидролитическое присоединение к субстрату или отщепление от него группы атомов. При этом могут разрываться связи C-C, C-N, C-O или C-S	Декарбоксилаза, фумараза, альдолаза
Изомеразы	Внутримолекулярная перестройка	Изомераза, мутаза
Лигазы	Соединение двух молекул в результате образования новых связей, сопряженное с распадом АТФ	Синтетаза

Получение ферментов.

Обычно ферменты выделяют из тканей животных, растений, клеток и культуральных жидкостей микроорганизмов, биологических жидкостей (кровь, лимфа и др.).

Для получения некоторых труднодоступных ферментов используются **методы генетической инженерии.**

Строение ферментов

Ферменты

Простые -
протеины

Белковая часть носит
название

– апофермент

Сложные -
протеиды

Белковая часть носит
название

– апофермент

небелковая часть или
простетическая группа

- кофермент

Строение ферментов

Коферменты можно рассматривать как составную часть молекулы фермента. Это органические вещества, среди которых различают: нуклеотиды (АТФ, УМФ, и пр), витамины или их производные (ТДФ – из тиамина (В1), ФМН – из рибофлавина (В2), коэнзим А – из пантотеновой кислоты (В3), НАД и пр) и тетрапиррольные коферменты – геммы.

Функции протетической группы следующие: участие в акте катализа, осуществление контакта между ферментом и субстратом, стабилизация молекулы фермента в пространстве.

Строение ферментов

Ферменты имеют 2 центра:
Активный центр и Аллостерический центр.

Активный центр (АЦФ) – это относительно небольшой участок, расположенный на поверхности молекулы фермента, который непосредственно участвует в катализе. Состоит из уникального сочетания аминокислотных остатков, обеспечивает связь с субстратом и его дальнейшее превращение.

В АЦФ различают:

Субстратсвязывающий центр – участок, который отвечает за комплиментарное связывание субстрата и образование фермент – субстратного комплекса.

Каталитический центр – непосредственно участвуют в химические реакции с субстратом.

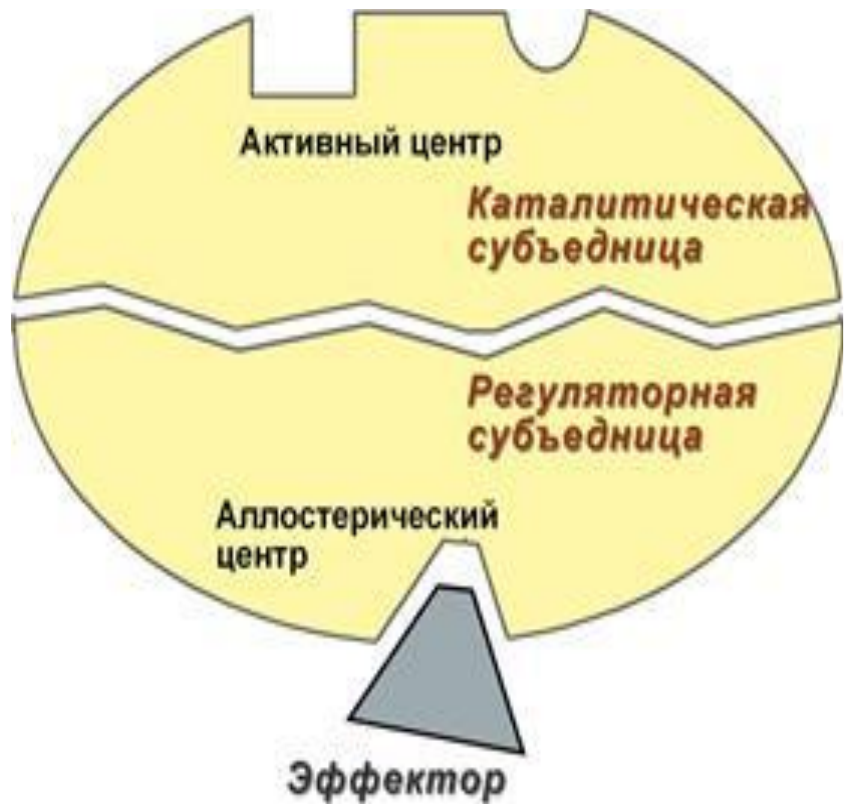
Строение ферментов

Аллостерический центр - комбинация аминокислотных остатков на поверхности фермента, с которым связываются низкомолекулярные соединения (эффекторы), молекулы которых отличаются от субстратов.

Присоединение эффектора изменяет третичную структуру и соответственно и конфигурацию АЦФ, вызывая тем самым снижение (ингибиторы) или повышение (активаторы) активности.

Ферменты, которые подвергались воздействию эффекторов называются аллостерическими.

Строение ферментов

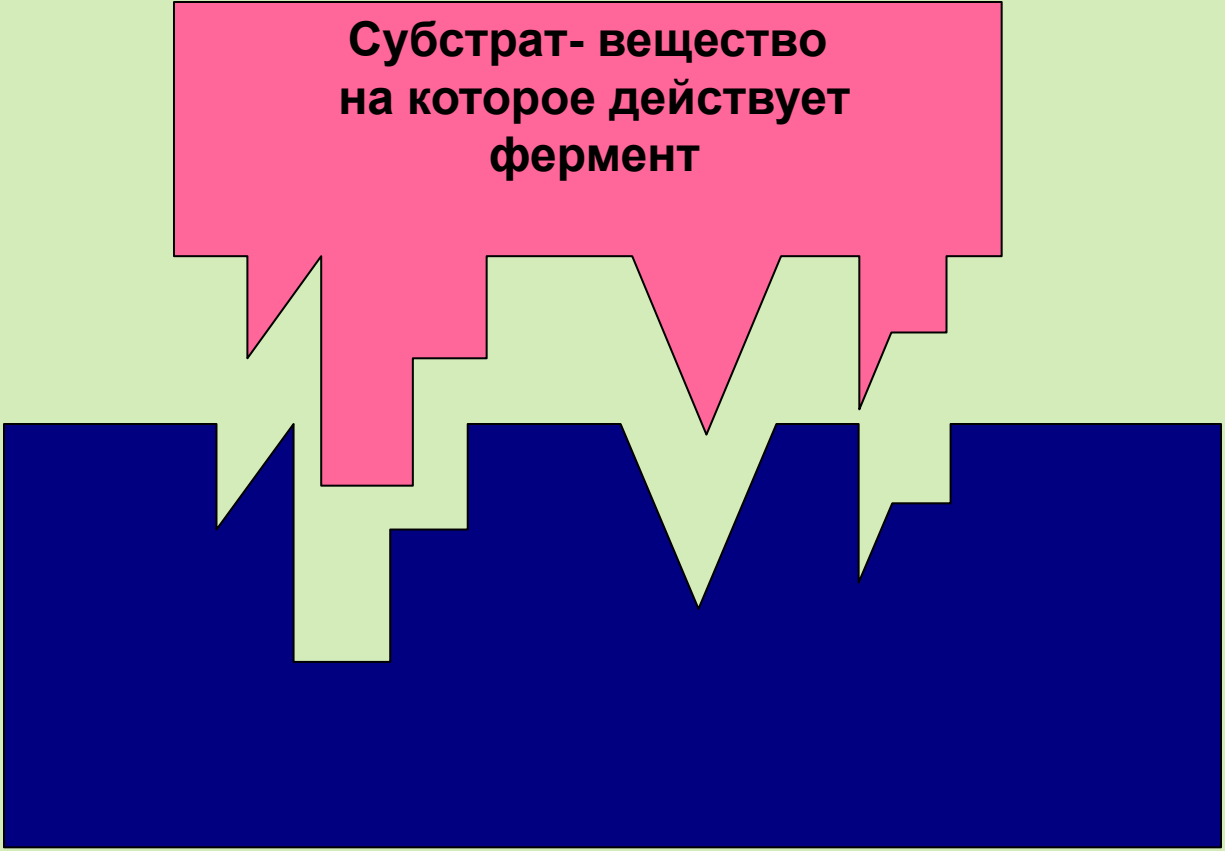


Вещество, химическое превращение которого катализируется ферментом носит название субстрат

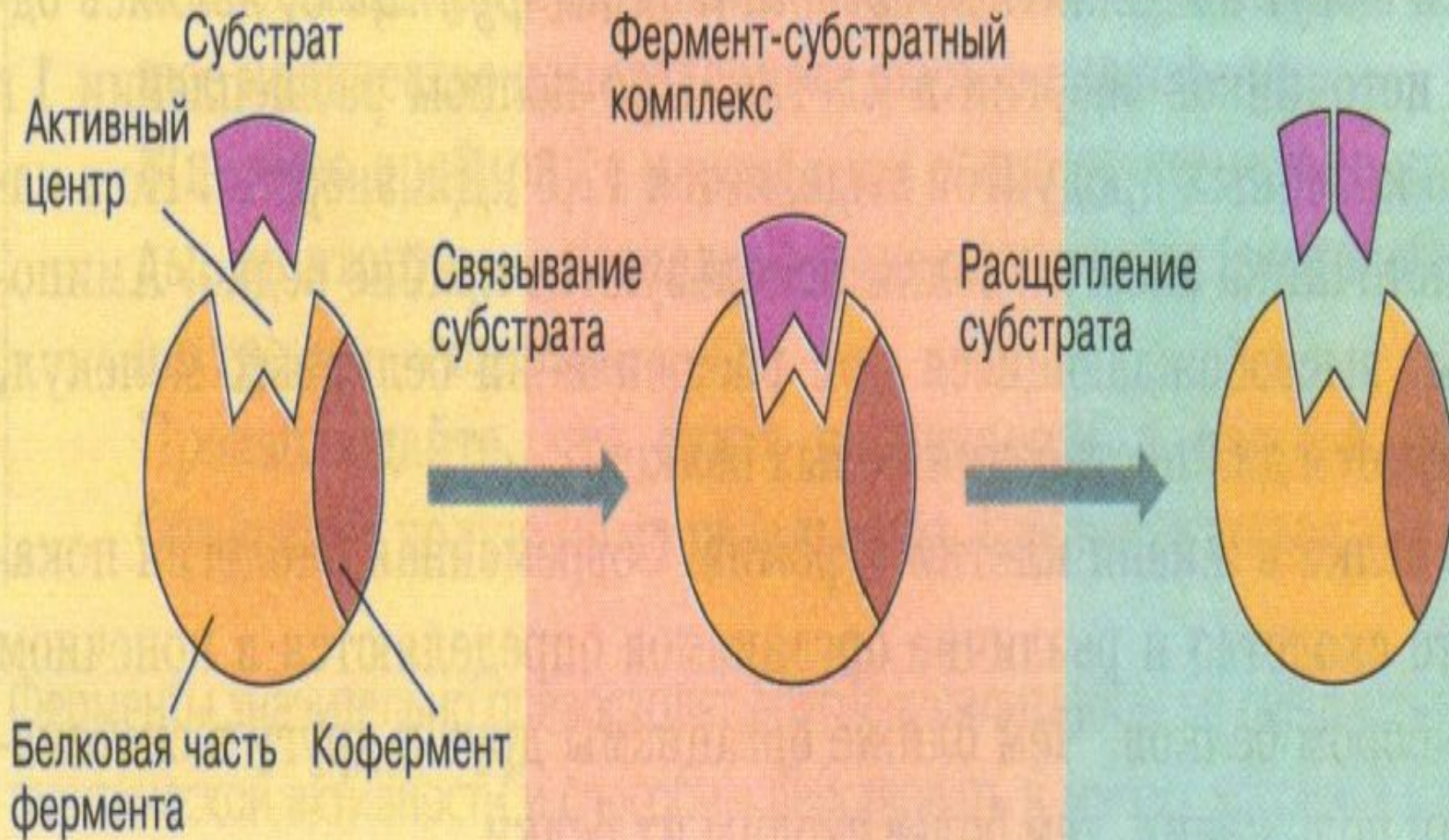
Принцип действия ферментов

Фермент и субстрат должны подходить друг к другу «как ключ к замку»

Субстрат- вещество
на которое действует
фермент



Образование комплекса фермент - субстрат

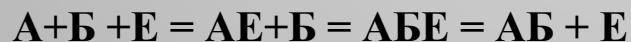
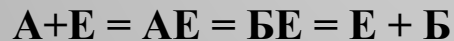


Механизм действия ферментов

Акт катализа складывается из трех последовательных этапов.

- 1. Образование фермент-субстратного комплекса** при взаимодействии через активный центр.
- 2. Связывание субстрата** происходит в нескольких точках активного центра, что приводит к изменению структуры субстрата, его деформации за счет изменения энергии связей в молекуле. **Это вторая стадия и называется она активацией субстрата.** При этом происходит определенная химическая модификация субстрата и превращение его в новый продукт или продукты.
- 3. В результате** такого превращения новое вещество (продукт) утрачивает способность удерживаться в активном центре фермента и фермент-субстратный, вернее уже фермент-продуктный комплекс диссоциирует (распадается).

Виды каталитических реакций:



где **E** - энзим, **A** и **B** - субстраты, либо продукты реакции.

Механизм действия ферментов

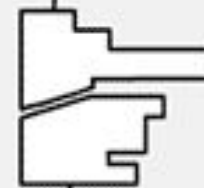
1. Внедрение молекулы субстрата S по активному центру фермента



активный центр фермента

«ЗАМОК»

2. Образование фермент-субстратного комплекса (здесь происходит перестройка молекул, приводящая к образованию новых продуктов)

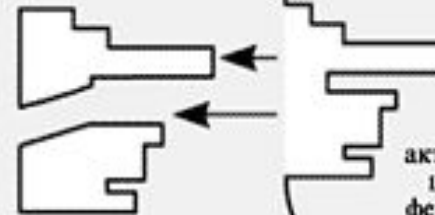


«КЛЮЧ В ЗАМКЕ»

3. Выделение продуктов A и B реакции и освобождение активного центра фермента

продукт A

продукт B



активный центр фермента



Ферменты или энзимы обозначают буквой E

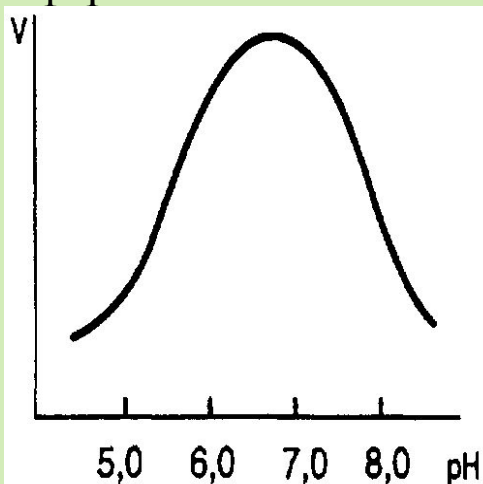
**Ферменты обладают свойствами белков, но имеют
и особенности:**

- 1. Зависимость от pH**
- 2. Зависимость от температуры**
- 3. Высокая специфичность действия**
- 4. Способностью к регуляции – т.е. могут
подвергаться влиянию активаторов или
ингибиторов**

Свойства ферментов

1. Зависимость от pH

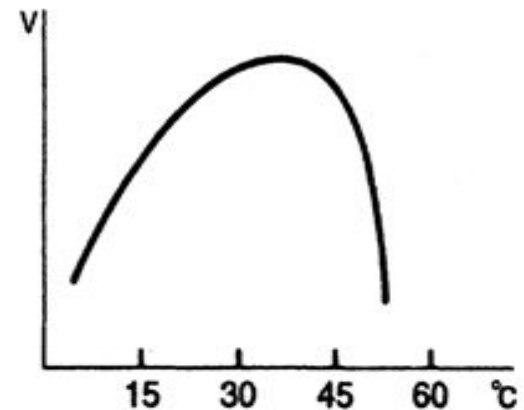
1. Оптимум pH для большинства ферментов 6,0-8,0. Это значение pH при котором фермент проявляет максимальную активность.
2. Ионы водорода могут изменять степень ионизации субстрата, продукта и фермента.



Зависимость скорости ферментативной реакции от pH.

2. Зависимость от температуры

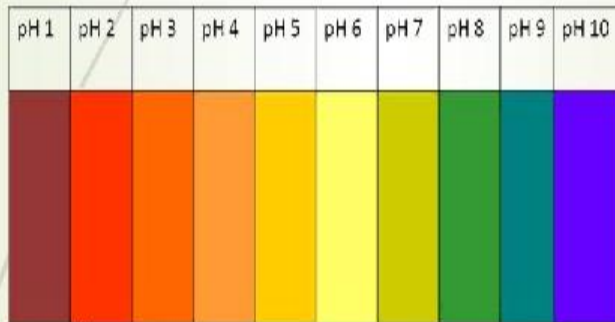
1. Оптимум температуры для большинства ферментов 38-40С, при 41-42С происходит тепловая денатурация.
2. При повышении t на 10С, скорость ферментативной реакции увеличивается в 2 раза.



Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры

Водородный показатель pH

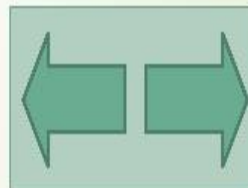
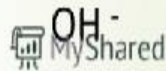
Индикатор универсальный



кислота



щелочь



Велика роль водородного показателя в самых различных явлениях и процессах – в природе, в технике. Многие процессы протекают только при определённой реакции среды. Например: от реакции почвы зависит нормальное развитие различных культур в сельском хозяйстве. Во внутренней среде живых организмов важно постоянство pH:

Биологический раствор	pH	Среда
Желудочный сок	1,7	сильнокислотная
Кровь	7,4	слабощелочная
Слёзы	6,9	близка к нейтральной
Желчь	8	слабощелочная



Свойства ферментов

3. Высокая специфичность действия

Специфичность действия определяется структурой активного центра фермента и заключается в том, что каждый фермент катализирует превращение одного субстрата или группы субстратов, сходных по своей структуре.

Свойства ферментов

Различают несколько видов специфичности.

- **Стереохимическая субстратная**

- **специфичность** - фермент катализирует превращение только одного стереоизомера субстрата. Например, фумаратгидратаза катализирует присоединение молекулы воды к кратной связи фумаровой кислоты, но не к ее стереоизомеру - малеиновой кислоте.

- **Абсолютная субстратная специфичность** - фермент катализирует превращение только одного субстрата. Например, уреаза катализирует гидролиз только мочевины.

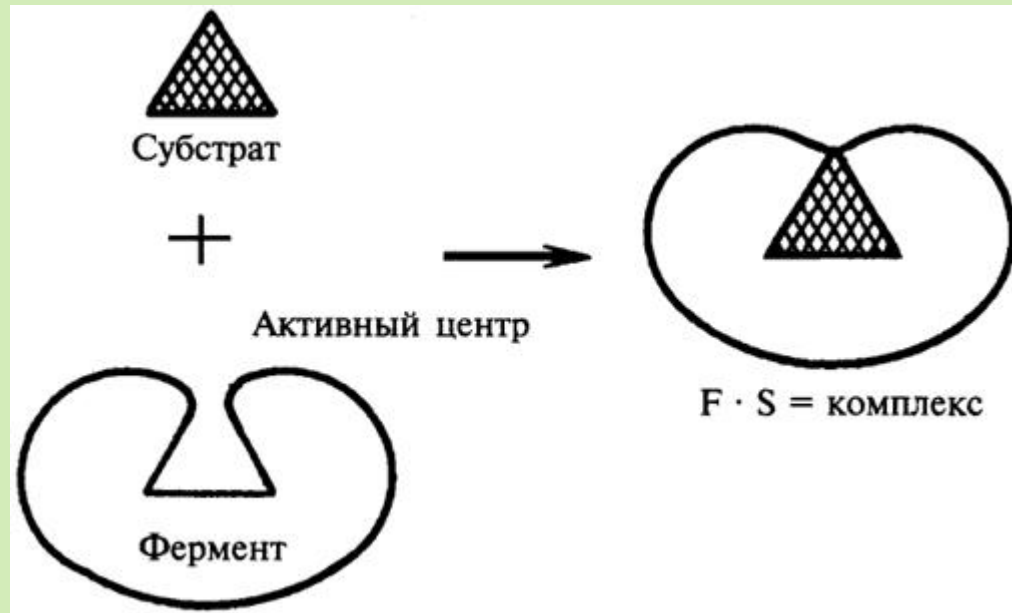
- **Групповая субстратная специфичность** - фермент катализирует превращение группы субстратов сходной химической структуры. Например, алкогольдегидрогеназа катализирует превращение этанола и других алифатических спиртов, но с разной скоростью.

Свойства ферментов

4. Способностью к регуляции

Влияние на активность ферментов активаторов и ингибиторов. К числу факторов, повышающих активность ферментов, относятся катионы металлов и некоторые анионы. Чаще всего активаторами ферментов являются катионы Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , K^{+} и Co^{2+} , а из анионов - Cl^{-} . Катионы действуют на ферменты по-разному. В одних случаях они облегчают образование фермент-субстратного комплекса, в других - способствуют присоединению кофермента к апоферменту, либо присоединяются к аллостерическому центру фермента и изменяют его третичную структуру, в результате чего субстратный и каталитический центры приобретают наиболее выгодную для осуществления катализа конфигурацию.

Ингибиторы тормозят действие ферментов.
Ингибиторами могут быть как эндогенные, так и экзогенные вещества. Механизмы ингибирующего действия различных химических соединений разнообразны.



Распределение ферментов в организме

Ферменты, участвующие в синтезе белков, нуклеиновых кислот и ферменты энергетического обмена присутствуют во всех клетках организма. Но клетки, которые выполняют специальные функции содержат и специальные ферменты.

Так клетки островков Лангерганса в поджелудочной железе содержат ферменты, катализирующие синтез гормонов инсулина и глюкагона. Ферменты, свойственные только клеткам определенных органов называют органоспецифическими: аргиназа и урокиназа - печень, кислая фосфатаза - простата. По изменению концентрации таких ферментов в крови судят о наличии патологий в данных органах.

В клетке отдельные ферменты распределены по всей цитоплазме, другие встроены в мембраны митохондрий и эндоплазматического ретикулума, такие ферменты образуют **компартменты**, в которых происходят определенные, тесно связанные между собой этапы метаболизма.

Многие ферменты образуются в клетках и секретируются в анатомические полости в неактивном состоянии - это проферменты.

Существуют также **изоферменты** - ферменты, отличающиеся по молекулярной структуре, но выполняющие одинаковую функцию.

Применение ферментов

Ферменты получили широкое применение в легкой, пищевой и химической промышленности, а также в медицинской практике.

1. В пищевой промышленности ферменты используют при приготовлении безалкогольных напитков, сыров, консервов, колбас, копченостей.
2. В животноводстве ферменты используют при приготовлении кормов.
3. Ферменты используют при изготовлении фотоматериалов.
4. Ферменты используют при обработке овса и конопли.
5. Ферменты используют для смягчения кожи в кожевенной промышленности.
6. Ферменты входят в состав стиральных порошков, зубных паст.
7. В медицине ферменты имеют диагностическое значение – определение отдельных ферментов в клетке помогает распознаванию природы заболевания (например вирусный гепатит – по активности фермента в плазме крови) их используют для замещения недостающего фермента в организме.

Закрепление нового материала

Тесты «Ферменты»

1. Ферменты являются:

- А) регуляторами;
- Б) катализаторами;
- В) активаторами субстратов;
- Г) переносчиками веществ через мембрану;
- Д) медиаторами нервного импульса.

2. Ферменты могут состоять только из:

- А) белка;
- Б) белка и небелковой части;
- В) нуклеотидов;
- Г) низкомолекулярных азотсодержащих органических веществ;
- Д) липидов и углеводов.

3. Кофермент – это:

- А) легкоотделяющаяся белковая часть сложного фермента;
- Б) неотделяющаяся небелковая часть сложного фермента;
- В) белковая часть сложного фермента;
- Г) небелковая часть простого фермента;
- Д) непрочносвязанная небелковая часть сложного фермента.

4. Простетическая группа – это:


- А) белковая часть сложного фермента;
- Б) стабилизатор структуры фермента;
- В) активатор сложного фермента;
- Г) прочносвязанная с ферментом небелковая часть;
- Д) часть фермента, образующая каталитический центр.

5. Как называется небелковая часть сложного фермента, отвечающая за катализ?

- А) Кофермент;
- Б) Апофермент.

6. К какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции переноса функциональных групп и молекулярных остатков с одной молекулы на другую?

- А) Гидролазы;
- Б) Трансферазы;
- В) Оксидоредуктазы;
- Г) Изомеразы.



7. Как называется центр фермента, в котором происходит присоединение субстрата?

- А) Каталитический;
- Б) аллостерический;
- В) субстратный;
- Г) активный.

8. Ферменты, катализирующие расщепление химических связей без присоединения воды, относятся к классу:

- А) трансфераз;
- Б) лигаз;
- В) лиаз;
- Г) гидролаз;
- Д) изомераз.

9. Согласно классификации ферменты подразделяют на:

- А) 5 групп;
- Б) подгруппы;
- В) 6 групп;
- Г) подклассы.

10. Как называется центр фермента, отвечающий за катализ?

- А) Каталитический;
- Б) Аллостерический;
- В) Субстратный;
- Г) Активный.

Домашнее задание

1. Презентация по теме «Области применения ферментов»