



Кафедра биохимии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова

Тема: Водорастворимые витамины

Вопросы, рассматриваемые на лекции:

1. Химическая природа водорастворимых витаминов
2. Биологическая роль водорастворимых витаминов
3. Коферменты - производные водорастворимых витаминов. Структура и роль в биохимических реакциях тиамина (витамин B_1); рибофлавина (B_2); пантотеновой кислоты; ниацина (PP); пиридоксина (B_6); фолиевой кислоты (B_9 , B_c); кобаламина (B_{12}) и биотина (H)
4. Биохимические эффекты аскорбиновой кислоты (витамин C)
5. Гипо- и авитаминозы, клинические проявления
6. Использование витаминов в медицине

Классификация витаминов

Витамины – незаменимые низкомолекулярные органические соединения, поступающие с пищей или синтезируемые микрофлорой кишечника.

```
graph TD; A[Витамины] --> B[Водорастворимые]; A --> C[Жирорастворимые];
```

Витамины

Водорастворимые:

- В₁ (тиамин);
- В₂ (рибофлавин)
- РР (никотиновая кислота, никотинамид)
- пантотеновая кислота
- фолиевая кислота (В_с, В₉)
- Кобаламин (В₁₂)
- аскорбиновая кислота (С)

Жирорастворимые:

- А (ретинол);
- Д₃ (холекальциферол);
- Е (токоферол);
- К (филлохинон)
- Ф (эссенциальные жирные кислоты)

В организме большинство водорастворимых витаминов превращается в **коферменты**

Кофермент – низкомолекулярное органическое соединение небелковой природы, входящее в состав активного центра и непосредственно участвующее в превращении субстрата

Витамин В₁ (тиамин, антиневритный витамин)

Кофермент - **Тиаминпирофосфат (ТПФ)**

Участвует в реакциях
окислительного

декарбоксилирования α-кетокислот
в составе пируватдегидрогеназного и
□-кетоглутаратдегидрогеназного
ферментных комплексов

**1. Энергетический
обмен**



2. Обмен углеводов



Является коферментом
транскетолаз неокислительного
этапа **пентозофосфатного пути**
превращения глюкозы

Основные признаки гиповитаминоза В1

- полиневрит (бери-бери),
- нарушение сердечной деятельности
- нарушение секреторной и моторной функции ЖКТ

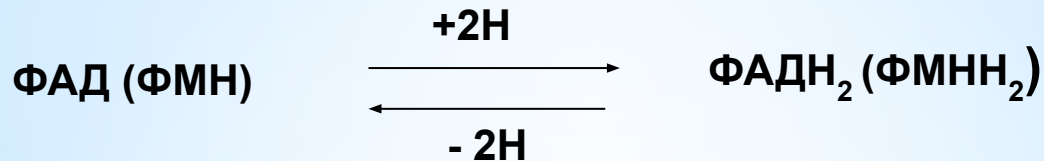


Витамин В₂ (рибофлавин, витамин роста)

Из рибофлавина образуются флавиновые коферменты:

флавинадениндинуклеотид (ФАД) и флавинмононуклеотид (ФМН)

ФАД и ФМН являются коферментами **оксидоредуктаз**

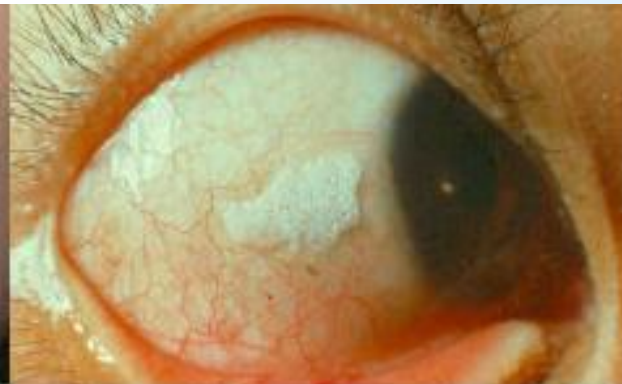


Клиническая недостаточность рибофлавина:

Задержка роста у молодых организмов, воспалительные процессы на слизистой оболочке ротовой полости, конъюнктивит, васкуляризация роговицы, катаракта, общая мышечная слабость и слабость сердечной мышцы



**незаживающие
трещинки в уголках рта**



**васкуляризация
роговицы**

Флавиновые коферменты участвуют в:

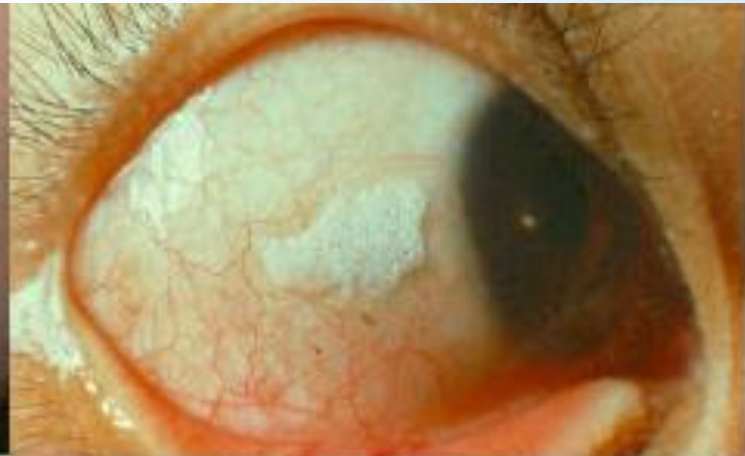
- энергетическом обмене (цикл Кребса, дыхательная цепь)
- обмену липидов, белков, нуклеотидов
- реакциях обезвреживания токсических веществ
- инактивации нейромедиаторов и гормонов

Клиническая недостаточность рибофлавина:

- задержка роста у молодых организмов;
- воспалительные процессы на слизистой оболочке ротовой полости
- **КОНЪЮНКТИВИТ;**
- васкуляризация роговицы;
- катаракта
- общая мышечная слабость и слабость сердечной мышцы

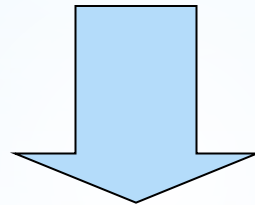
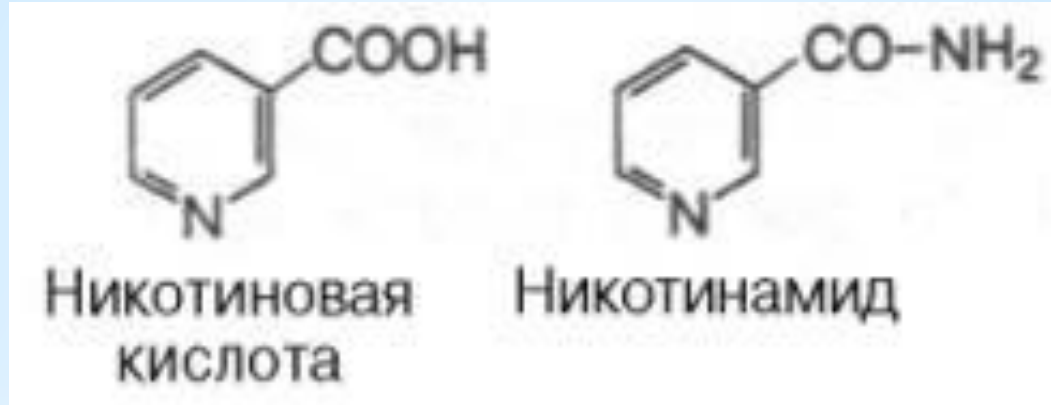


**незаживающие
трещинки в уголках
рта**



**васкуляризация
роговицы**

Витамин РР (никотиновая кислота, никотинамид, ниацин)



Образование коферментов

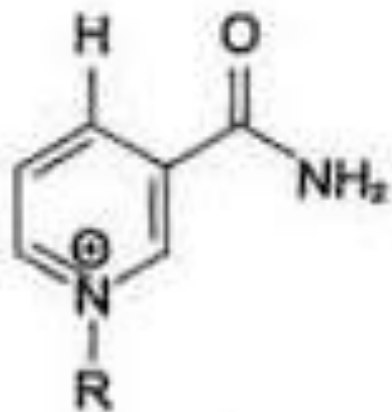
НАД+

(Никотинамидаденин-динуклеотид)

НАДФ+

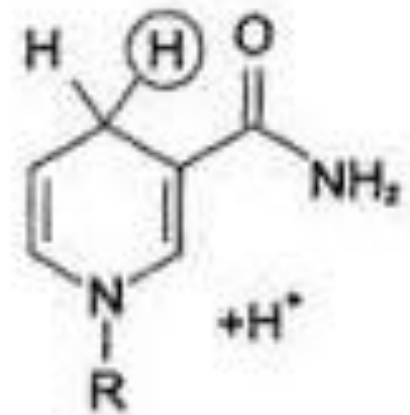
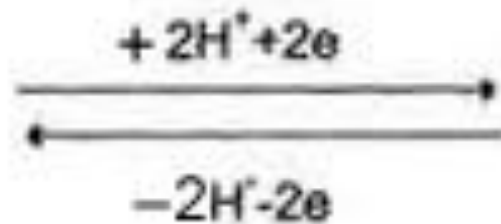
Никотинамидаденин-динуклеотидфосфат

НАД⁺, НАДФ⁺ (окисленные формы) и НАДН, НАДФН (восстановленные формы) являются коферментами **оксидоредуктаз**



НАД⁺

НАДФ⁺



НАДН + H⁺

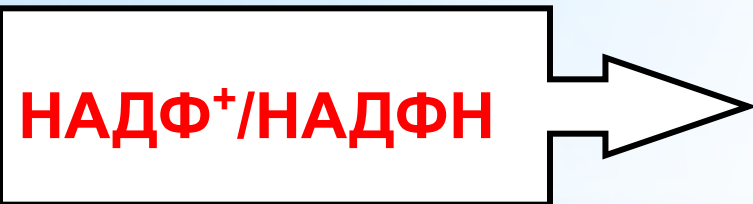
НАДФН + H⁺

Участвует в энергетическом обмене:



- ✓ гликолизе,
- ✓ окислительном декарбоксилировании пирувата,
- ✓ цикле Кребса
- ✓ дыхательной цепи

Участвует в



- ✓ синтезе липидов
- ✓ синтезе дезоксирибонуклеотидов
- ✓ процессах обезвреживания токсических веществ и активных форм кислорода
- ✓ в образовании активных форм кислорода при фагоцитозе
- ✓ в реакциях распада гемоглобина.

Недостаточность витамина РР приводит к возникновению заболевания «пеллагра»

Для этого заболевания характерны три признака:

-дерматит

-диарея

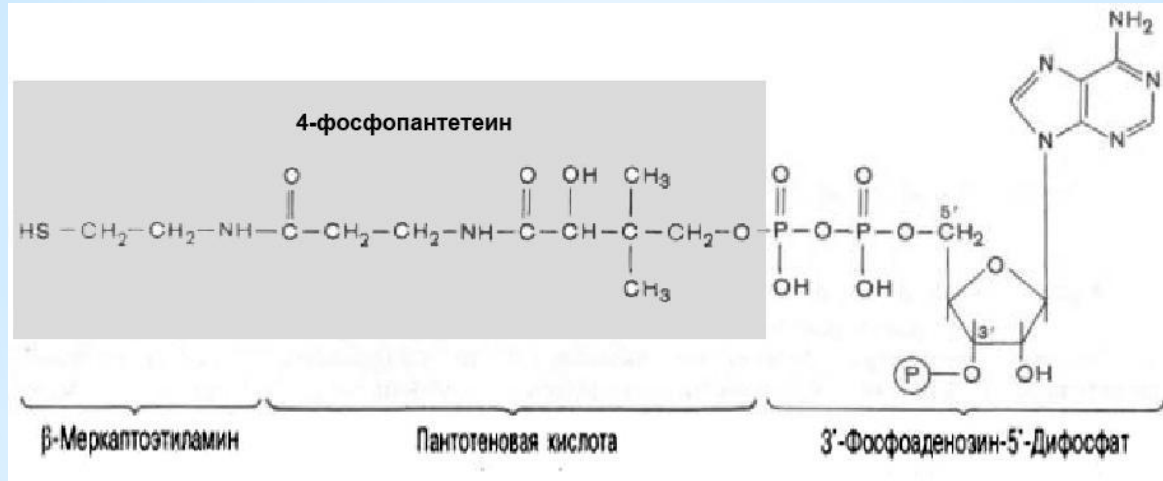
-деменция



Пантотеновая кислота

Коферменты:

1. Коэнзим (кофермент) А - перенос ацильных радикалов
2. 4 – фосфопантетеин - кофермент синтазы пальмитиновой кислоты



Кофермент А участвует в:

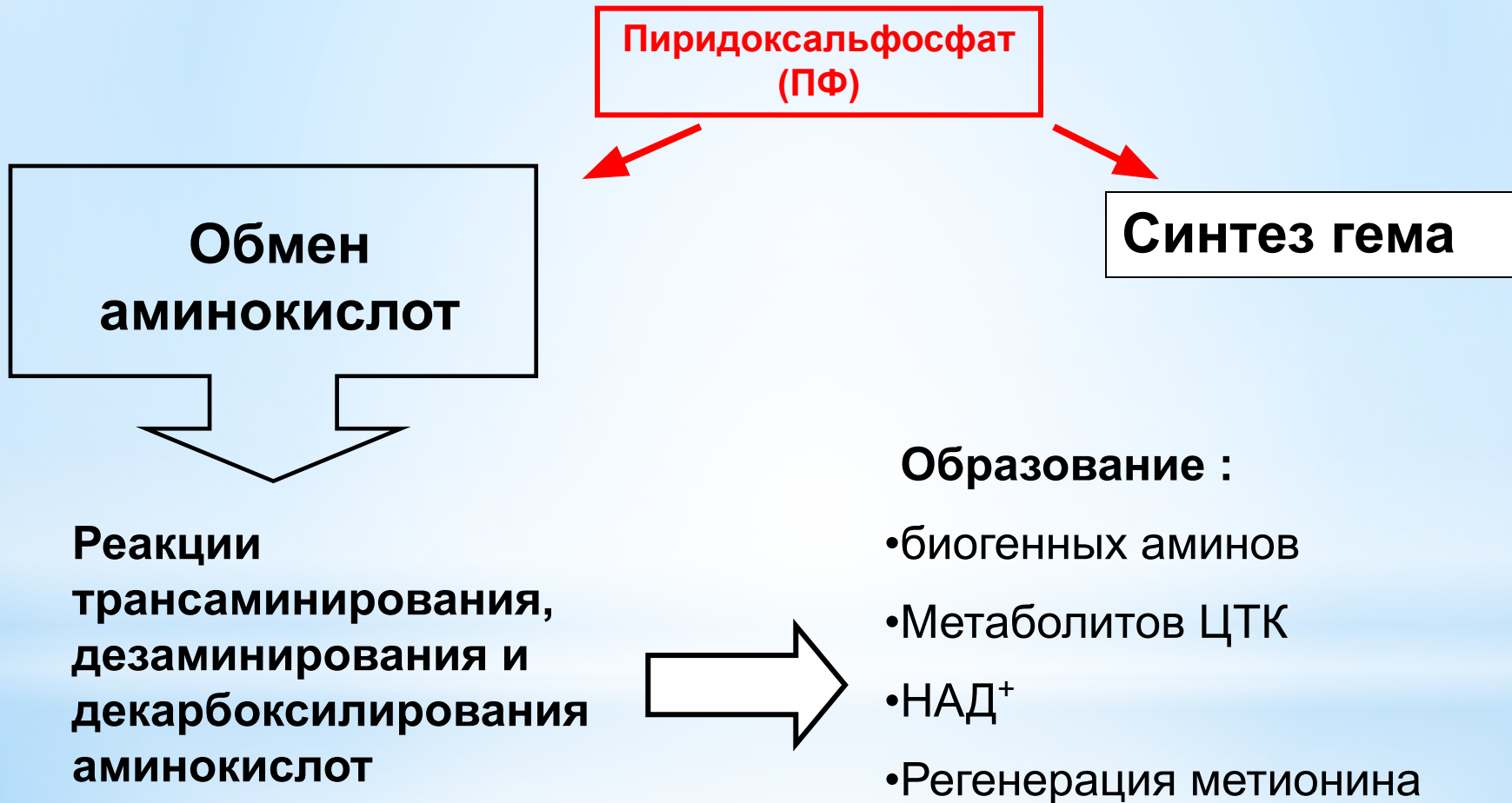
- ❖ энергетическом обмене
- ❖ обмену липидов
- ❖ обезвреживании чужеродных веществ в печени

Признаки недостаточности пантотеновой кислоты:

- дерматит
- депегментация и выпадение волос
- потеря аппетита, истощение
- дистрофические изменения желез внутренней секреции, сердца, почек

Витамин В6 (пиридоксин)

Витамин В6 участвует в образовании коферментов:
пиридоксальфосфата и пиридоксаминфосфата



Гипо- и авитаминоз В₆

у детей:

- ✓ повышенная возбудимость ЦНС, судороги, эпилептиформные припадки;
- ✓ дерматиты

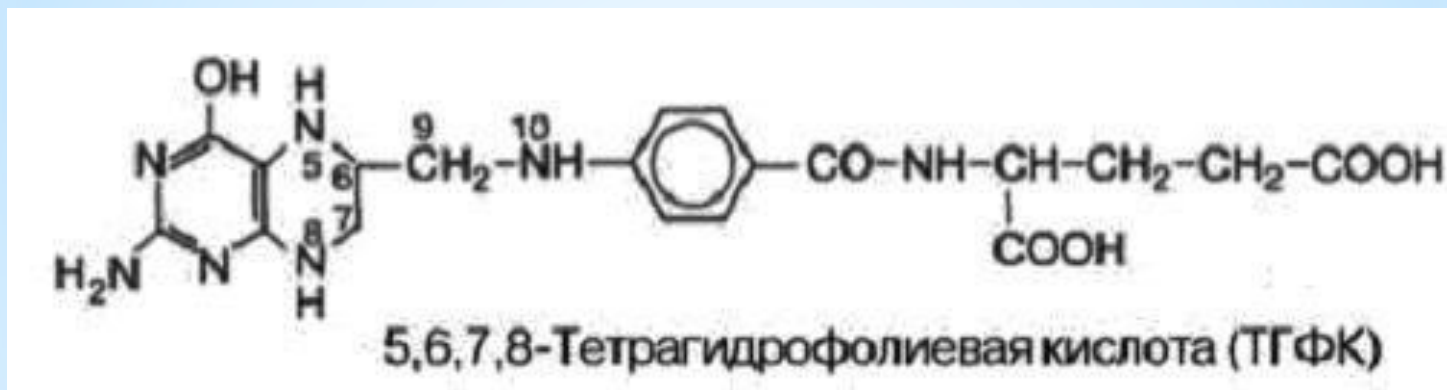
у взрослых

(при использовании лекарственных препаратов антагонистов пиридоксина):

- ✓ полиневрит,
- ✓ дерматиты,
- ✓ микроцитарная анемия

Фолиевая кислота (витамин В_с, В₉, фолацин)

Кофермент - тетрагидрофолиевая кислота (ТГФК)



ТГФК осуществляет перенос различных **одноуглеродных фрагментов**, кроме CO₂, и участвует в:

- ❖ синтезе пуриновых нуклеотидов
- ❖ синтезе тимидиловых нуклеотидов
- ❖ обмену цистеина и метионина
- ❖ обмену глицина и серина

Признаки авитаминоза В₉:

Макроцитарная анемия, лейкопения, диарея, задержка роста у молодых организмов

Витамин В₁₂ (кобаламин)

Из витамин В₁₂ образуются коферменты:


метилкобаламин



The diagram shows a light blue rectangular box with a black border containing the text 'метилкобаламин' in red. Two white arrows with black outlines point from the right side of the box to the text on the right.

регенерация
метионина,
обмен производных
фолиевой кислоты

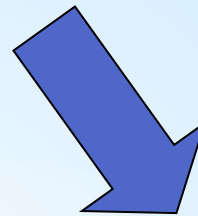
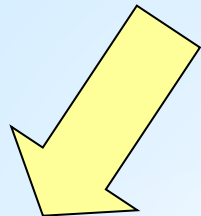
**дезоксиаденозил-
кобаламин**



The diagram shows a light blue rectangular box with a black border containing the text 'дезоксиаденозил-кобаламин' in red. Two white arrows with black outlines point from the right side of the box to the text on the right.

катаболизм жирных кислот с
нечетным числом
углеродных атомов и
аминокислот с
разветвленной
углеводородной цепью

Гипо- и авитаминоз В12



Нарушение
образования
производных ТГФК

Накопление
метилмалоновой
кислоты

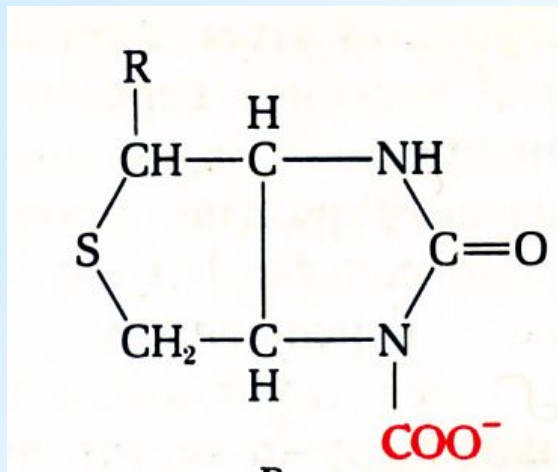
**злокачественная
макроцитарная
(мегобластная), анемия**

**неврологические
расстройства, онемение
или покалывание
конечностей, атаксия**

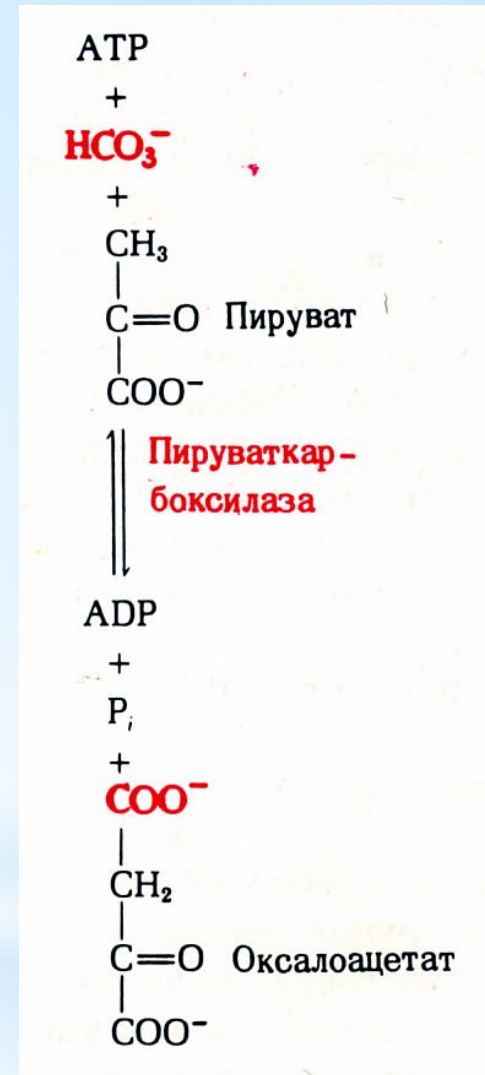
Биотин (витамин Н, антисеборейный витамин)

Биологическая роль:

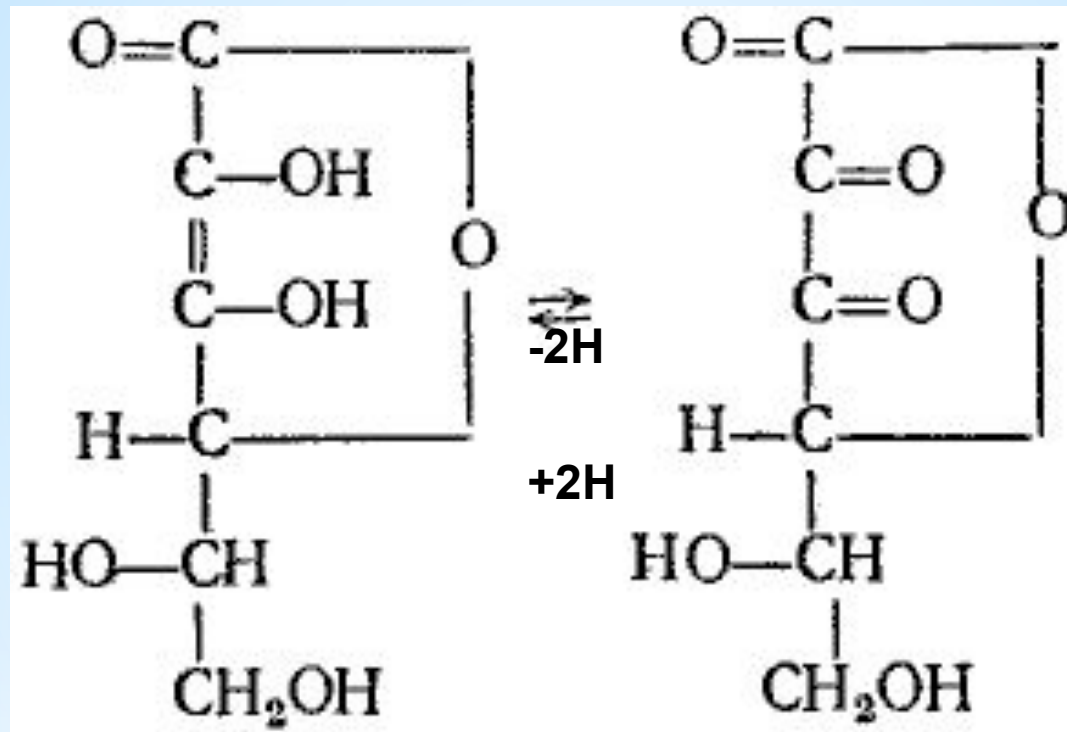
выполняет роль переносчика карбоксильных групп во многих реакциях ферментативного карбоксилирования, протекающих с участием АТФ



Недостаточность биотина может возникнуть при регулярном употреблении в пищу больших количеств сырых яиц, содержащих белок авидин. Приводит к поражениям кожи, сопровождающимся усиленной деятельностью сальных желез, выпадению волос, поражению ногтей. Часто отмечаются боли в мышцах, а также характерные для всех авитаминозов вялость, сонливость, депрессия.



Витамин С (аскорбиновая кислота)



Аскорбиновая кислота

Дегидроаскорбиновая кислота

В качестве кофактора витамин С участвует в окислительно-восстановительных реакциях (реакциях гидроксилирования).

Биологическая роль витамина С

- гидроксилирование остатков пролина и лизина при созревании коллагена;
- гидроксилирование дофамина с образованием норадреналина;
- синтезе стероидных гормонов;
- катаболизм тирозина;
- обмен триптофана;
- восстановление Fe^{3+} в Fe^{2+} , что способствует его всасыванию и включению в состав гема;
- является антиоксидантом

При недостаточности витамина С в организме развивается **цинга** (**скорбут**):

- ❖ кровоточивость дёсен,
- ❖ расшатывание зубов
- ❖ кровоизлияния под кожу
- ❖ кровотечения во внутренних органах
- ❖ железодефицитная анемия
- ❖ снижение массы тела
- ❖ общая слабость,
- ❖ одышка,
- ❖ боли в сердце, учащенное сердцебиение

