

**МЕББМ ҚАЗАҚСТАН-  
РЕСЕЙ МЕДИЦИНАЛЫҚ  
УНИВЕРСИТЕТІ**



**НУО КАЗАХСТАНСКО  
РОССИЙСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

# **ВИТАМИНЫ**

**Выполнила: Шарыпова Т.М.  
510 «Б» группа ОМ**

# ВИТАМИНЫ

- Понятие. Классификация
- Функции в организме.
- Водорастворимые витамины.
- Витаминоподобные вещества.
- Антивитамины.

# ВИТАМИНЫ

- Термин «витамины» - «амины жизни» впервые был предложен Казимиром Функом в 1912 году.
- В настоящее время он не отражает химического строения.

# ВИТАМИНЫ

- **Витамины – это низкомолекулярные органические вещества, проявляют активность в малых количествах, влияют на многочисленные обменные процессы.**
- **Дефицит витаминов приводит к специфическим нарушениям обмена веществ.**
- **Не выполняют пластической функции, не являются источником энергии, не синтезируются в организме или синтезируются в ограниченном количестве микрофлорой кишечника.**

# Витамины и их роль в организме

- **Витамины – низкомолекулярные органические соединения, которые человек должен получать с пищей в небольших количествах.**
- **Потребность в витаминах невелика и колеблется от нескольких микрограмм (мкг) до десятков миллиграмм (мг).**

# Витамины и их роль в организме

## В организме витамины:

- Превращаются в коферменты или кофакторы ферментов (водорастворимые).
- Являются регуляторами синтеза белка на уровне транскрипции (жирорастворимые).
- Входят в состав антиоксидантной системы.

# Классификация витаминов:

## 1) Водорастворимые:

- В1 - тиамин, антинеуритный;
- В2 - рибофлавин, антидерматитный;
- В3 - пантотеновая кислота;
- В5 - РР – ниацин, антипеллагрический;
- В6 - пиридоксин - антидерматитный;

## Классификация витаминов:

- В9 (Вс) - фолиевая кислота -  
антианемический;
- В12 – кобаламин – антианемический;
- С - аскорбиновая кислота -  
антицинготный;
- Р - рутин - витамин проницаемости;
- Н – биотин - антисеборрейный;

# ВИТАМИНОПОДОБНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- Холин (витамин В4),
- Пангамовая кислота (витамин В15),
- Липоевая кислота,
- Оротовая кислота (витамин В13),
- Инозин (витамин В8),
- Убихинон (коэнзим Q),
- S-метилметионин (витамин U),
- Карнитин

# Классификация витаминов:

## 2) Жирорастворимые витамины:

- **A** – ретинол, антиксерофтальмический,
- **D** – холекальциферол, антирахитический,
- **E** – токоферол, антистерильный;
- **K** – филлохинон, антигеморрагический.

# Водорастворимые витамины

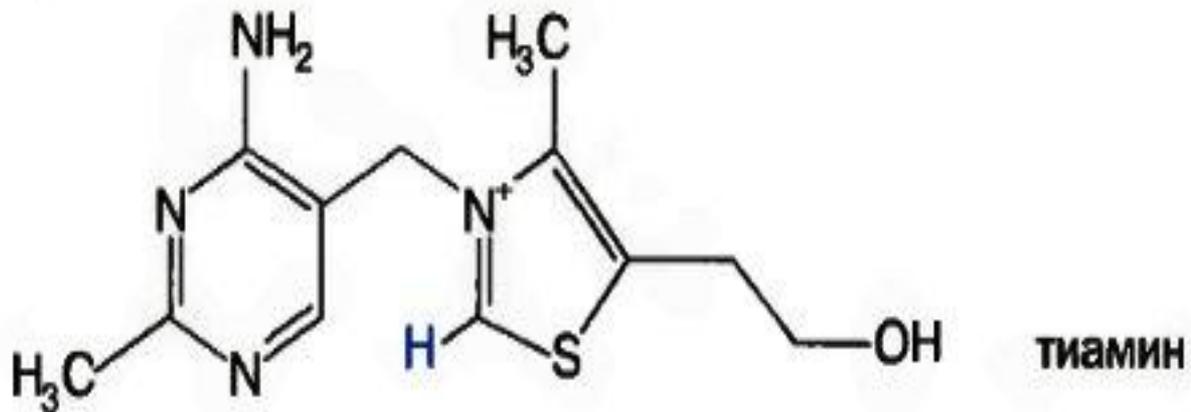
- Хорошо растворимы в воде,
- Легко выводятся из организма с мочой,
- Почти не накапливаются в организме.
- Малостабильны и легко разрушаются в процессе приготовления пищи.
- Необходимо их постоянное поступление в организм.

# В1 – тиамин

Источники: хлеб грубого помола, дрожжи.

Всасывание: в тонком кишечнике.

Потребность: 1 мг ежедневно

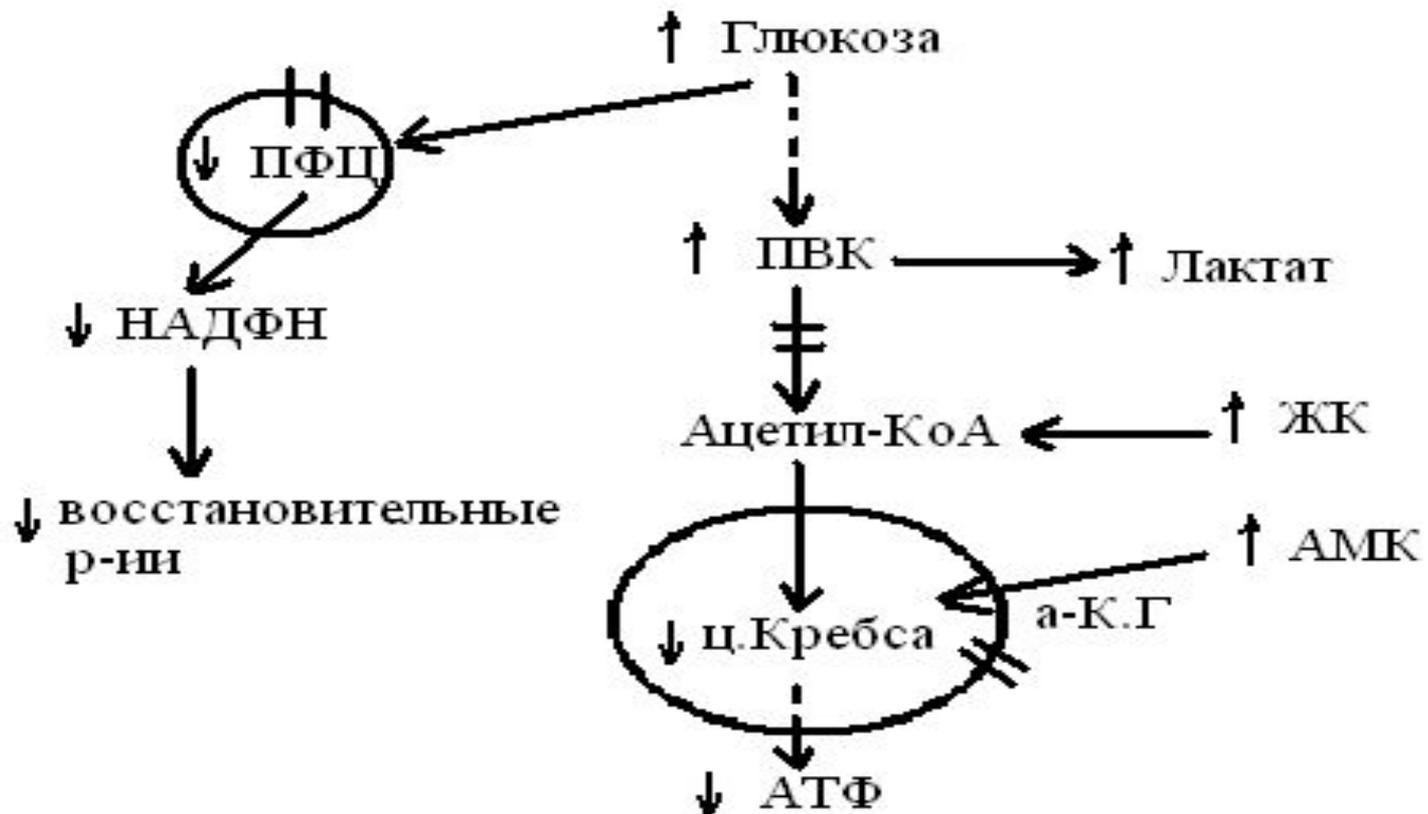


# В1 – тиамин

Коферментная форма – тиаминпирофосфат (ТПФ) – является коферментом:

- Пируватдегидрогеназы – окислительное декарбоксилирование ПВК;
- $\alpha$ -кетоглутаратдегидрогеназы – цикл Кребса;
- транскетолаз, трансальдолаз – (2-я стадия пентозофосфатного цикла);

# В1 – тиамин



# Гиповитаминоз - В1

## БИОХИМИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ:

- Блокада декарбоксилирования ПВК,  $\alpha$ -кетоглутарата – снижение синтеза АТФ.
- Снижение скорости ПФЦ:
  - недостаток рибозо-5-ф, дезоксирибозы – снижение синтеза белка,
  - недостаток НАДФН<sub>2</sub> – снижение синтеза холестерина, жирных кислот, фосфолипидов

# Гиповитаминоз - В1

## ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА:

1. Накопление в крови ПВК, лактата, ЩУК,  $\alpha$ -кетоглутарата,
2. Тенденция к повышению глюкозы крови,
3. Снижение свободного холестерина, ЛПНП, ТАГ крови.

# Гиповитаминоз - В1

Гиповитаминоз – впервые описан как болезнь «бери-бери».

Его проявления:

- атрофия мышц, отеки, сердечно-сосудистая недостаточность - развивается быстро ;
- периферические полиневриты, паралич нижних конечностей.

# Витамин В2 – рибофлавин

Источники: зеленые растения, микроорганизмы кишечника.

Коферментные формы:

- **ФАД<sup>+</sup>** - пируватдегидрогеназа, α-кетоглутонатдегидрогеназа, сукцинатдегидрогеназа, моноаминооксидазы и др.
- **ФМН** (ФП - флавопротеид) – входит в состав тканевого дыхания (I комплекс), в митохондриальную систему гидроксилирования.

# **Витамин В5 – (РР) – ниацин, НИКОТИНОВАЯ КИСЛОТА**

Источники: молоко, яйца, мясо.

Может образовываться в организме из триптофана.

Никотиновая кислота в организме превращается сначала в никотинамид, затем в коферментную форму.

# Витамин РР – никотиновая кислота

## Коферментные формы:

- **НАД<sup>+</sup>** - (участвует в энергетическом обмене) - изоцитратдегидрогеназа, малатдегидрогеназа и др.
- **НАДФ<sup>+</sup>** - (участвует в пластическом обмене) - гл-6-фосфатдегидрогеназа, 6-фосфоглюконатдегидрогеназа.

# **ВИТАМИНЫ В2 – рибофлавин РР – никотиновая кислота**

## **БИОХИМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ:**

### **А. межуточный и энергетический обмены:**

1. Гликолиз и полное окисление глюкозы,
2.  $\beta$ -Окисление ВЖК,
3. Окислительное декарбоксилирование ПВК,
4. Окислительное дезаминирование аминокислот,
5. Цикл Кребса,
6. Флавопротеиды дыхательной цепи,
7. Субстраты тканевого дыхания.

# **ВИТАМИНЫ В2 – рибофлавин РР – никотиновая кислота**

## **БИОХИМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ:**

### **Б. пластический обмен:**

1. Глюконеогенез,
2. Синтез ВЖК,
3. Синтез холестерина,
4. Синтез азотистых оснований и нуклеотидов,
5. Пентозофосфатный цикл (1-я стадия),
6. Микросомальная система гидроксилирования.

# Гиповитаминоз

## РР- никотиновая кислота

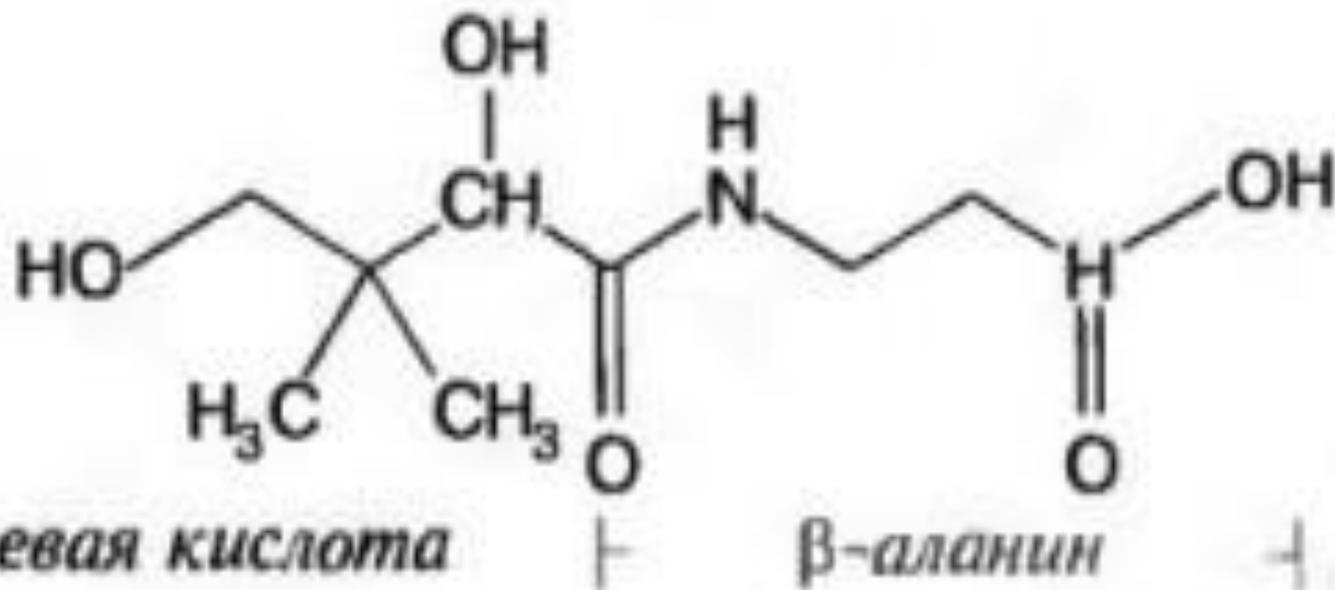
- Снижение энергетического обмена (АТФ):
  - замедление деления клеток костного мозга (анемия, лейкопения),
  - замедление регенерации эритроцитов и клеток кожи (диарея, дерматит),
  - снижение сократительной способности миокарда,
  - дистрофические изменения нейронов.

# Гиповитаминоз РР- никотиновая кислота

При недостатке развивается пеллагра  
(болезнь трех «Д»):

- Дерматит – особенно на открытых частях тела (повышена чувствительность к ультрафиолету);
- Диарея;
- Деменция (слабоумие).

# Витамин В3 – пантотеновая кислота



пантотеновая кислота

# Витамин В3 – пантотеновая кислота

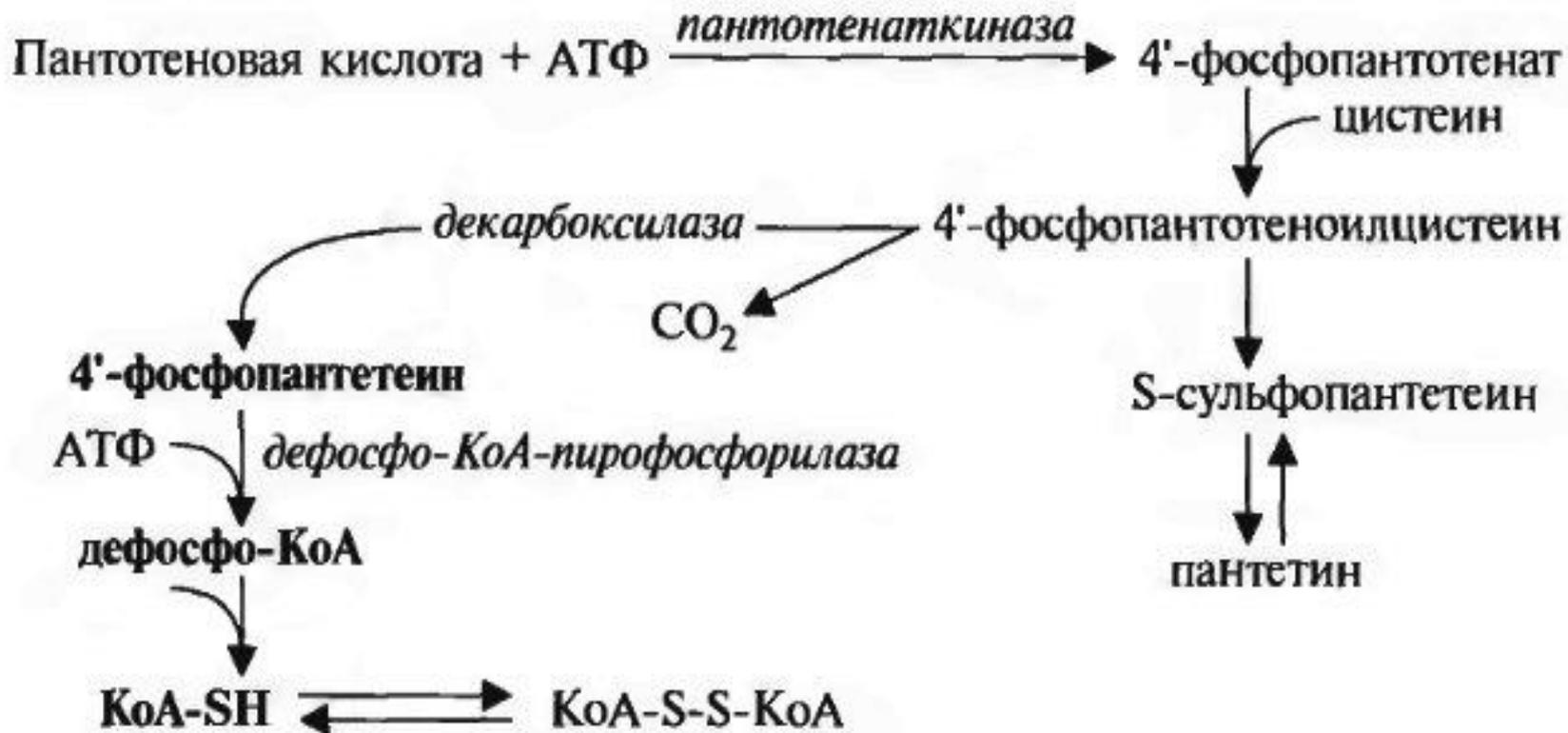
**Источники:** дрожжи, яйца, печень.

**Коферментная форма:** КоА.

Участвует во многих реакциях, например:

- образование ацил-КоА – фермент ацил-КоА-синтетаза;
- Образование ацетил-КоА (окислительное декарбоксилирование ПВК, цикл Кребса, синтез ХЛ, ацетилхолина и др.)

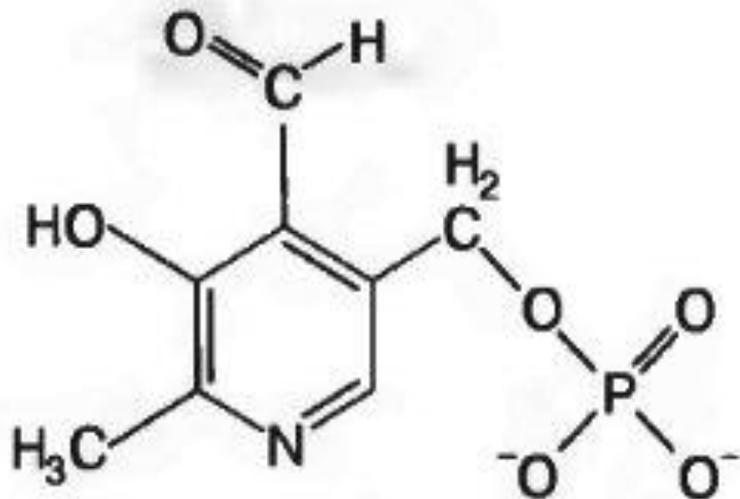
# Витамин В3 – пантотеновая кислота



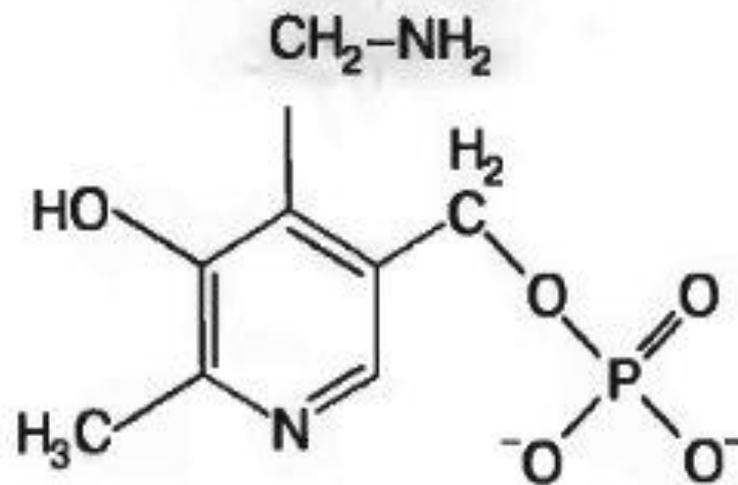
# Витамин В6 – пиридоксин

- **Источники:** дрожжи, зародышевые части злаков, хлеб, картофель.
- **Коферментные формы:** пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин, пиридоксальфосфат.
- Коферментные формы легко переходят друг в друга.

# Витамин В6 – пиридоксин



пиридоксальфосфат



пиридоксаминфосфат

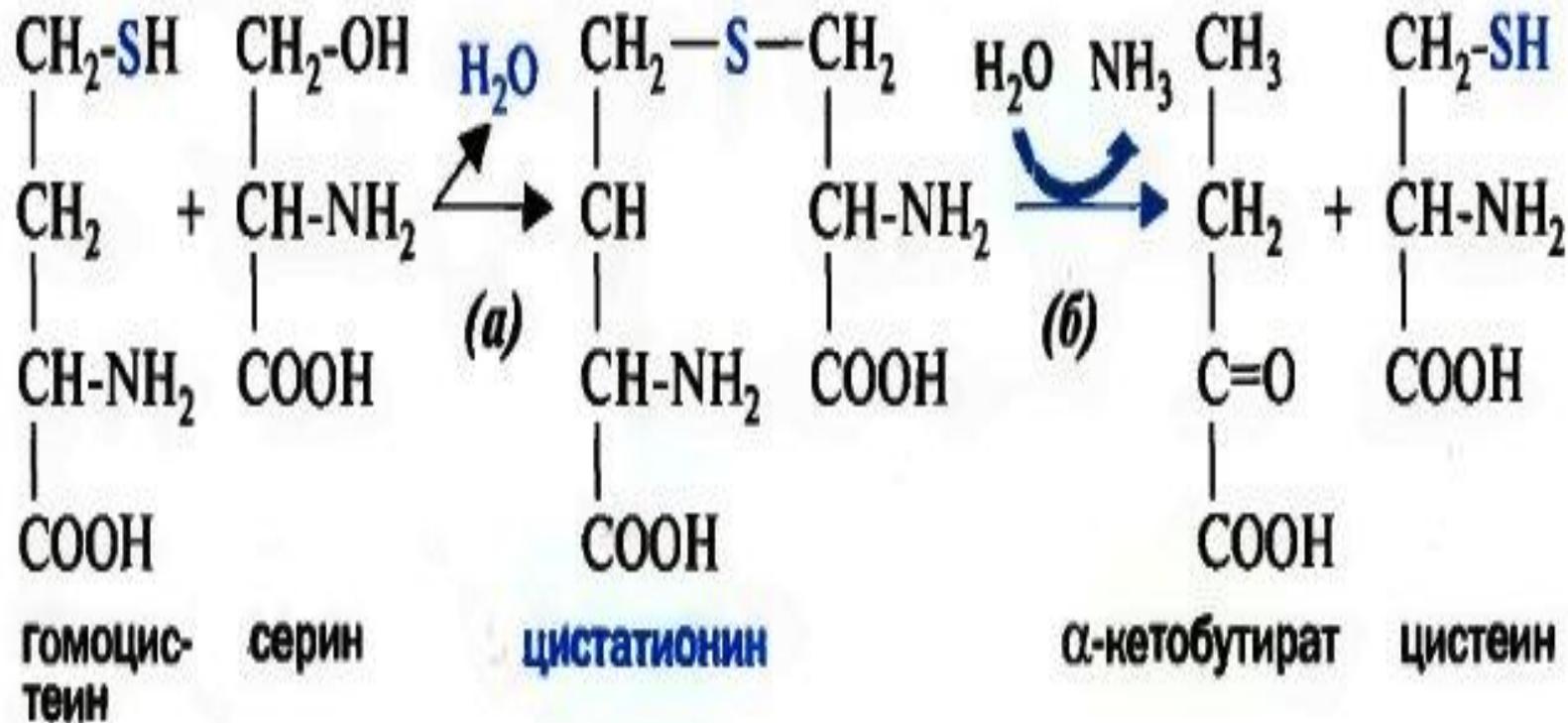
## **В6 - принимает участие:**

- Переаминирование АК (трансаминирование) – АлТ, АсТ;
- Декарбоксилирование АК – гистидиндекарбоксилаза, 5-гидрокситриптофандекарбоксилаза;
- Дезаминирование диаминокислот – диаминооксидаза;

## В6 - принимает участие:

- Синтез аминолевуленовой кислоты (синтез гема) – *аминолевулинатсинтетаза;*
- Образование цистеина из цистатионина – *цистатионаза;*
- Распад гликогена – *гликогенфосфорилаза.*

## В6 - принимает участие:



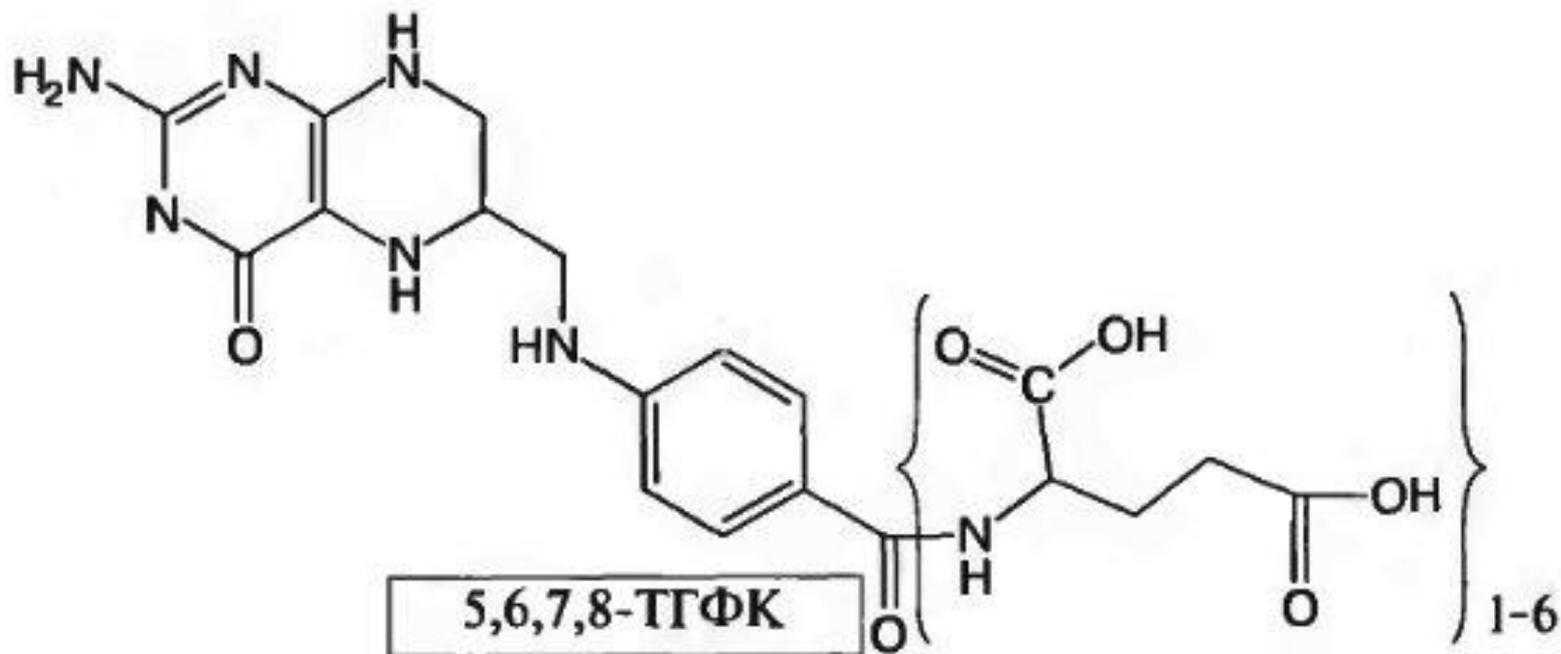
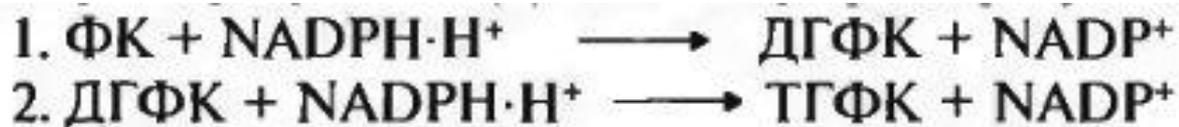
## Гиповитаминоз – В6

- Возможен при приемах изониазида (противотуберкулезный препарат).  
Проявления: разнообразные нарушения в обмене белков и аминокислот – мышечная слабость, гипотрофия, судороги, депрессия, анемия (гипохромная), увеличение печени.
- **Диагностика:** ↓АлТ и АсТ, ↓Нв.

# Витамин B9 или Bc – фолацин

- Источники: зелень
- **Коферментная форма** – тетрагидрофолиевая кислота (ТГФК).
- Участвует в переносе одноуглеродного фрагмента (формил, метил);
- Принимает участие в синтезе пуринов и пиримидинов (синтез нуклеиновых кислот);
- Образовании метионина из гомоцистеина.

# Витамин В9 или Вс – фолацин



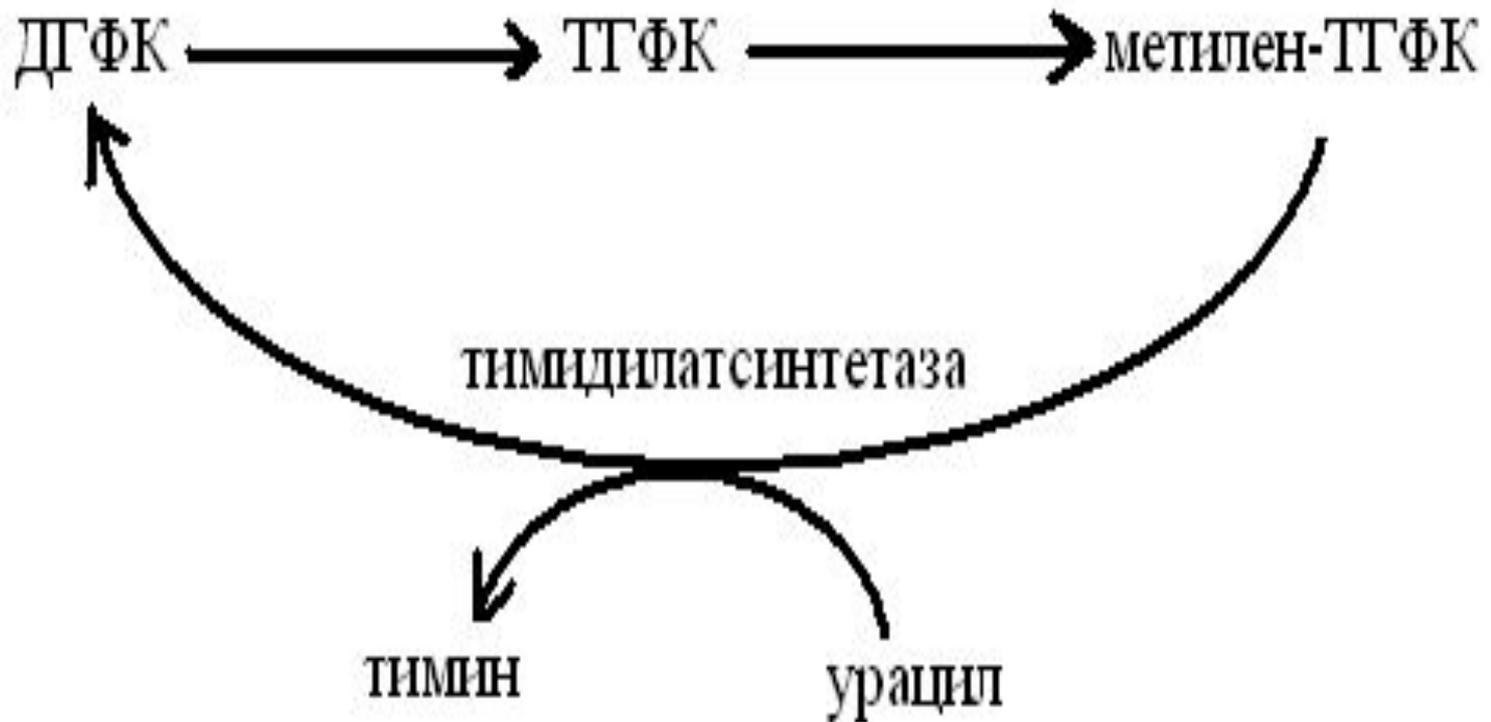
# Метаболизм - вит-В9



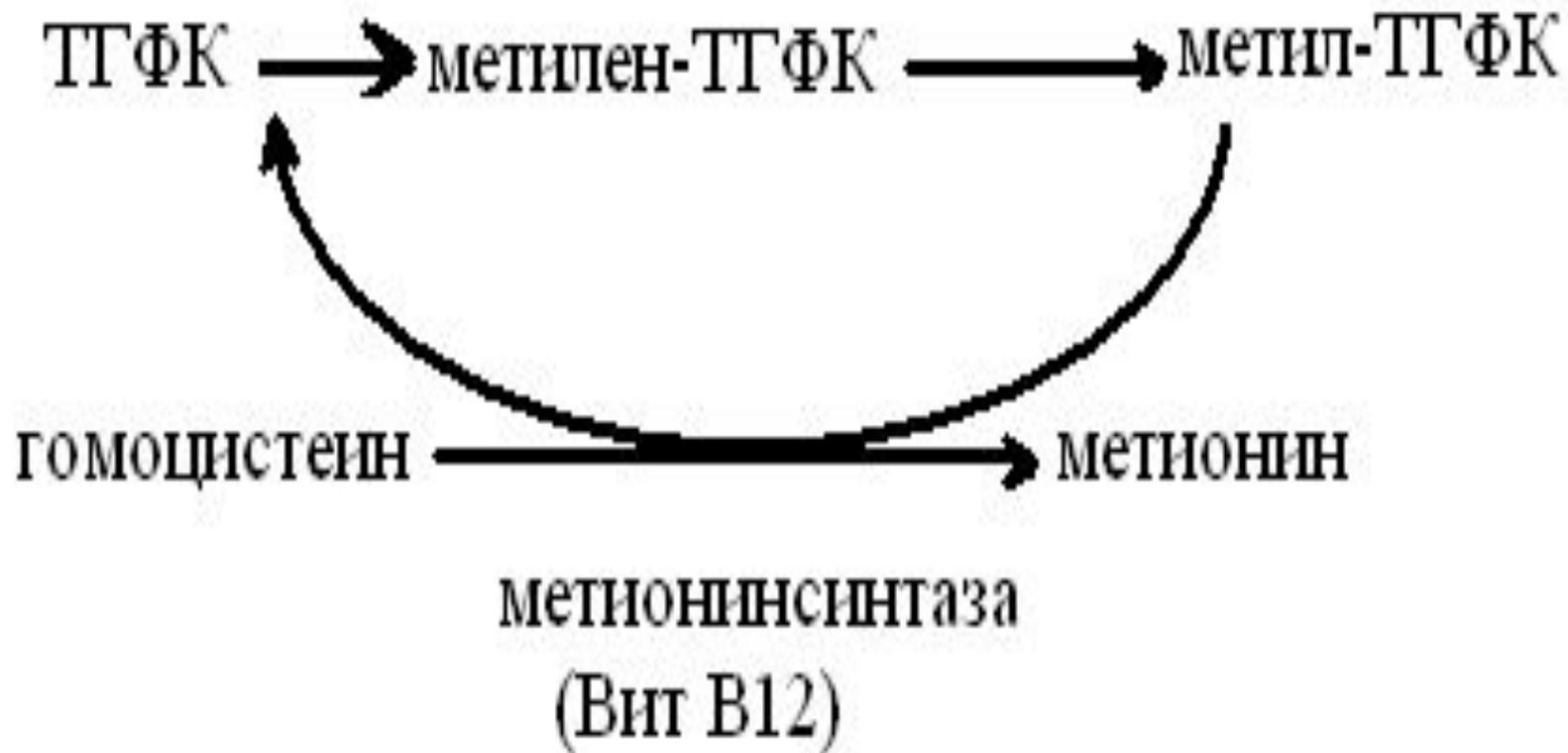
# Метаболизм - вит-В9



# Метаболизм - вит-В9



## Метаболизм - вит-В9



# Гиповитаминоз – вит-В9

- Антиметаболиты фолиевой кислоты – это противоопухолевые препараты. Применяют для остановки роста злокачественных клеток (т.к. блокируется синтез нуклеотидов).
- Дефицит фолиевой кислоты от недостаточного поступления не наблюдается, но наблюдается при применении антиметаболитов, а также при дефиците Вит В12.

# Гиповитаминоз – вит-В9

Проявления фолиевой недостаточности:

- Нарушение синтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов,
- Снижение синтеза ДНК, РНК, белков,
- Повышение потребности в метионине.  
(проявляется: мегалобластная анемия, лейкопения, задержка роста)

# Витамин В12 – кобаламин

- Синтезируется микроорганизмами.
  - Усваивается только то количество, что поступило с пищей: печень, молоко, яйца.
  - Для всасывания необходим внутренний фактор Кастла – мукопротеид вырабатываемый в желудке, он связывает и защищает вит-В12.
- Всасывание** происходит в кишечнике.
- Транспорт:** по крови белками – транскобаламин-I и транскобаламин-II.

# Витамин В12 – кобаламин

Коферментные формы:

## 1. Метил-кобаламин (метил-В12)

кофермент –

**гомоцистеинметилтрансферазы**

(перенос метильной группы с N-метил-ТГФК на гомоцистеин – образование метионина),

# Витамин В12 – кобаламин

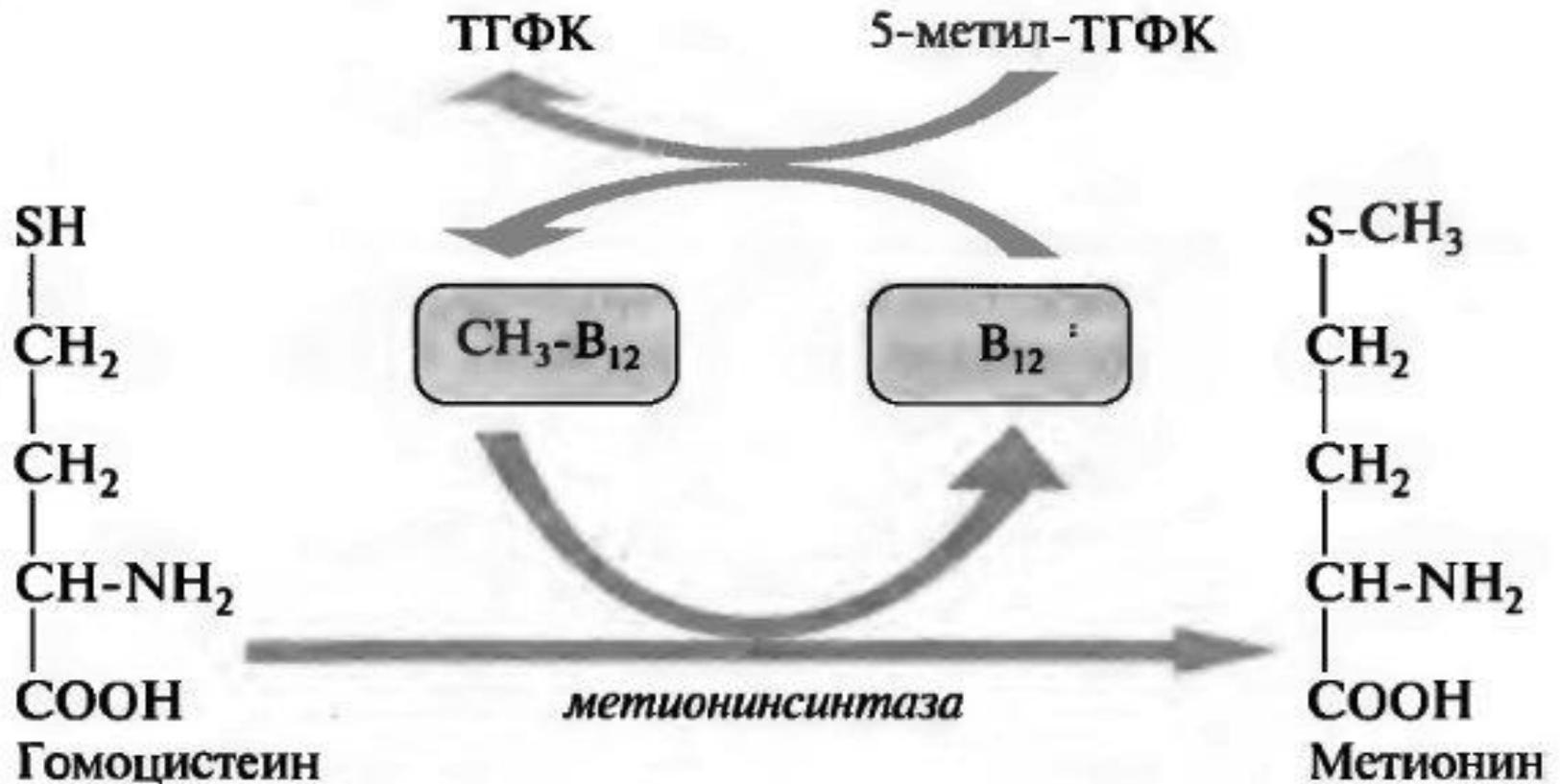
## 2. Дезоксиаденозил-кобаламин (ДА-В12)

кофермент –

**метилмалонил-КоА-мутаза:**

(превращает метилмалонил-КоА в сукцинил-КоА)

# Витамин В12 – кобаламин



# Гиповитаминоз – В12

## Биохимические нарушения:

- Увеличение потребности в метионине (развитие жировой инфильтрации печени),
- Накопление **метилмалонил-КоА** (токсическое поражение печени, нервных волокон)
- Недостаток сукцинил-КоА (снижение синтеза гема)
- Нарушение деления клеток (болезнь Аддисона-Бирмера - мегалобластная анемия);

# Витамин С – аскорбиновая кислота

- Практически все животные могут синтезировать витамин С из глюкозы.
- Исключение составляет человек, обезьяны, морские свинки и некоторые виды птиц (нет фермента – гулонолактонооксидазы)

# Витамин С – аскорбиновая кислота

- Источники аскорбиновой кислоты – свежие овощи и фрукты (цитрусовые, томаты, зеленый перец, черная смородина).
- При длительном хранении овощей и фруктов происходит разрушение витамина С (за счет ферментов аскорбатоксидазы и фенолазы).
- Разрушение так же происходит в железной и медной посуде.

# Витамин С – аскорбиновая кислота

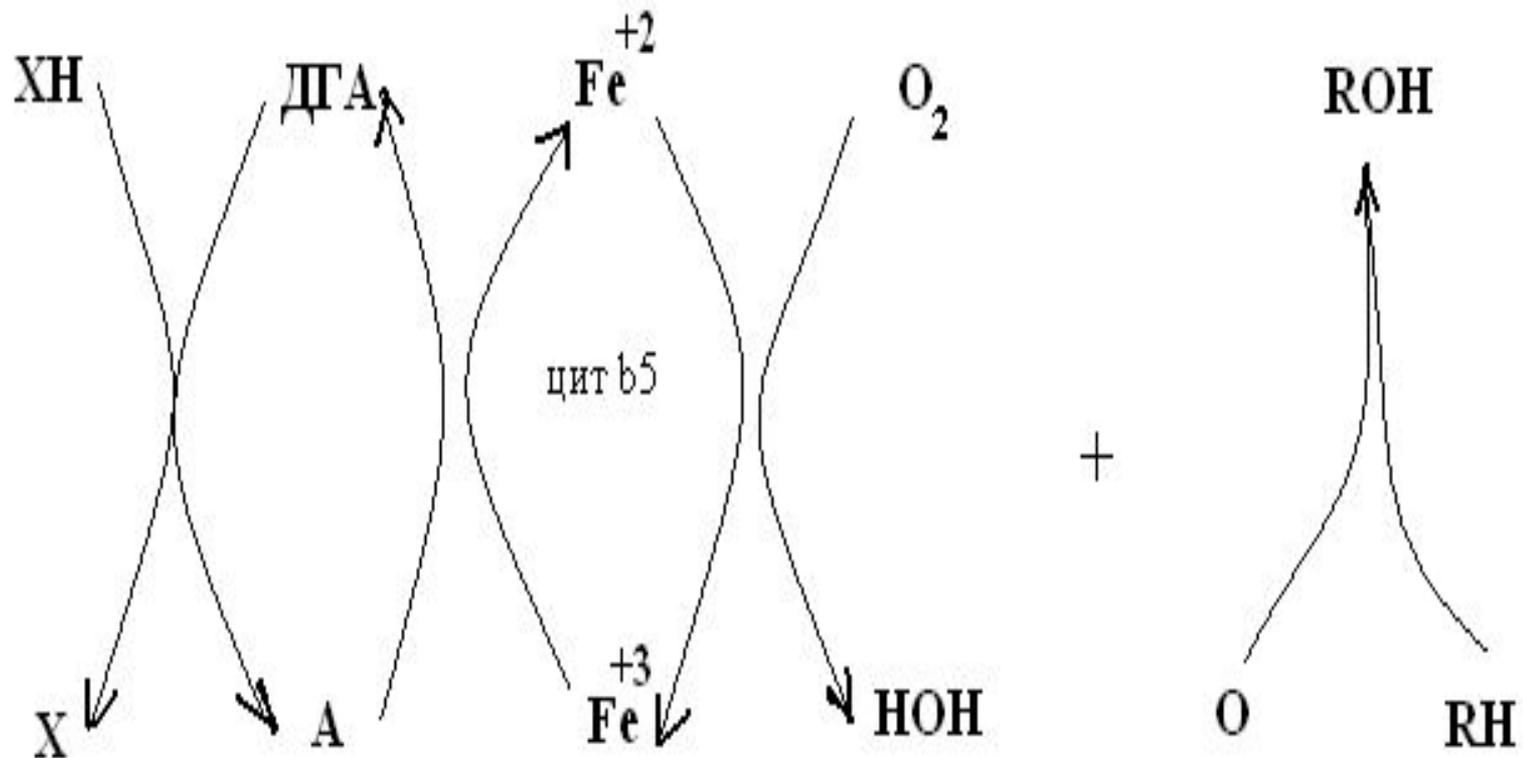
Все биохимические реакции с участием витамина С делятся на три группы:

1. **Окислительные** (гидроксилирование);
2. **Восстановительные** (защита сульфгидрильных групп);
3. **Окислительно-восстановительные** (имеющие отношение к переносу электронов и мембранному потенциалу).

# Витамин С – аскорбиновая кислота

- В клетке витамин С может существовать в различных формах, которые образуют окислительно-восстановительные пары:
- Аскорбиновая кислота/  
дегидроаскорбиновая кислота (**А/ДГА**)  
(что аналогично работе цитохромов)

# Аскорбиновая кислота/ дегидроаскорбиновая кислота



# РОЛЬ В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ

## 1. Восстановительные реакции:

$\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{+}$  поддерживает активность

$\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$  каталазы и СОД

## 2. Кофактор металлосодержащих гидроксилаз:

$\text{Cu}^{+}$ -зависимая гидроксилаза надпочечников:

(дофамин  $\rightarrow$  норадреналин)

$\text{Fe}^{2+}$ -зависимая гидроксилаза:

(фенилаланин  $\rightarrow$  тирозин),

# РОЛЬ В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ

- $\text{Fe}^{2+}$ -аскорбат-зависимая гидроксилаза соединительной ткани:

Лизин  $\rightarrow$  гидроксизин

Пролин  $\rightarrow$  гидроксипролин

(повышение прочности коллагена)

3. **Донор электронов для 3-го комплекса дыхательной цепи митохондрий.**

# РОЛЬ В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ

- Аскорбиновая кислота участвуя в гидроксилировании аминокислот и способствует образованию:  
**гидроксипролина, гидроксилизина,**  
что обеспечивает формирование четвертичной трехспиральной структуры коллагена.

# РОЛЬ В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ

- Другой важный белок для активности которого необходимо гидроксилирование пролина и лизина – **это белок системы комплемента** (неспецифический гуморальный иммунитет).

# Гидроксилирование аминокислот

- Фенилаланин:
  1. образование тирозина;
  2. образование гомогентизиновой кислоты;
- Тирозин (образование ДОФА);
- Дофамин (образование норадреналина);
- Триптофан (образование 5-ОН-триптофана);
- Образование карнитина из лизина.

# Гидроксилирование других соединений

- **Гидроксилирование пептидов** - увеличивает устойчивость к протеазам и повышает сродство к рецепторам (меланоцитостимулирующий гормон и тиреотропинрилизинг-гормон).
- **Увеличение активности цР450** (обезвреживание ксенобиотиков, увеличение синтез желчных кислот из ХС – понижается содержание ХС).

# Восстановительные свойства

- Аскорбиновая кислота восстанавливает глутатион;
- Восстанавливает токоферол (поддерживает его в активной форме);
- Входит в состав витамин С-зависимой супероксиддисмутазы (СОД);
- Входит в состав метгемоглобинредуктазы;
- Восстанавливает фолиевую кислоту (сохраняет ее активную форму);
- Восстанавливает железо (увеличивает его всасывание в кишечнике).

# Недостаточность витамина С

- **Развивается цинга:**  
кровооточивость десен, депрессия, легкость образования кровоподтеков, незаживающие раны, гниение и выпадение зубов.
- При легкой недостаточности:  
петехиальные кровоизлияния, гематомы, гиперкератоз волосяных фолликул, анемия.

# Терапевтическое применение

- Для ускорения заживления ран;
- При различных анемиях;
- При атеросклерозе и его профилактике;
- При расстройствах иммунной системы;
- При инфекционных заболеваниях.

# Витамин Р (биофлавоноид, фактор проницаемости)

Состоит из производных хромона и флавана.

Источники: ягоды и цитрусы.

При дефиците повышена проницаемость капилляров.

**Эффекты:**

- **сохраняют катехоламины,**
- **снижают расщепление гиалуроновой кислоты,**
- **обладают антиоксидантной активностью.**

# Витамин Н – биотин

Синтезируется кишечной микрофлорой.

Функция: реакции карбоксилирования

Ферменты:

- ацетил-КоА-карбоксилаза,
- пируваткарбоксилаза.

## Витамин Н – биотин

пируваткарбоксилаза



пируват

оксалацетат (ЦУК)



# Холин – Витамин В4

- Находится в мясе, продуктах из злаков, частично образуется кишечной микрофлорой.
- Может синтезироваться в организме.
- Предшественник ацетилхолина – медиатора нервной системы, а так же компонент фосфолипида – лецитина (фосфотидилхолина).

# Холин – Витамин В4

- стимулирует синтез фосфолипидов;
- препятствует жировой инфильтрации печени;
- устраняет дистрофические заболевания печени и миокарда;
- усиливает фагоцитоз;
- стимулирует синтез метионина, креатина, адреналина;
- улучшает память;
- обладает седативным действием.

# Пангамовая кислота – Вит В15

Содержится в семенах растений.

Эффекты:

- активация клеточного метаболизма;
- выступает донором метильных групп;
- повышает усвоение кислорода;
- увеличивает содержание креатина и гликогена в печени и мышцах.

# Пангамовая кислота – Вит В15

- Используется при коронарной недостаточности,
- хронических заболеваниях печени, мышц, легких,
- кожных заболеваниях.

# Липоевая кислота

- Содержится в растительных и животных тканях, вырабатывается некоторыми микроорганизмами.
- Выполняет свою роль в энергетическом обмене. Является коферментом окислительного декарбоксилирования ПВК,  $\alpha$ -кетоглутарата, в окислении ВЖК.
- Она нормализует липидный обмен, углеводный, белковый.

# Липоевая кислота

- Как сильный восстановитель снижает потребность в витаминах Е и С, предотвращая их быстрое окисление.
- Положительно влияет на функцию печени, применяется при ее заболеваниях.

# Оротовая кислота (Вит В13)

Это предшественник синтеза уридинфосфата.

Участвует в синтезе пиримидиновых нуклеотидов;

В фиксации магния для синтеза АТФ.

Стимулирует синтез белка, повышает работоспособность.

Форма применения - оротат калия.

# Инозит (Витамин B8)

- По строению — шестиатомный циклический спирт.
- Имеет выраженное липотропное свойство.
- Компонент фосфотидилинозита. Стимулирует его образование.
- Является синергистом витамина E.
- Используется в лечении мышечной дистрофии, при заболеваниях печени, сердца.

## Убихинон (коэнзим Q)

- Синтезируется в организме из мевалоновой кислоты. При старении синтез снижается.
- Функции – переносит водород в дыхательной цепи.
- Повышает эффективность работы митохондрий.
- Обладает антиоксидантными свойствами.
- Улучшает транспорт кислорода в крови, увеличивает сократительную функцию миокарда.

# Витамин U (противоязвенный фактор)

- Витамин U – активированная форма метионина.
- Усиливает устойчивость слизистой ЖКТ к агрессивным факторам:
  1. Стимулирует репарацию слизистой оболочки.
  2. Инактивирует гистамин (способствует нормализации кислотности желудочного сока и обезболиванию).
- Применяется при язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки.

# Карнитин

- Синтезируется из лизина и метионина.
- Участвует в транспорте липидов в митохондрию (ацил-карнитин).
- Имеет значение для клеток, усиленно окисляющих ЖК – кардиомиоцитов.
- Способствует выведению токсических веществ из организма.
- Используется при дистрофических заболеваниях сердца, печени.

# **Антивитамины (антиметаболиты)**

- **Антивитамины – это вещества, затрудняющие использование витаминов клеткой путем их разрушения, связывания или замещения.**

# Антивитамины

**Антивитамины делятся на две группы:**

1) неспецифические – препятствуют проникновению в клетку (связывают или разрушают витамины).

Например: тиаминаза, аскорбиназа, авидин.

# Антивитамины

- 2) специфические – препятствуют осуществлению метаболических функций. Они похожи по структуре с витаминами и занимают их место в ферментах (антикоферменты).

# Антивитамины

**Антикоферменты, имеющие практическое значение:**

- Вит В6 – изониазид (туберкулостатик);
- ПАБК – сульфониламиды;
- Фолиевая кислота – птеридин.

# Антивитамины

- Кроме того, к антивитаминам фолиевой кислоты относят метатрексат и аминоптерин, они блокируют **дегидрофолатредуктазу**;
- Фторурацил блокирует -  
**тимидилатсинтетазу**;
- Меркаптопурин блокирует -  
**5-фосфорибозил-1-пирофосфатсинтетазу**

# ЛИТЕРАТУРА

- **Биохимия**: учебник под редакцией Е.С. Северина. М.: ГЭОТАР-медиа.- 2005.- 779с.
- Берёзов Т.Т., Коровкин Б.Ф. **Биологическая химия**: Учебник.-3-е изд.-М.: Медицина, 2004.- 704с.
- Николаев А.Я. **Биологическая химия**.-М.: ООО «Мед. информ. агентство», 2001.- 496с.
- Ленинджер А. **Основы биохимии** / В 3-х томах.- М.: Мир, 1985.
- Страйер Л. **Биохимия** / В 3-х томах.- М.: Мир, 1985.
- Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэлл В. **Биохимия человека**: В 2-х томах. Пер. с англ.: М.: Мир, 1993.- 415с.
- Бышевский А.Ш., Терсенов О.А. **Биохимия для врача**.- Екатеринбург: издательско-полиграфическое предприятие «Уральский рабочий», 1994.