

# Тема: Ферменты как биокатализаторы клеток.

1. История открытия ферментов.
2. Общие понятия о катализаторах и механизм катализа реакций.
3. Химическая природа и свойства ферментов.
4. Факторы, влияющие на активность ферментов.
5. Классификация ферментов.

Открыты ферменты были в 1814 году Кирхгофом.

В 1833 году это вещество было выделено из солода (Пайон и Персо) и назвали его диастазой.

В 1897 году Бухнер установил, что дрожжевой экстракт, не содержащий клеток, способен катализировать процесс спиртового брожения.

В 1926 году Самнер впервые получил фермент уреазу сразу в кристаллическом виде.

Сущность действия ферментов заключается в том, что они снижают энергию активации различных реакций. Так, для разложения сахарозы без катализатора требуется 32000 кал на моль, с неограниченным катализатором 25000 кал, а с участием фермента сахарозы 9000 кал.

Все ферменты делятся на 2 класса:

1. Однокомпонентные -  
состоящие только из белка.

2. Двухкомпонентные -  
состоящие из белка и связанной с  
белком небелковой части.

Теория двухкомпонентной природы ферментов была основана Вильштеттером.

Активная простетическая группа названа **агон**, а белковый носитель- **ферон** или иначе **апофермент**.

Активная простетическая группа может быть представлена металлами: Zn, Fe, Cu, Mo, могут быть витамины B1, B2, B6 или PP.

# Свойства ферментов

Ферменты обладают специфичностью и обратимостью действия.

Специфичность действия ферментов заключается в том, что действие каждого фермента строго ограничено одним веществом или группой близких веществ.

Сахараза разлагает сахарозу, а не действует на родственные дисахариды, как например мальтозу.

По обратному выражению Эмиля Фишера, фермент подходит к своему субстрату, так, как ключ подходит к замку.

Обратимость действия ферментов заключается в том, что ферменты ускоряют процессы, как гидролиза, так и синтеза органических веществ.



Липаза может одновременно синтезировать жир из сахара через промежуточные продукты (жирные кислоты и глицерин) и наоборот, расщеплять жиры до углеводов.

# Жирные кислоты- ОКСИКИСЛОТЫ

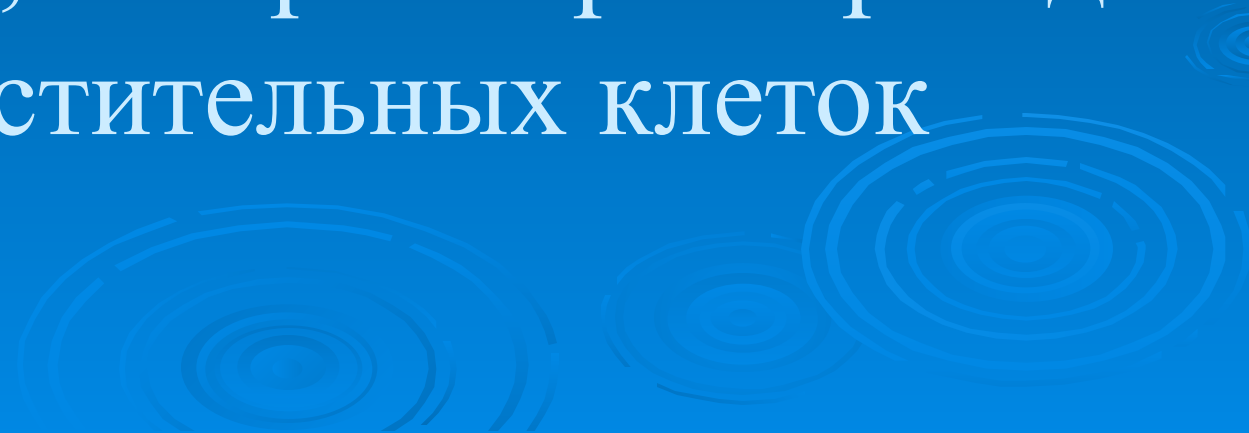
Жиры

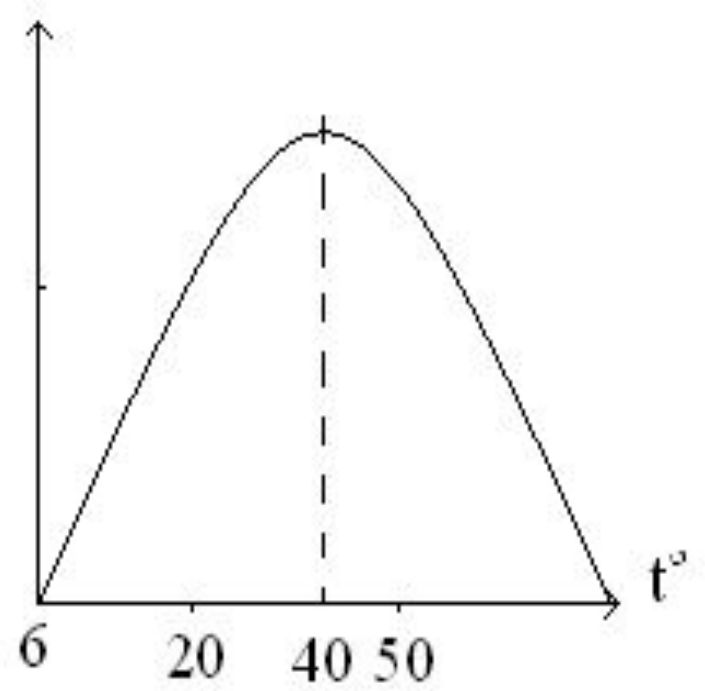
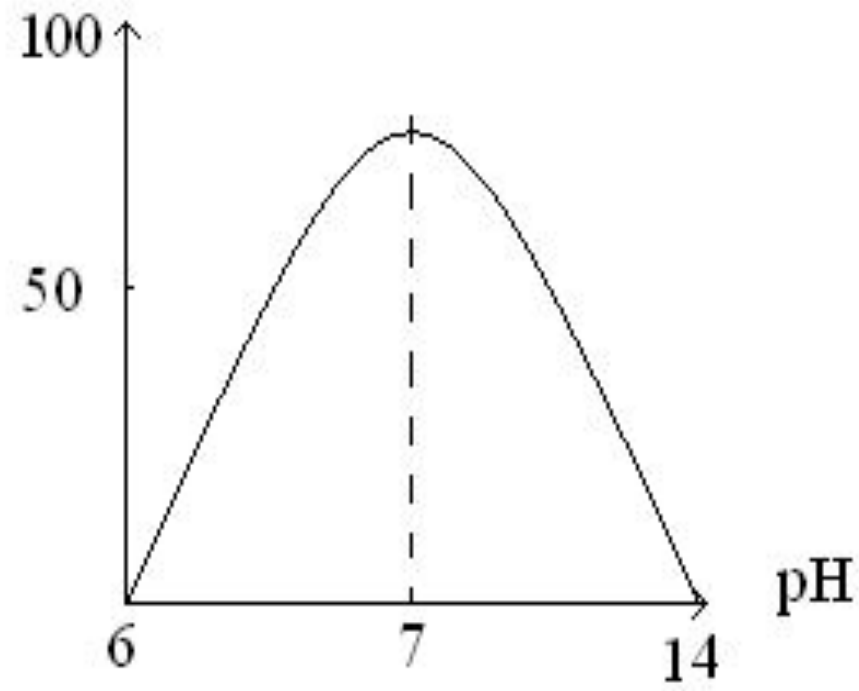
Сахар

Глицерин-альдегиды



Наибольшая активность  
большинства растительных  
ферментов отмечается при  
слабокислой или нейтральной  
реакции, которая характерна для  
растительных клеток

The background features several faint, concentric circular patterns in a lighter shade of blue, resembling ripples in water, positioned in the lower right and bottom center of the slide.



## Активаторы и ингибиторы.

Действие ферментов очень сильно зависит от специфических активаторов и парализаторов (ингибиторов).

Вещества, которые повышают каталитическую активность ферментов, называются активаторами.

Роль активаторов ферментов выполняют ионы металлов Na, K, Mg, Ca, Zn, Cu, Mn, Fe.

Действие многих ферментов активируется в присутствии незначительных количеств сульфгидрильных соединений содержащих группу SH.

# Цистеин



Таковыми веществами являются  
соли тяжелых металлов  
(свинца, ртути, вольфрама),  
трихлоруксусная кислота и др.



# *Классификация ферментов*

Ферменты разделены на 6 классов.

## I. Оксидоредуктазы

По выполняемой функции  
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ  
ферменты делятся на несколько групп:

1. Дегидрогеназы - ферменты отнимающие водород от органического соединения и передающие его на другие, принимая на себя  $H_2$  они восстанавливаются, отдавая окисляются.

2. Оксидазы- ферменты, активирующие кислород.

3. Ферменты, выполняющие роль промежуточных переносчиков водорода (флавиновые ферменты и цитохромная система).

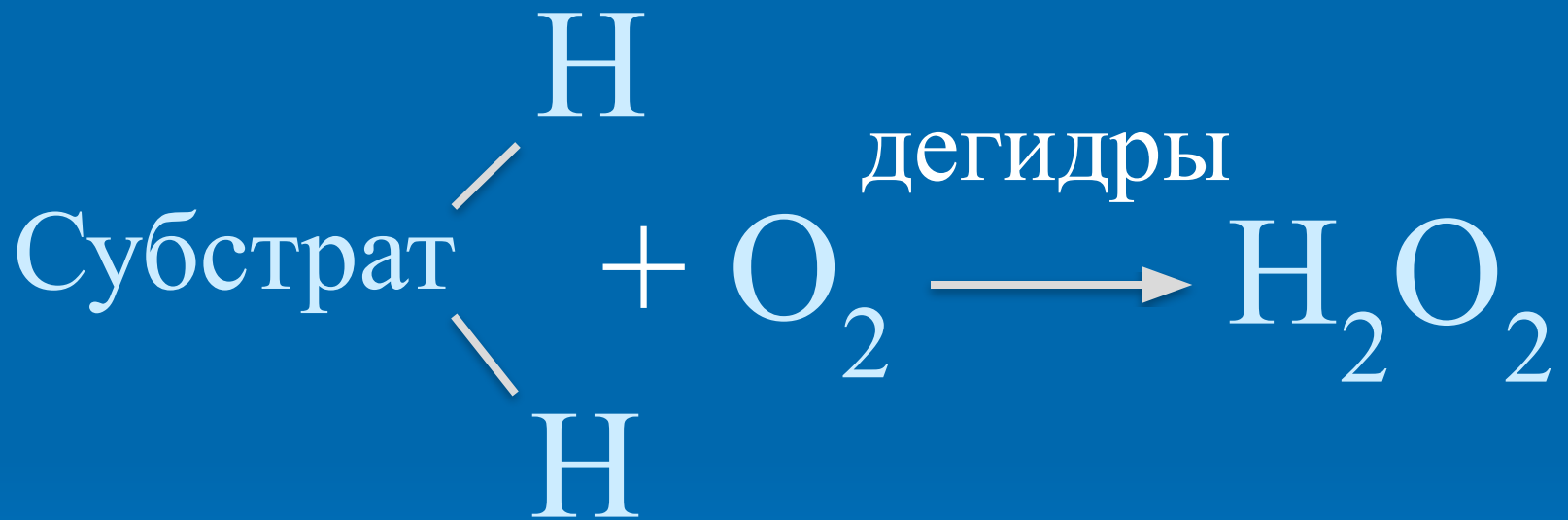
Отщепление  $\text{H}_2$  от окислительных субстратов катализируется ферментами, называются дегидрогеназами



# Дегидрогеназы:

- аэробные (оксиды)
- анаэробные

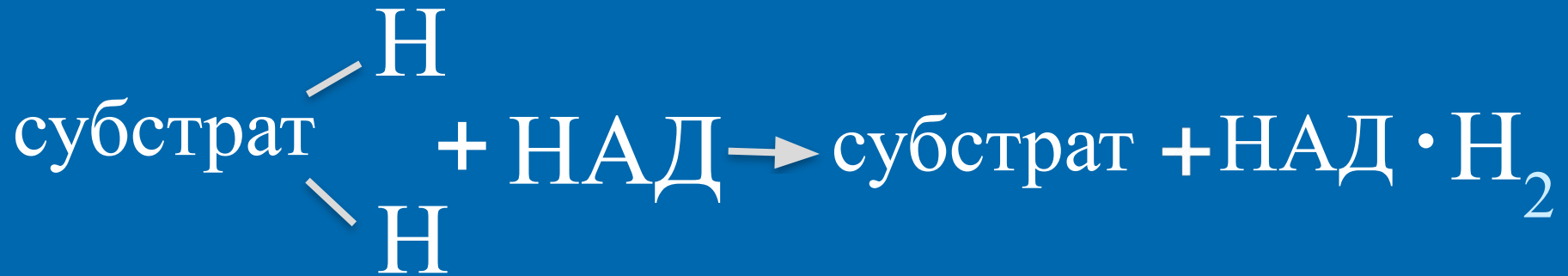
Аэробные дегидрогеназы  
отщепляют  $H_2$ , передают на  
другие акцепторы (ферменты)



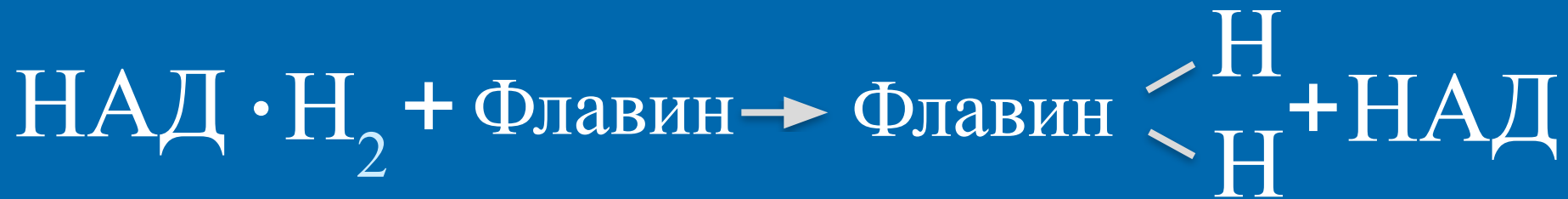
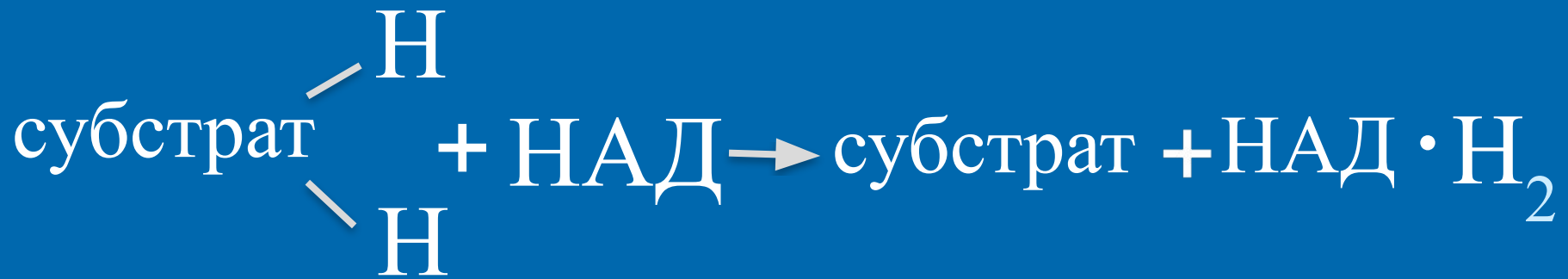


Анаэробные дегидрогеназы 2-х  
компонентные ферменты, у  
которых активная группа  
представлена НАД или НАДФ





Между флавиновыми  
ферментами и кислородом  
воздуха есть еще одно  
промежуточное звено -  
цитохромная система,  
активная группа



## II. Трансферазы

- осуществляют перенос радикалов, и отдельных группировок.

В зависимости от того, что они транспортируют их называют:

а) фосфотрансферазы

(P-O<sub>4</sub>- остаток фосфорной кислоты),

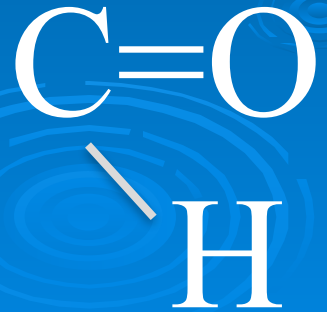
б) аминотрансферазы (NH<sub>2</sub>),

в) метилтрансферазы (CH<sub>3</sub>),

г) транскетолазы и трансальдолазы

переносят кетонную группу C=O

и альдегидную группу



# III. Гидролазы

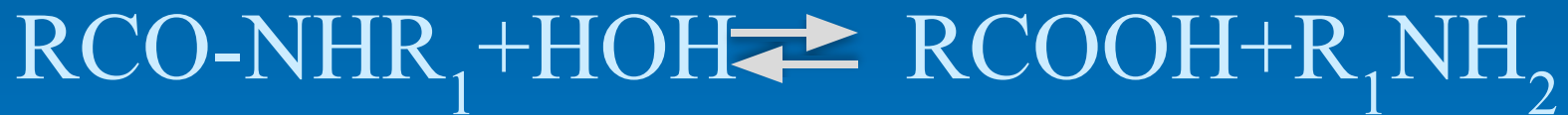
- ферменты, катализирующие гидролитический распад органических веществ. В зависимости от того на какие органические вещества они действуют класс подразделяется на 4 подкласса:

1. Эстеразы- распад и синтез жиров и сложных эфиров
2. Карбогидразы- распад и синтез углеводов
3. Протеазы- распад и синтез белков
4. Амидазы- превращения аминокислот и мочевины

Карбогидразы- довольно обширная группа участвует при распаде различных углеводов.

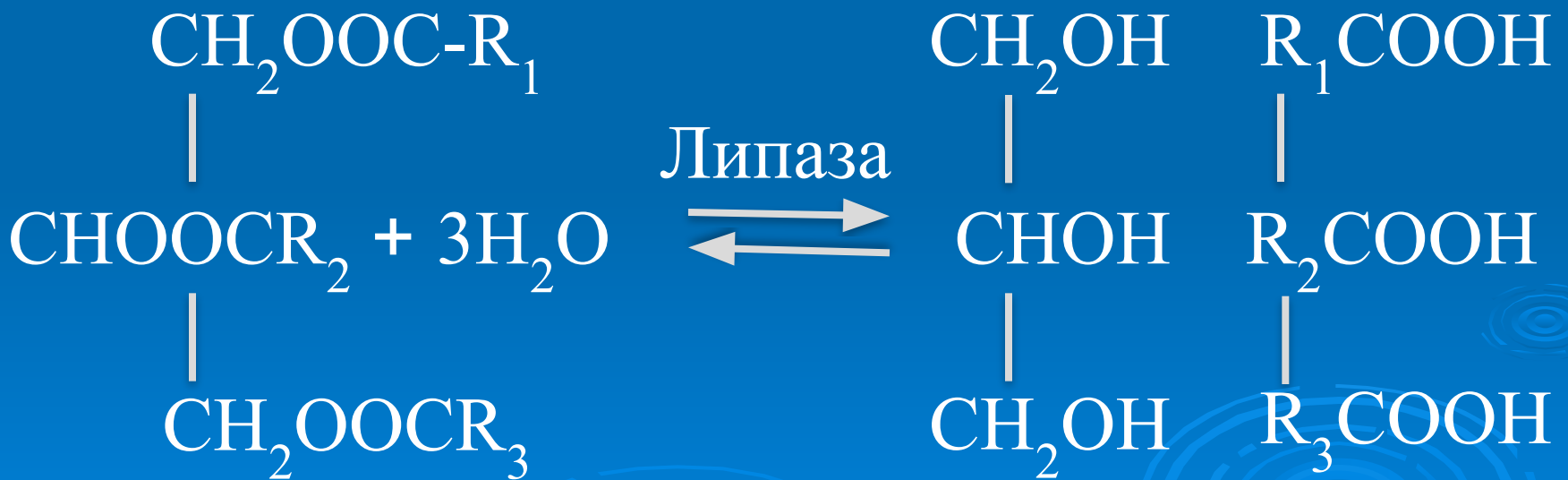


Протеазы - расщепляют белки до аминокислот с накоплением небольшого количества  $\text{NH}_3$



# Эстеразы

Среди эстераз прежде всего следует отметить липазы- ферменты катализирующие гидролитическое расщепление и синтез жиров:





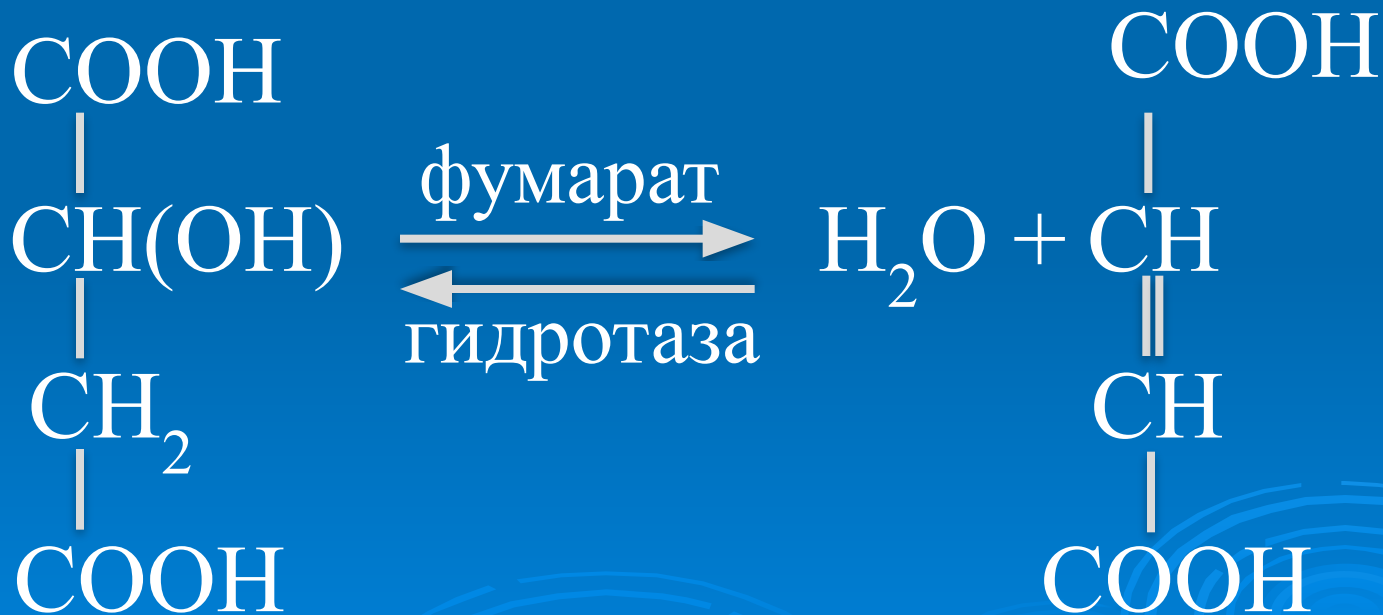
Амидазы- ферменты превращающие аминокислоты (аспарагиновую и глутаминовую) в их амиды (аспарагин и глутамин)





## IV. Лиазы

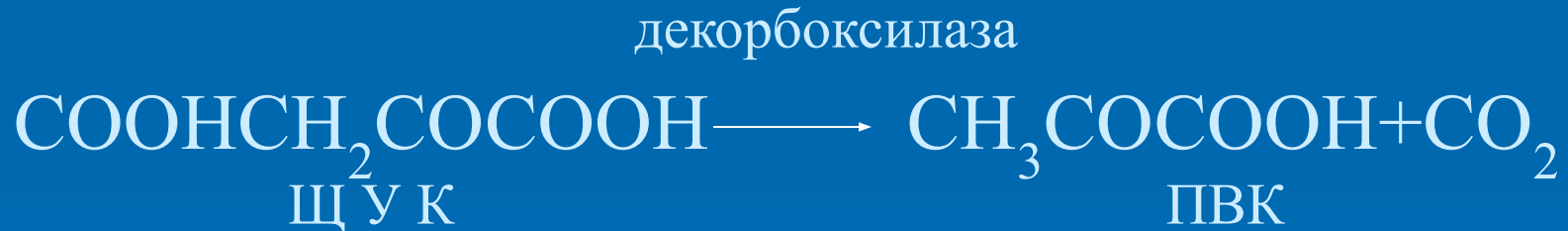
- ферменты катализирующие негидролитический распад органических веществ, при этом отщепляется определенная группа (молекулы углерода, воды,  $\text{NH}_2$  и т. д.) с образованием двойной связи.



Яблочная кислота

Фумаровая кислота

Фермент декорбоксилаза в результате отщепления  $\text{CO}_2$ , щавелевоуксусную кислоту переводит в пировиноградную



# V.Изомеразы

- катализируют превращения органических веществ в изомерные формы.



ФГ

А

триозоросфат



Фосфодиоксиацетон

# VI. Лигаза (синтетаза)

- ферменты катализируют синтез новых органических соединений, этот процесс протекает с потреблением энергии макроэргических молекул АТФ.

глутамин  
синтетаза



глутаминовая к-та



глутамин