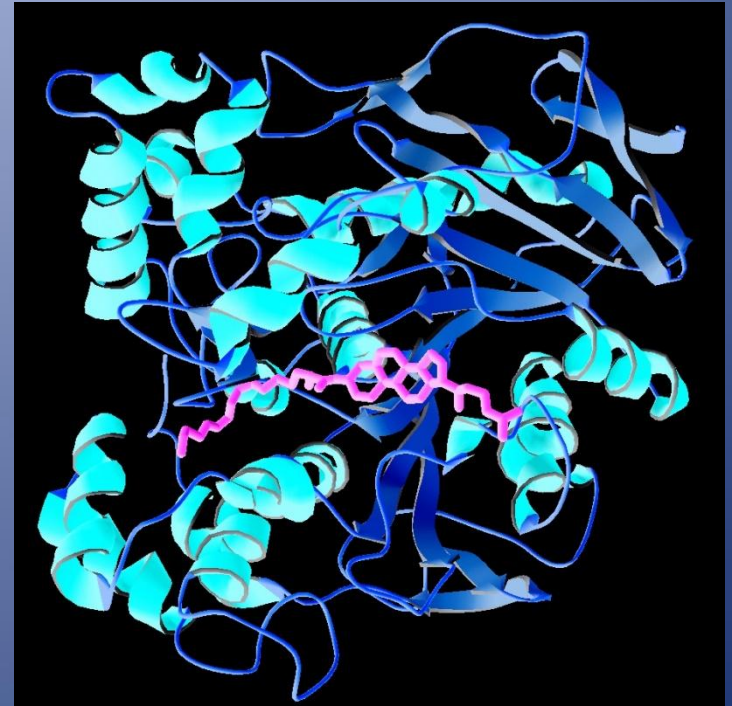


# *Ферменты*

# 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*

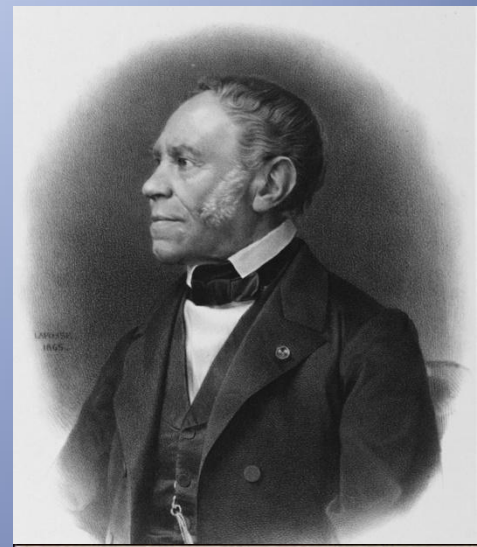
*при обсуждении*

*механизмов*

*пищеварения.*



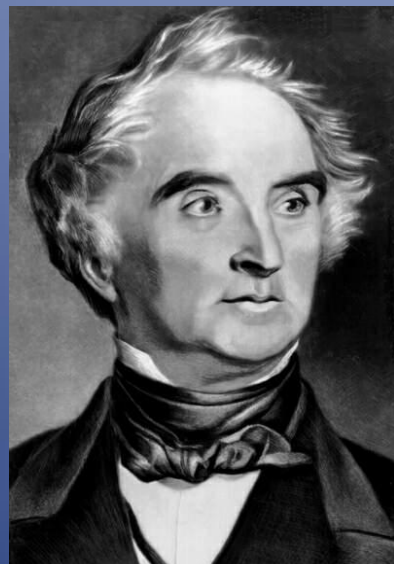
*В 1833 французскими химиками **А. Пайеном** и **Ж. Персо** впервые из прорастающих зерен ячменя было выделено активное вещество, осуществляющее превращение крахмала в сахар и получившее название **диастазы (амилазы)**.*



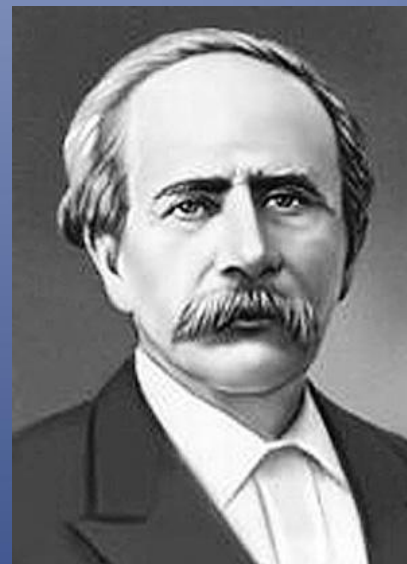
*В середине 19 в. разгорелась дискуссия о природе брожения. **Л. Пастер** считал, что брожение вызывается лишь живыми микроорганизмами и что процесс брожения неразрывно связан с их жизнедеятельностью. А **Ю.Либих** и его сторонники, отстаивая химическую природу брожения, считали, что оно является следствием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



*Луи Пастер*



*Юстас Либих*



*Марселен Бертло*

Братякова С.Б.




*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*

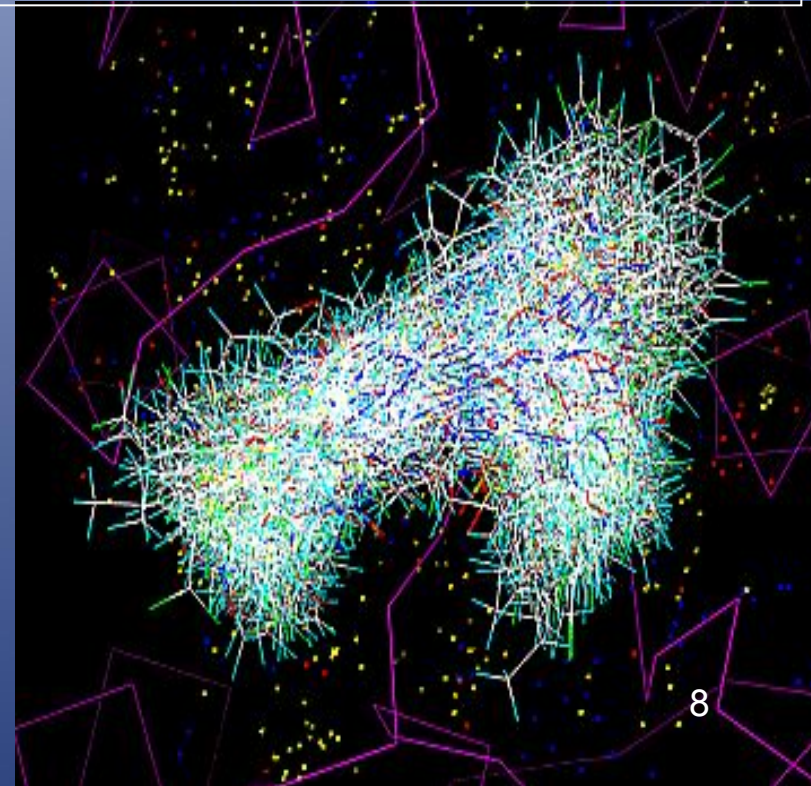
# Особенности ферментов:

*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**



## **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**.



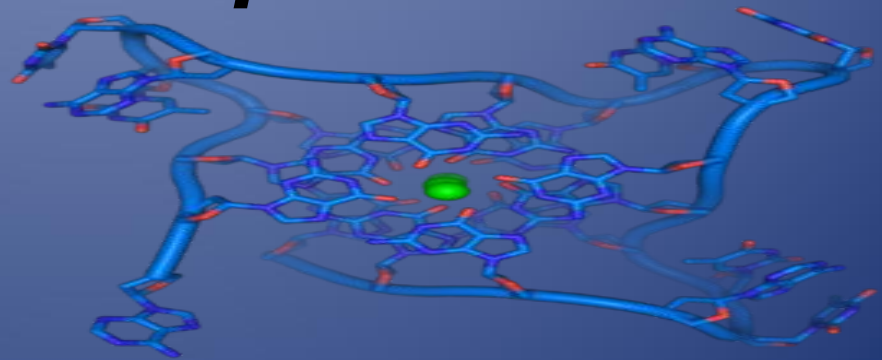
Протеазы, находящиеся в желудочном соке, панкреатическом секрете и в содержимом кишечника, помогают переваривать **белки**.



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)**

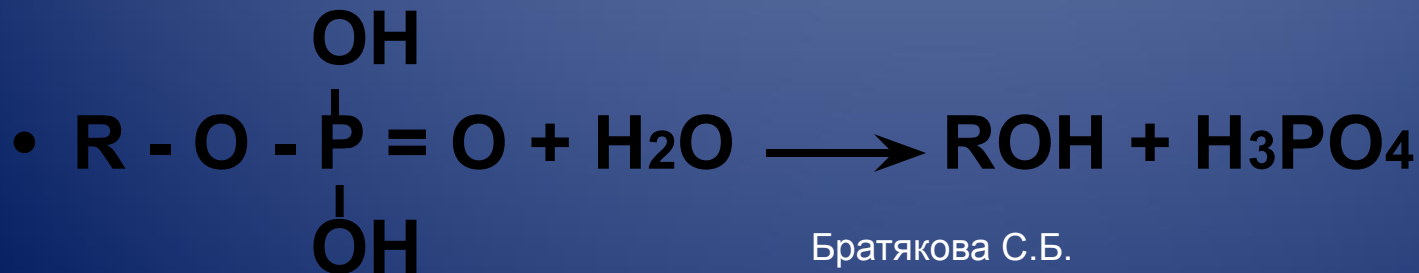
<b>СРЕДА</b>	<b>ЗНАЧЕНИЕ</b>
<b>Желудочный сок</b>	<b>1,7</b>
<b>Печеночная желчь</b>	<b>7,4</b>
<b>Моча</b>	<b>6,8</b>
<b>Сок поджелудочной железы</b>	<b>8,8</b>

# Классификация ферментов

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

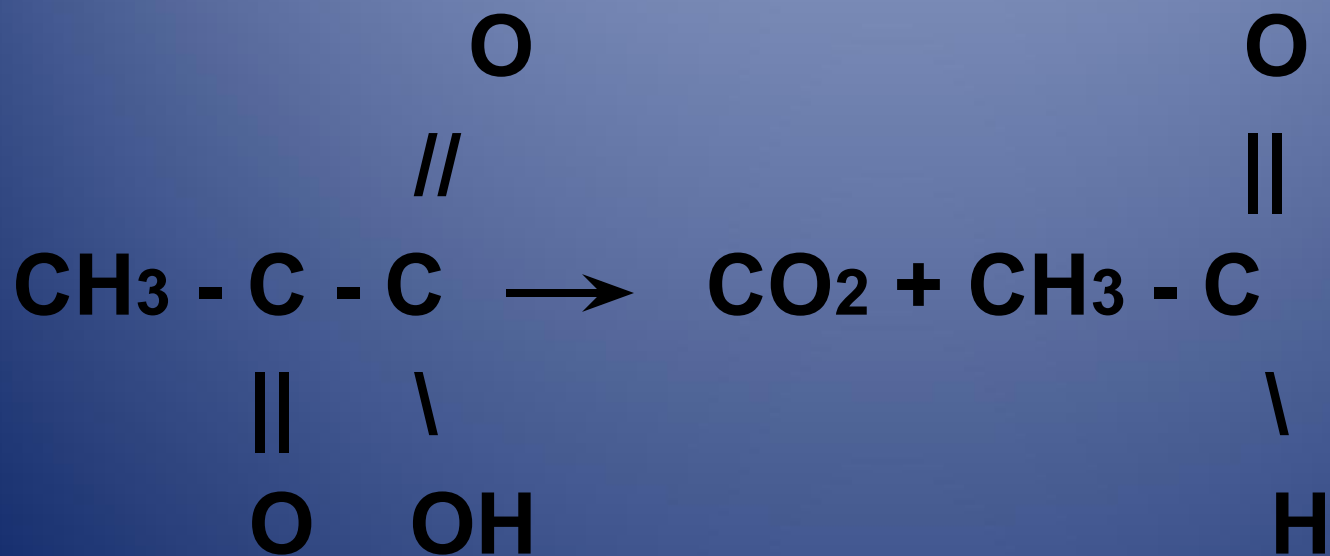
2. **Трансферазы** - ферменты, катализирующие перенос атомов или радикалов.

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

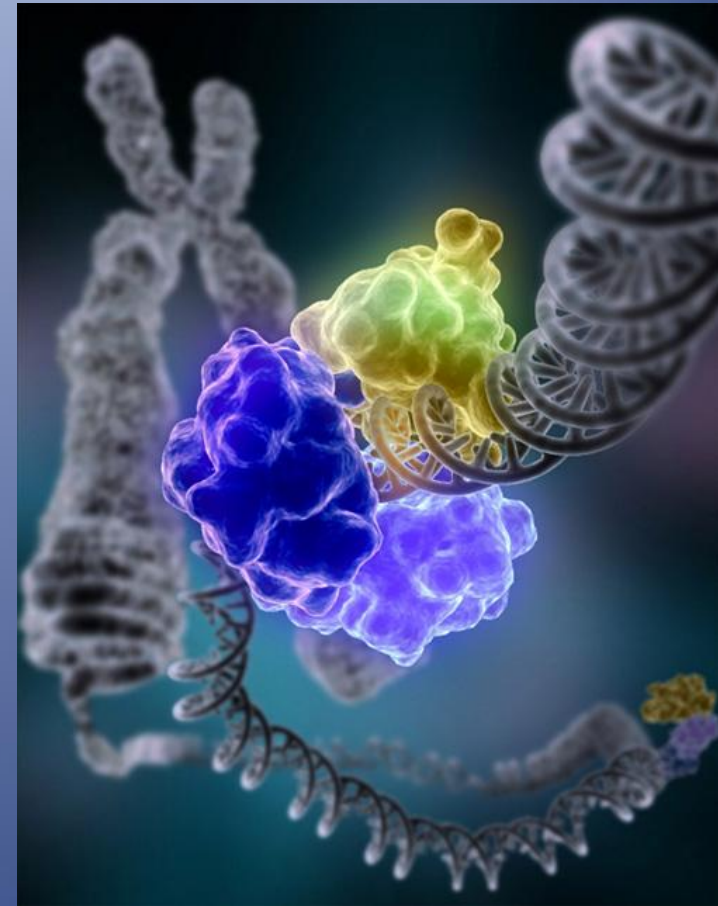
**6.Синтетазы** - ферменты, катализирующие реакции синтеза.

# 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*

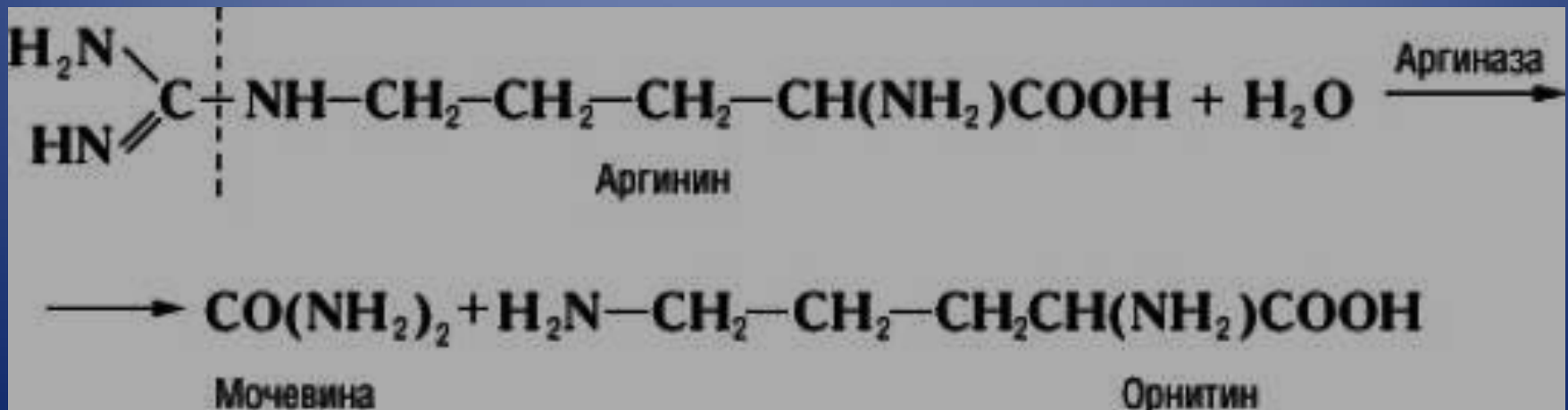
*Действие ферментов зависит от ряда факторов:*

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



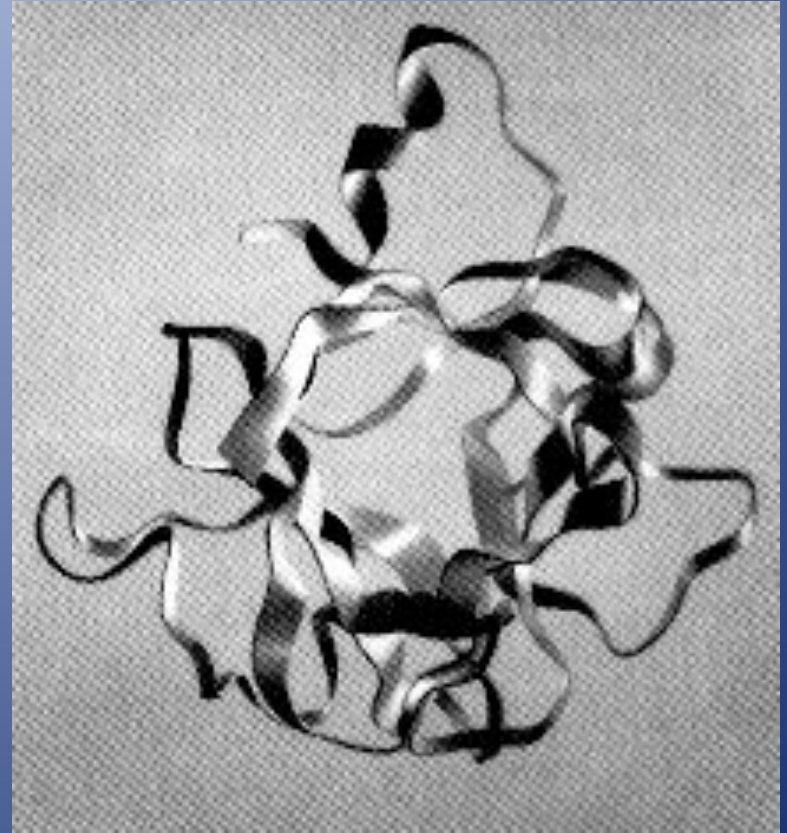
# Специфичность и механизм действия ферментов

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

Приготовление  
пищи

Изготовление  
Фармацевти-  
ческих  
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

Фицин

Пектиназа

Пепсин

Протеаза

Трипсин

Каталаза

Глюкозооксидаза

Братякова С.Б.



# Амилаза

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

# ФИЦИН

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

# Папаин

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

# Пепсин

Промышленность

**Пищевая**

Использование

**Производство  
готовых каш.**

**Фармацевтиче  
ская**

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

# Трипсин

Промышленность	Использование
<b>Пищевая</b>	<b>Производство продуктов для детского питания</b>

# Реннин

Промышленность	Использование
<b>Сыродел е</b>	<b>Свертывание молока (получение сгустка казеина)</b>

# Глюкозооксидаза

Промышленность	Использование
<b>Пищевая</b>	<b>Удаление глюкозы или кислорода</b>

# Бактериальные протеазы

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



# Каталаза

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

# Целлюлаза. Пектиназа

Промышленность	Использование
<b>Пищевая</b>	<b>Осветление фруктовых соков</b>

# 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](http://www.alleng.ru)  
[www.alleng.ru/edu](http://www.alleng.ru/edu)  
[www.alleng.ru/edu/chem](http://www.alleng.ru/edu/chem)  
[www.alleng.ru/edu/chem1.htm](http://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»