

Ферменты

Что такое ферменты?

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

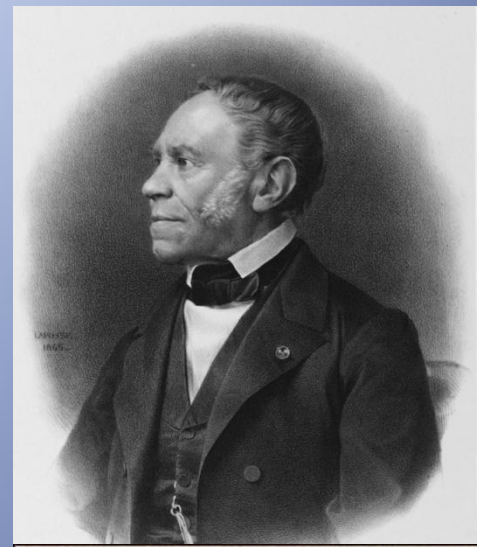
при обсуждении

механизмов

пищеварения.



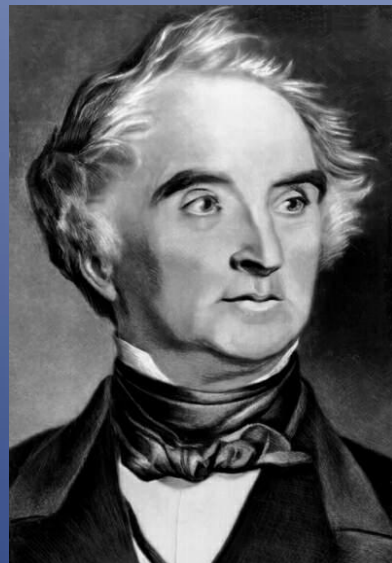
*В 1833 французскими химиками **А. Пайеном** и **Ж. Персо** впервые из прорастающих зерен ячменя было выделено активное вещество, осуществляющее превращение крахмала в сахар и получившее название **диастазы (амилазы)**.*



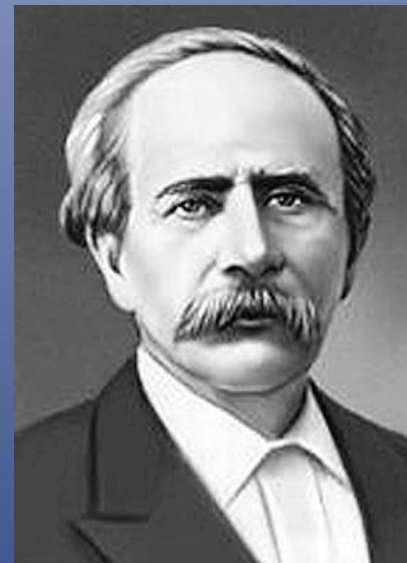
*В середине 19 в. разгорелась дискуссия о природе брожения. **Л. Пастер** считал, что брожение вызывается лишь живыми микроорганизмами и что процесс брожения неразрывно связан с их жизнедеятельностью. А **Ю.Либих** и его сторонники, отстаивая химическую природу брожения, считали, что оно является следствием образования в клетках микроорганизмов растворимых ферментов.*



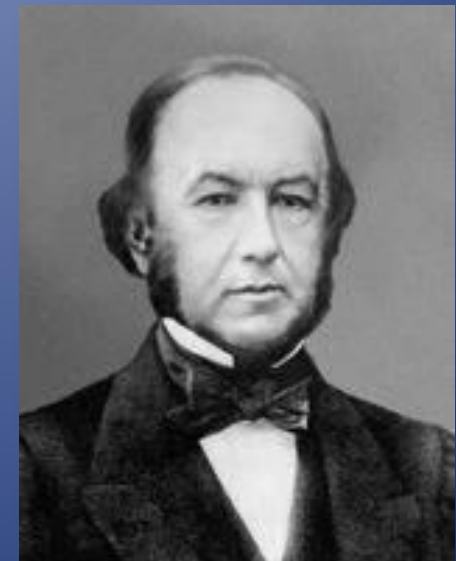
Луи Пастер



Юстас Либих



Марселен Бертло



Клод Бернар

*Дискуссия Либиха и Пастера о природе брожения была разрешена в 1897 **Э.Бухнером**, который, растирая дрожжи с инфузорной землёй, выделил из них бесклеточный растворимый ферментный препарат (зимазу), вызывавший спиртовое брожение. Открытие Бухнера утвердило материалистическое понимание природы брожений.*



Братякова С.Б.

Общая характеристика ферментов

Однокомпонентные

*состоящие
исключительно
из белка*

Двухкомпонентные

*состоящие из
белка, называемого
апоферментом, и
небелковой части,
называемой
простетической
группой*

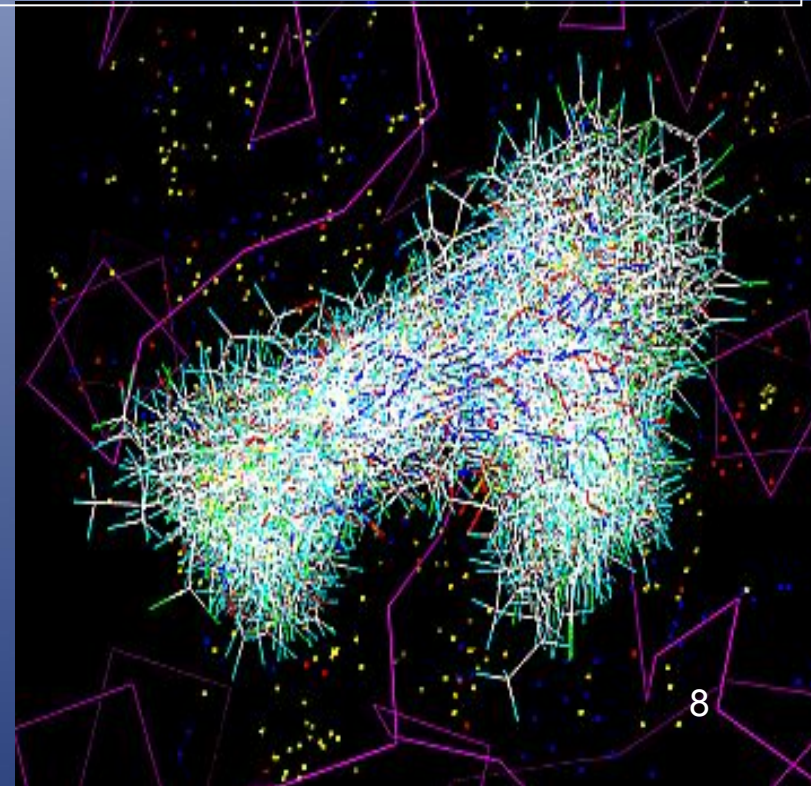
Особенности ферментов:

Они значительно эффективнее (в 10^{14} – 10^{15} раз) небиологических катализаторов.

Высокая специфичность их действия.

Ферменты не капризны, однако каждая ферментативная реакция наиболее быстро протекает при строго определенном значении pH и $t^{\circ}C$

Братякова С.Б.



Свойства ферментов

1. Ферменты – катализаторы и поэтому могут ускорять определенные процессы.
2. Ферменты действуют на определенные субстраты (вещества).



3. Ферменты – белки, при кипячении разрушаются и теряют свои ферментативные свойства.

Функции ферментов

- *Ферменты выступают в роли катализаторов практически во всех биохимических реакциях*
- *Направляют и регулируют обмен веществ организма.*

Принцип действия ферментов

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



Ферменты

```
graph TD; A[Ферменты] --> B[пищеварительные]; A --> C[метаболические];
```

пищеварительные

**ферменты
выделяются в
желудочно-кишечном
тракте, разрушают
питательные
вещества,
способствуя их
абсорбции в
системный кровоток**

метаболические

**ферменты
катализируют
биохимические
процессы внутри
клеток.**

Пищеварительные ферменты



Амилаза расщепляет **углеводы** и находится в слюне, панкреатическом секрете и в содержимом кишечника. Различные виды амилазы расщепляют различные **сахара**.



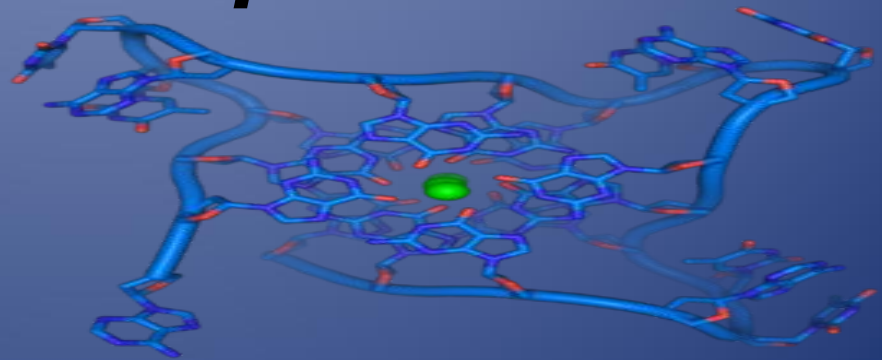
Протеазы, находящиеся в желудочном соке, панкреатическом секрете и в содержимом кишечника, помогают переваривать **белки**.



Липаза, находящаяся в желудочном соке и панкреатическом секрете, расщепляет **жиры**.

СВОЙСТВА ФЕРМЕНТОВ:

- **Селективность**
- **Эффективность**
- **Зависимость от температуры**
- **Зависимость от среды раствора**



Селективность ферментов:

- **Селективность (избирательность)** - это свойство ферментов ускорять только одну или группу однотипных реакции.
- **Селективность** позволяет организму быстро и точно выполнить четкую программу синтеза веществ.

Эффективность ферментов:

- **Эффективность**-свойство ускорения реакции. Скорость некоторых ферментативных реакции может быть в 10^{15} раз больше скорости реакции, протекающей в их отсутствие ...



Зависимость от температуры

Термолабильность, т. е. высокая чувствительность к изменениям температуры. Так как ферменты являются белками, то для большинства из них температура свыше 70 С приводит к денатурации и потере активности. При увеличении температуры до 10 С реакция ускоряется в 2-3 раза, а при температурах близких к 0 С скорость ферментативных реакций замедляется до минимума.

Зависимость от среды раствора. (рН)

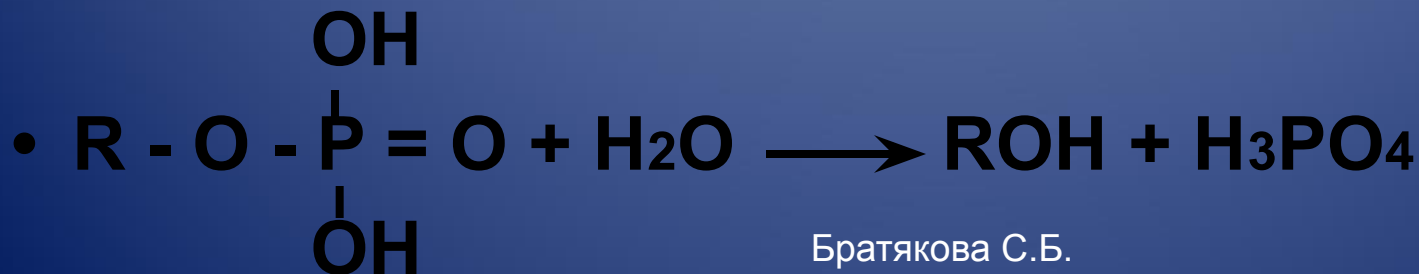
СРЕДА	ЗНАЧЕНИЕ
Желудочный сок	1,7
Печеночная желчь	7,4
Моча	6,8
Сок поджелудочной железы	8,8

Классификация ферментов

1. **Оксидоредуктазы** - ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции, например, каталаза: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

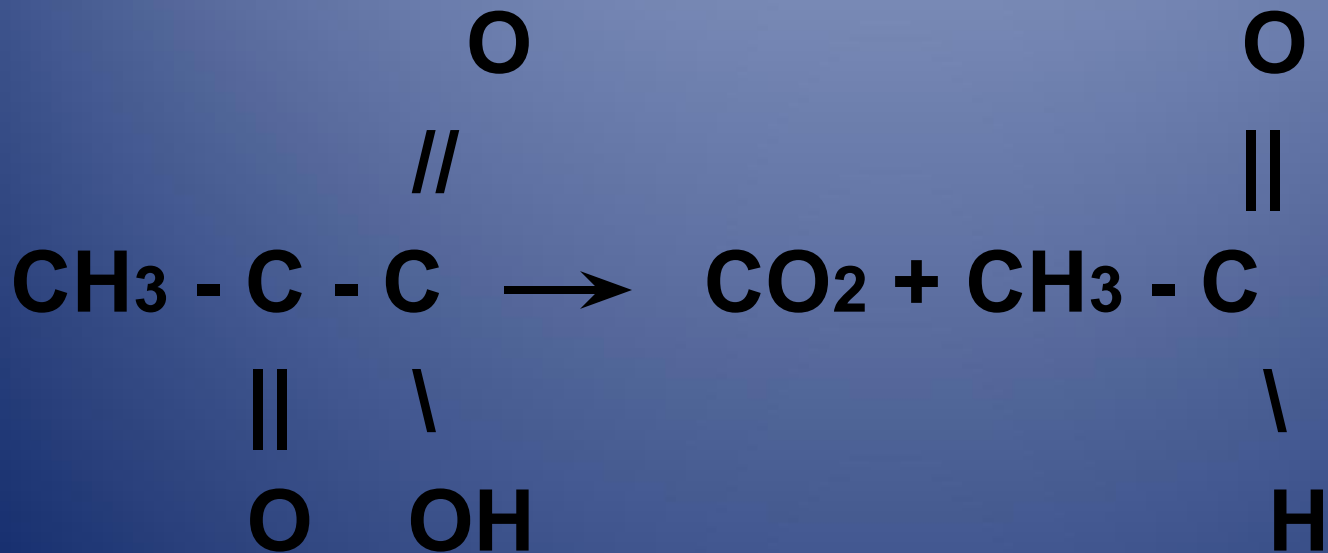
2. **Трансферазы** - ферменты, катализирующие перенос атомов или радикалов.

3. **Гидролазы** - ферменты, разрывающие внутримолекулярные связи путем присоединения молекул воды. Например, фосфатаза:



4.Лиазы - ферменты, отщепляющие от субстрата ту или иную группу без присоединения воды, негидролитическим путем.

- *Например: отщепление карбоксильной группы декарбоксилазой:*



5.Изомеразы - ферменты, катализирующие превращение одного изомера в другой:
глюкозо-6-фосфат → глюкозо-1-фосфат

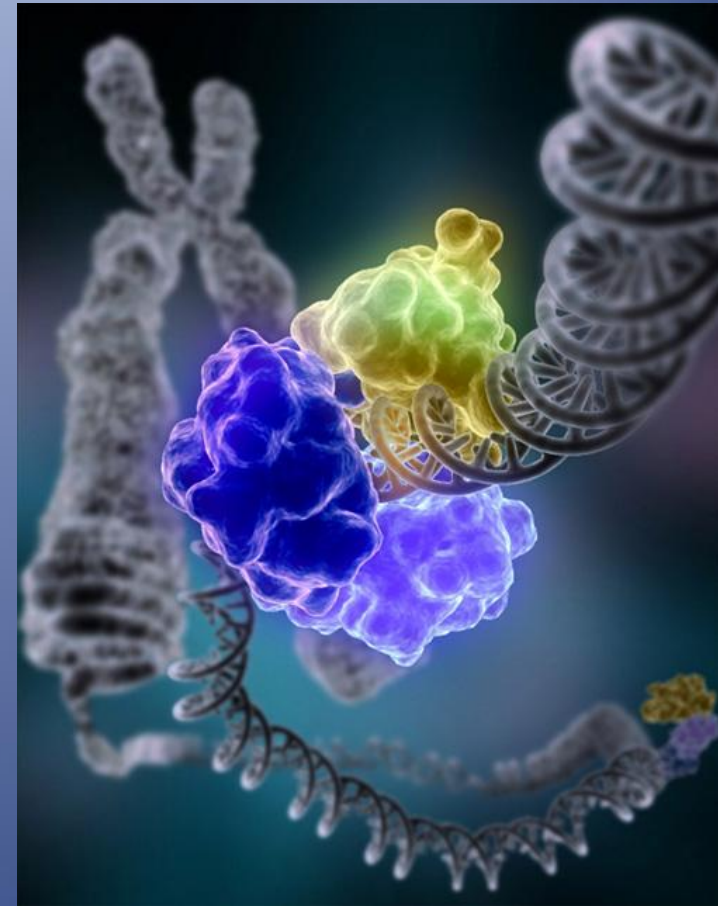
6.Синтетазы - ферменты, катализирующие реакции синтеза.

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
Лигаза	Соединение двух молекул в результате образования новых связей, сопряженное с распадом АТФ	Синтетаза

Местонахождение ферментов в организме

В клетке часть ферментов находится в цитоплазме, но в основном ферменты связаны с определенными клеточными структурами. В ядре, например, находятся ферменты, ответственные за репликацию — синтез ДНК и за ее транскрипцию — образование РНК.



ДНК-лигаза

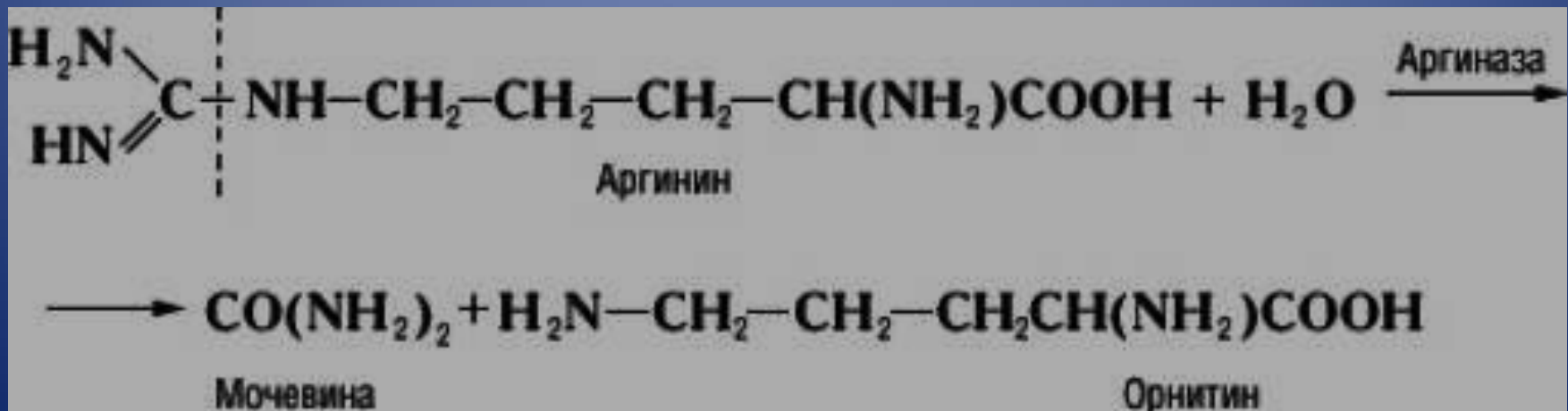
Условия действия ферментов

Действие ферментов зависит от ряда факторов:

- От температуры (max 40-50°C)*
- Активной реакции среды – рН (кислотность).*
- От присутствия специфических активаторов и неспецифических или специфических ингибиторов.*

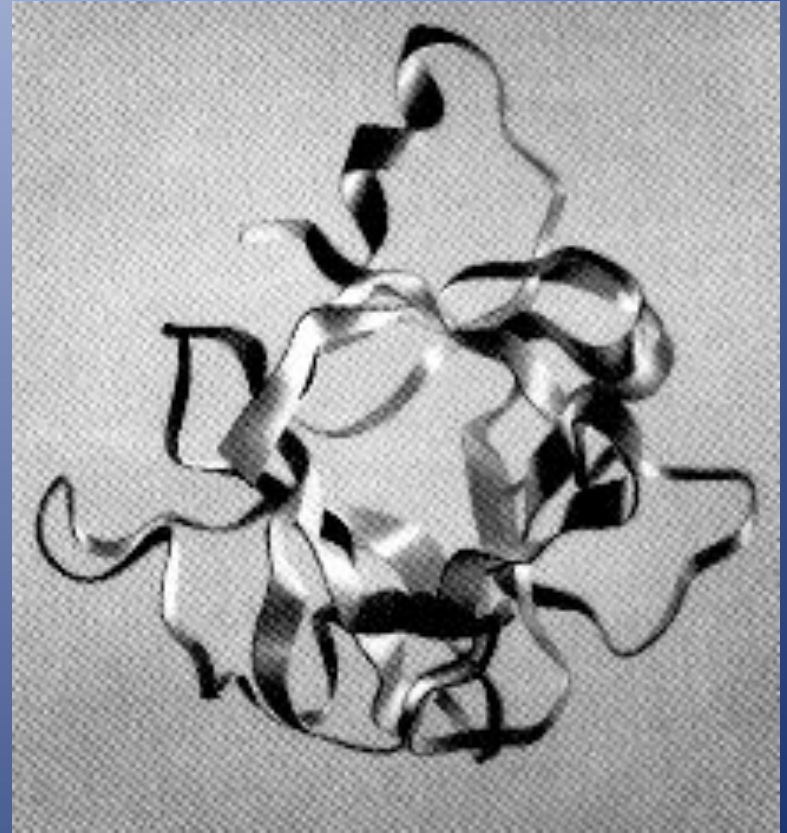
Специфичность и механизм действия ферментов

Действие ферментов, строго специфично и зависит от строения субстрата, на который фермент действует. Прекрасным примером такой зависимости служит катализируемая аргиназой реакция гидролитического расщепления аминокислоты аргинина на орнитин и мочевину:



Кофакторы ферментов

Многие ферменты для проявления активности нуждаются в веществах небелковой природы-кофакторах. Кофакторы могут быть как неорганическими молекулами (ионы металлов, железо-серные кластеры и др.), так и органическими (например, флавин или гем).



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.*

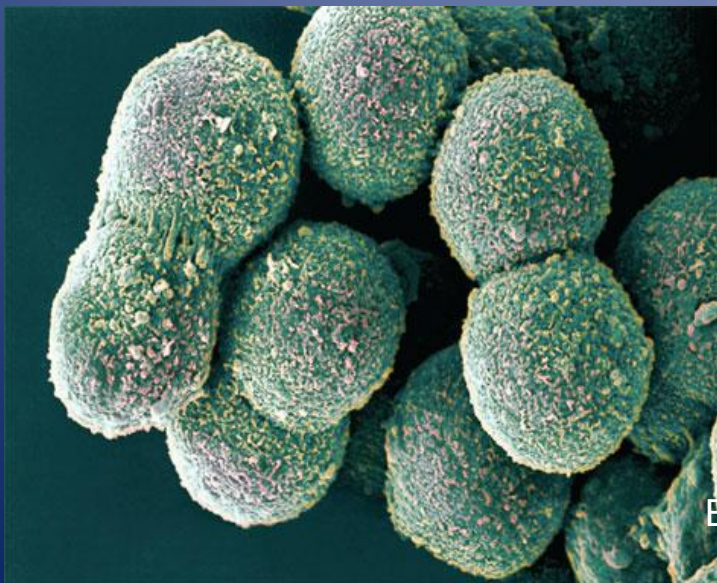


Болезни, связанные с нарушением выработки ферментов

*Отсутствие или снижение активности какого-либо фермента (нередко и избыточная активность) у человека приводит к развитию заболеваний (**энзимопатий**) или гибели организма. Так, передаваемое по наследству заболевание детей — **галактоземия** (приводит к умственной отсталости) — развивается вследствие нарушения синтеза фермента, ответственного за превращение галактозы в легко усваиваемую глюкозу.*



Причиной другого наследственного заболевания — **фенилкетонурии**, сопровождающегося расстройством психической деятельности, является потеря клетками печени способности синтезировать фермент, катализирующий превращение аминокислоты фенилаланина в тирозин.



- **Определение активности многих ферментов в крови, моче, спинно-мозговой, семенной и других жидкостях организма используется для диагностики ряда заболеваний. С помощью такого анализа сыворотки крови возможно обнаружение на ранней стадии **инфаркта миокарда, вирусного гепатита, панкреатита, нефрита и других заболеваний.****

Ферменты

Использование в технологических процессах

Приготов
ление
пищи

Изготовлени
е
Фармацевтич
еских
препаратов

В
текстильно
й
промышлен
ности

Производст
во
пищевых
продуктов

Изготовлен
ие
кожи и
бумаги

Изготовлен
ие
моющих
средств

Значение для организма

Пищеварение

Катализ

Обмен веществ в клетке

Биосинтез

Е
(ферменты)

Бактериальное брожение

Коферменты

Макромолекулы

Физиологическая регуляция

Использование ферментов

Амилаза

Реннин

Папаин

Целлюлаза

а

Фицин

Пектиназа

Пепсин

Протеаза

Трипсин

Каталаза

Глюкозооксидаза

Братякова С.Б.

Амилаза

Промышленность	Использование
Пивоваренная	Осахаривание содержащегося в солоде крахмала
Текстильная	Удаление крахмала, наносимого на нити во время шлихтования.
Хлебопекарная	Крахмал превращается в глюкозу. Дрожжевые клетки, сбраживая глюкозу, образуют углекислый газ, пузырьки которого разрыхляют тесто и

ФИЦИН

Промышленность	Использование
Фармацевтическая	Добавки к зубным пастам для удаления зубного налета.
Фотография	Смывание желатина с использованной пленки для того, чтобы извлечь находящееся в нем серебро.

Папаин

Промышленность	Использование
<i>Пивоваренная</i>	Этапы процесса пивоварения, регулирующие качество пены.
<i>Мясная</i>	Умягчение мяса. Этот фермент довольно устойчив к повышению температуры и при нагревании мяса какое-то время продолжает

Пепсин

Промышленность

Пищевая

Использование

**Производство
готовых каш.**

**Фармацевтиче
ская**

**Препараты,
способствующие
пищеварению (с
дополнением к
обычному
действию пепсина
в желудке).**

Трипсин

Промышленность	Использование
Пищевая	Производство продуктов для детского питания

Реннин

Промышленность	Использование
Сыродел е	Свертывание молока (получение сгустка казеина)

Глюкозооксидаза

Промышленность	Использование
Пищевая	Удаление глюкозы или кислорода

Бактериальные протеазы

Промышленность	Использование
Стирка белья	Стиральные порошки с ферментными добавками
Кожевенная	Отделение волоса – способ, при котором не повреждается ни волос,
Текстильна	ни шкура
Я	Извлечение шерсти из обрывков овечьих шкур <small>Братякова С.Б.</small> Получение белковых

Каталаза

Промышленность	Использование
Пищевая	Удаление пероксида водорода
Резиновая	Получение (из пероксида водорода) кислорода, необходимого для превращения

Целлюлаза. Пектиназа

Промышленность	Использование
Пищевая	Осветление фруктовых соков

Сказ о дележе наследства

Умирал старый араб. Все его богатство состояло из 17 прекрасных белых верблюдов. Он собрал своих сыновей и объявил им свою последнюю волю: «Мой старший сын, опора семьи, должен получить после моей смерти половину верблюдов. Среднему сыну я завещаю треть всех верблюдов. Но и мой младший, любимый сын должен получить свою долю — одну девятую часть стада».

Сказав это, старый араб умер. Похоронив отца, три брата стали делить верблюдов. Но исполнить волю отца они не смогли: невозможно было разделить 17 верблюдов ни пополам, ни на три части, ни на девять частей. Но тут через пустыню проходил дервиш. Бедный, как все ученые, он вел с собой черного облезлого верблюда, нагруженного книгами. Братья обратились к нему за помощью. И дервиш сказал: «Выполнить волю вашего отца очень просто. Я дарю вам моего верблюда, а вы попробуйте разделить наследство». У братьев оказалось 18 верблюдов, и все разрешилось. Старший сын получил половину верблюдов – 9, средний – треть стада – 6 и младший сын получил свою долю – двух верблюдов. Но 9, 6 и 2 дают 17, и после дележа оказался лишний верблюд — старый облезлый верблюд ученого. И дервиш сказал: «Отдайте мне назад моего верблюда за то, что я помог разделить вам наследство, а то мне придется самому тащить книги через пустыню».

Вот этот черный верблюд и подобен ферменту. Он сделал возможным такой процесс, который без него был бы немыслим, а сам остался без изменений. Это действительно основное свойство ферментов, да и вообще всякого катализатора.

Список использованной литературы и Интернет-ресурсов

1. Габриелян О. С., Маскаев Ф. Н., Пономарев С. Ю., Теренин В. И. Химия. 10 класс. Профильный уровень. М. Дрофа, 2009
2. Чертков И.Н. Методика формирования у учащихся основных понятий органической химии. – М.: Просвещение: 1991.
3. *alhimic.ucoz.ru/load/26-1-0-39*
4. www.alleng.ru
www.alleng.ru/edu
www.alleng.ru/edu/chem
www.alleng.ru/edu/chem1
www.alleng.ru/edu/chem1.htm
5. *www.uchportal.ru/load/60-1-0-9056*
6. <http://ppt4web.ru/khimija>
7. О. С. Габриелян, И.Г. Остроумов. «Химия. 10 класс. Настольная книга учителя»