

Военно-медицинская академия  
Кафедра клинической биохимии и  
лабораторной диагностики

ЛЕКЦИЯ № 20

«Биохимия витаминов. Классификация  
витаминов. Жирорастворимые витамины»

## ПЛАН ЛЕКЦИИ

- 1) Краткая история развития учения о витаминах .
- 2) Авитаминозы, гипо- и гипервитаминозы .
- 3) Жирорастворимые витамины :
  - витамин А;
  - витамин D;
  - витамин К;
  - витамин Е.

# ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

- Наука о витаминах (витаминология) как самостоятельная наука выделилась сравнительно недавно. Еще 100 лет назад люди думали, что нормальное развитие организма поддерживается употреблением в пищу белков, жиров и углеводов. Однако, длительные путешествия по морю, сопровождающиеся возникновением цинги, порой у всего экипажа и другие наблюдения, натолкнули ученых на новые мысли в этой области. Эйкман, тюремный врач на о. Ява, заметил, что куры, питающиеся очищенным рисом, страдают рядом заболеваний. Оболочка риса содержит витамин В1, влияющий на аэробную стадию углеводного обмена, нарушение которой ведет к накоплению в головном мозге ПВК и возникновению множественных полиневритов (болезнь **бери-бери** у людей) .
- Русский ученый Лунин развил учение о витаминах (новая глава в питании). Он ставил опыты на мышах, добиваясь обратимых симптомов дефицита. Его труды были забыты.
- Спустя 25 лет (1912 год) Гопкинс повторил опыты Лунина, за что получил Нобелевскую премию.
- 1912 г - польский ученый Функ из оболочек риса выделил органическое вещество (витамин В), содержащее аминогруппу (витамины - амины жизни).
- 1922 год-Зелинский доказал наличие связи витаминов с АЦ ферментов, он показал, что они работают в составе фермента.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ

**ВИТАМИНЫ** -низкомолекулярные органические вещества - регуляторы биохимических процессов, не синтезируются в организме, должны поступать с пищей.

## **ВИТАМИНЫ СИНТЕЗИРУЮТСЯ:**

- зелеными растениями;
- микроорганизмами ( т.ч. в ЖКТ);

## **СЛЕДОВАТЕЛЬНО:**

- они не синтезируются в клетках человека;
- не накапливаются;
- не являются источниками энергии;
- не включаются в структуру тканей.

- АВИТАМИНОЗ- СОСТОЯНИЕ, ВОЗНИКАЮЩЕЕ при ОТСУТСТВИИ ВИТАМИНОВ.
- ГИПОВИТАМИНОЗ- СОСТОЯНИЕ, ВОЗНИКАЮЩЕЕ ПРИ НЕДОСТАТКЕ ВИТАМИНОВ (ВСТРЕЧАЕТСЯ ЧАЩЕ).
- ГИПЕРВИТАМИНОЗ- СОСТОЯНИЕ, ВОЗНИКАЮЩЕЕ ПРИ ИЗБЫТКЕ ВИТАМИНОВ.

## ПРИЧИНЫ ГИПО- И АВИТАМИНОЗОВ

### 1) НИЗКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНОВ В ПИЩЕ:

- ОДНООБРАЗНОЕ ПИТАНИЕ;
- НЕПРАВИЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ ПРОДУКТОВ;
- НЕПРАВИЛЬНАЯ КУЛИНАРНАЯ ОБРАБОТКА;

### 2) НЕСООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУ ПОСТУПЛЕНИЕМ ВИТАМИНОВ И ПОВЫШЕННОЙ ПОТРЕБНОСТЬЮ:

- В ЗОНАХ С НИЗКОЙ И ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ  
ПОТРЕБНОСТЬ В ВИТАМИНАХ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ  
НА 30-60% (И ДЛЯ ВС И ВМФ) ;
- КИСЛОРОДНОЕ ГОЛОДАНИЕ;
- НЕРВНЫЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ;
- ПОЖИЛОЙ ВОЗРАСТ ;

- ПИЩА, БОГАТАЯ УГЛЕВОДАМИ УВЕЛИЧИВАЕТ ПОТРЕБНОСТЬ  
В ВИТАМИНАХ В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>с</sub> ;
- ПИЩА, БОГАТАЯ БЕЛКАМИ УВЕЛИЧИВАЕТ ПОТРЕБНОСТЬ В  
ВИТАМИНАХ В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, С;
- БЕРЕМЕННОСТЬ И ЛАКТАЦИЯ;

### 3) ПОВЫШЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИТАМИНОВ В ЖКТ:

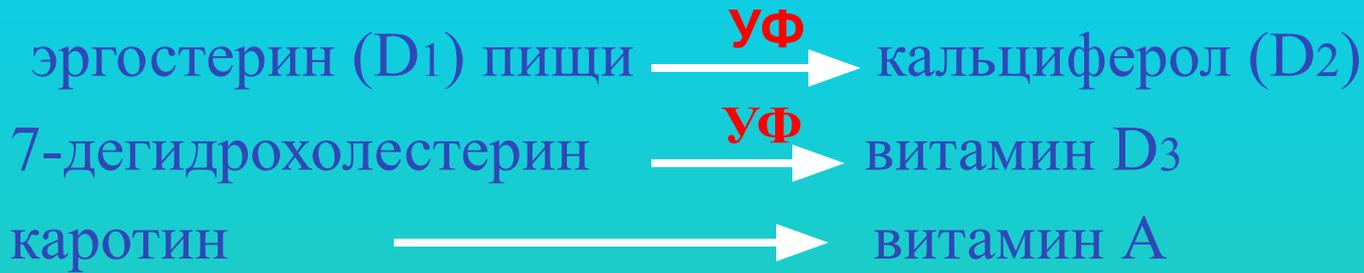
- ДИСБАКТЕРИОЗЫ;
- ГЛИСТНЫЕ ИНВАЗИИ;

### 4) НАРУШЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВСАСЫВАНИЯ;

### 5) ЛЕКАРСТВЕННАЯ ТЕРАПИЯ (АНТИБИОТИКИ, СУЛЬФАНИЛАМИДЫ);

### 6) ВРОЖДЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ ОБМЕНА ВИТАМИНОВ.

## ■ ПРОВИТАМИНЫ- ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ВИТАМИНОВ



## ■ АНТИВИТАМИНЫ- СТРУКТУРНЫЕ АНАЛОГИ ВИТАМИНОВ

парааминосалициловая кислота (ПАСК), ДИКУМАРИН

# КЛАССИФИКАЦИЯ ВИТАМИНОВ

## 1) Жирорастворимые

- витамин А (ретинол);
- витамин D (кальциферол);
- витамин E (токоферол);
- витамин K (филлохинон);

## 2) Водорастворимые

- витамин B<sub>1</sub> (тиамин);
- витамин B<sub>2</sub> (рибофлавин);
- витамин B<sub>3</sub> (пантотеновая кислота);
- витамин B<sub>5</sub> (PP, никотинамид);
- витамин B<sub>6</sub> (пиридоксин);
- витамин B<sub>7</sub> (H, биотин);
- витамин C (аскорбиновая к-та)

## 3) Витаминоподобные

### соединения

- холин;
- инозит;
- убихинон;
- липоевая к-та;
- парааминобензойная к-та;
- оротовая к-та;
- линоленовая к-та;
- арахидоновая к-та;

# ГРУППОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИТАМИНОВ

ЛЕЧЕБНЫЙ ЭФФЕКТ	БИОХИМИЧЕСКАЯ Х-КА	ВИТАМИНЫ
повышение реактивности организма	регуляция состояния ЦНС, обмен веществ, трофика тканей, обмен Са/Р.	В <sub>1</sub> В <sub>2</sub> РР А С Е D
антигеморрагические	регуляция гемостаза, проницаемости и устойчивости кровеносных сосудов	С Р К
антианемические	регуляция кроветворения	С Е В <sub>12</sub> В <sub>с</sub>

## (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

ЛЕЧЕБНЫЙ ЭФФЕКТ	БИОХИМИЧЕСКАЯ Х-КА	ВИТАМИНЫ
антиинфекционные	выработка антител защитных св-в эпителия	С А Е
регулирующие зрение	усиливают остроту зрения	А С В <sub>2</sub>

# ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ И ИХ НОМЕНКЛАТУРА

## ХИМИЧЕСКАЯ

*Витамин А(ретинол)*

*Витамин D(кальциферол)*

*Витамин Е(токотриенол)*

*Витамин К(филлохинон)*

*Витамин Q(убихинон)*

*F-комплекс ненасыщенных ЖК*

*- линолевая;*

*-линоленовая;*

*-арахидоновая;*

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ

*антиксерофтальмический*

*антирахитический*

*антиоксидантный*

*антигеморрагический*

-----

-----

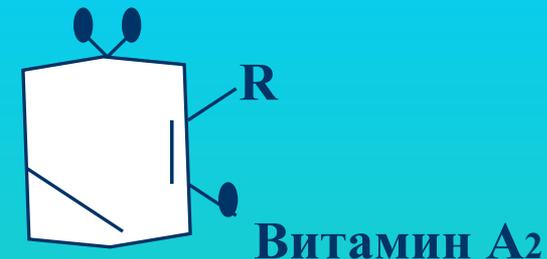
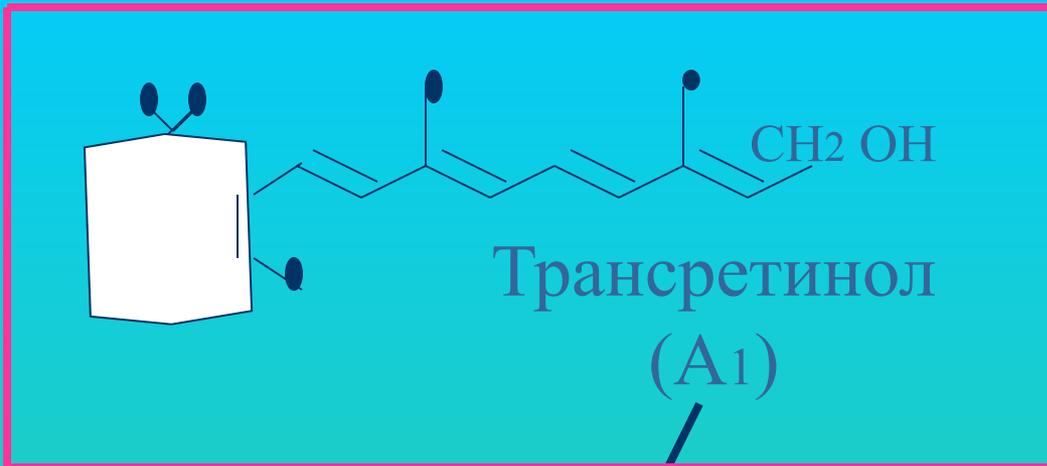
# *Витамин А (ретинол, антиксерофтальмический)*

## **ГИПОВИТАМИНОЗ:**

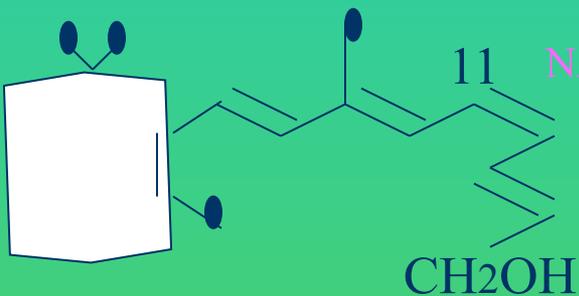
- куриная слепота у взрослых ;*
- ксерофтальмия (сухость оболочек глаза);*
- кератомаляция (распад роговицы);*

## **ГИПЕРВИТАМИНОЗ (редко):**

- кахексия;*
- выпадение волос;*
- головные боли;*
- потеря аппетита;*



Цис-транс изомераза



11-цис-ретиаль



Ретиноевая кислота (R-COOH)

← оксидаза



# В-каротин



**В-каротин-диоксигеназа**

**2 молекулы витамина А**

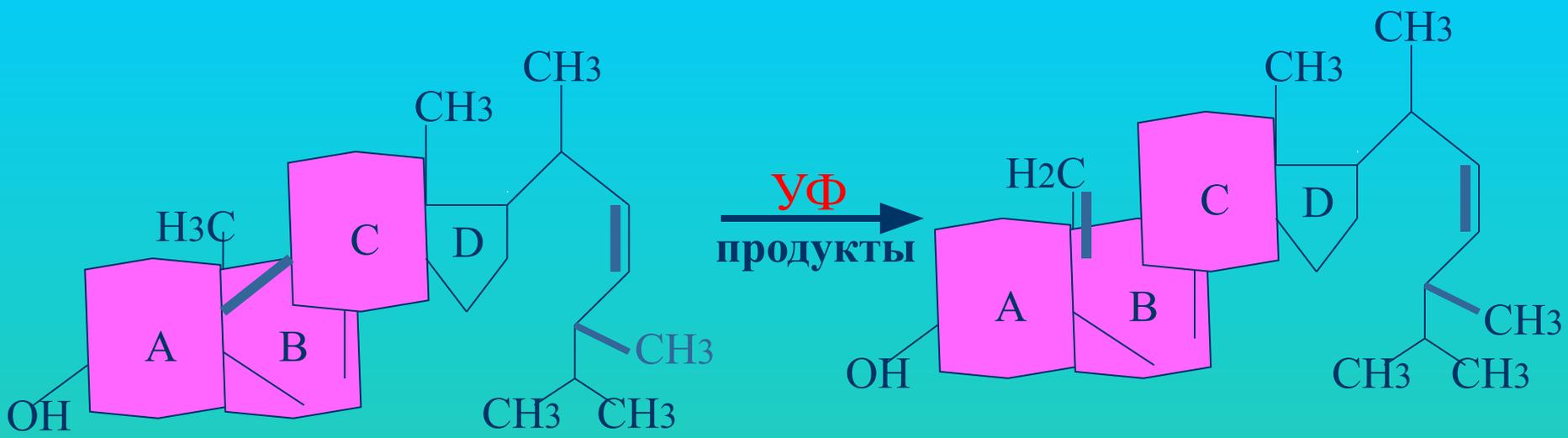


## Витамин А (содержание в продуктах, мкг/г)

жир печени трески-----	<u>65-375</u>
жир печени палтуса-----	<u>25000</u>
печень барана-----	<u>200</u>
желток яйца-----	<u>25-150</u>
масло сливочное-----	2-125
мясо -----	1,2-12,5
молоко-----	0,2-4,5
листья петрушки-----	<u>100</u>
абрикосы-----	<u>50-100</u>
тыква-----	50
картофель-----	0,2-0,3
морковь-----	<u>80-120</u>
томаты-----	12-15

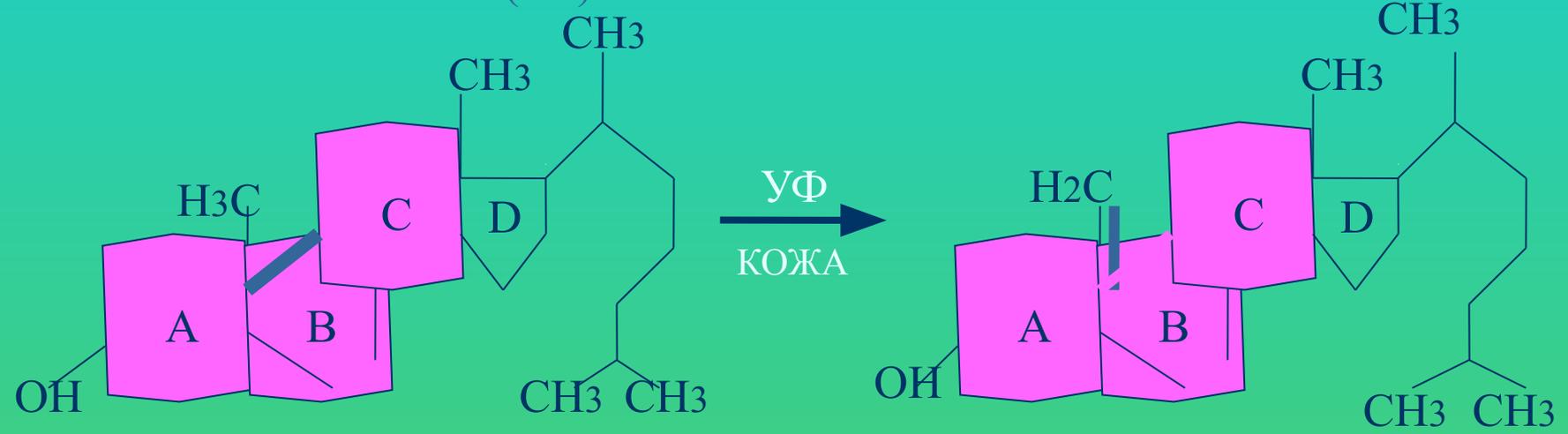
Суточная норма 1-2,5 мг

# Витамин D (антирахитический, группа кальциферолы)



ЭРГОСТЕРИН (D1)

ЭРГОКАЛЬЦИФЕРОЛ (D2)



7-ДЕГИДРОХОЛЕСТЕРИН

ХОЛЕКАЛЬЦИФЕРОЛ (D3)

**7-ДЕГИДРОХОЛЕСТЕРИН**  $\xrightarrow[\text{КОЖА}]{\text{УФ}}$  **ХОЛЕКАЛЬЦИФЕРОЛ (D<sub>3</sub>)**

ПЕЧЕНЬ

25-гидроксилаза

**25(OH)D<sub>3</sub>**

24-гидроксилаза

1-гидроксилаза

**ПОЧКИ**

**24,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>**

**1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>**

**1,24,25(OH)<sub>3</sub>D<sub>3</sub>**



## ГИПОВИТАМИНОЗ:

- рахит у детей (искривляются ноги, деформируется грудная клетка);
- остеопороз у взрослых (усиливается вымывание  $\text{Ca}^{2+}$  из костей)
- при беременности ( у ребенка поздно развиваются зубы, нарушается костеобразование, наблюдаются головные боли);

**Витамин D3 при гидроксилировании в почках образует стероидный гормон кальцитриол (1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>), который вместе с двумя другими гормонами (паратгормоном и кальцитонином) принимает участие в регуляции Ca-обмена. Другие OH-производные вит.D3 практически лишены биологической активности.**

**Кальцитриол усиливает всасывание Ca и P в кишечнике. Это единственный гормон, способствующий транспорту Ca против градиента концентрации на мембране энтероцитов. Кальцитриол работает по принципу обратной связи, ↓ Ca в пище и крови приводит к ↑ активности 1-гидроксилазы, увеличивается синтез кальцитриола и Ca ↑.**

# Витамин D (содержание в продуктах,мкг/г)

жир печени скумбрии-----	<u>1500</u>
жир печени карпа-----	250
жир печени камбалы-----	50-100
печень трески-----	1,5
яйцо куриное-----	0,013-0,05
молоко-----	0,001
белые грибы-----	0,088
Шампиньоны-----	0,02-0,063

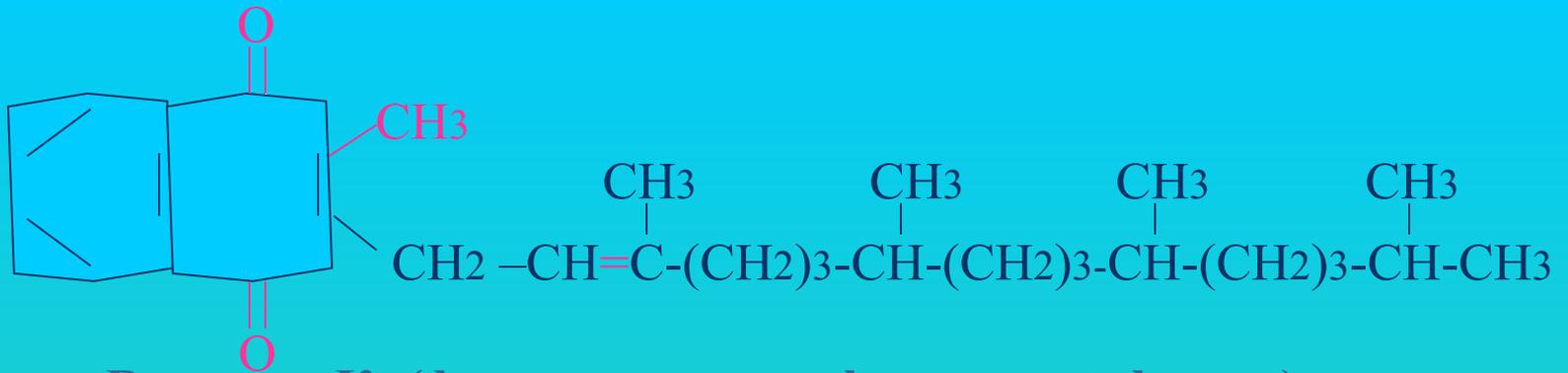
**СУТОЧНАЯ НОРМА 10-25 мкг**

## Витамин К(филлохинон, антигеморрагический)

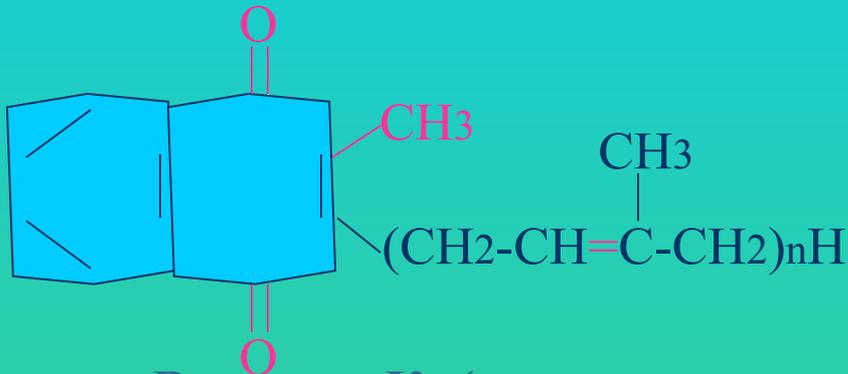
**ГИПОВИТАМИНОЗ (редко):**

- снижается свертывающая способность крови;
- развиваются кровоизлияния в слизистых;

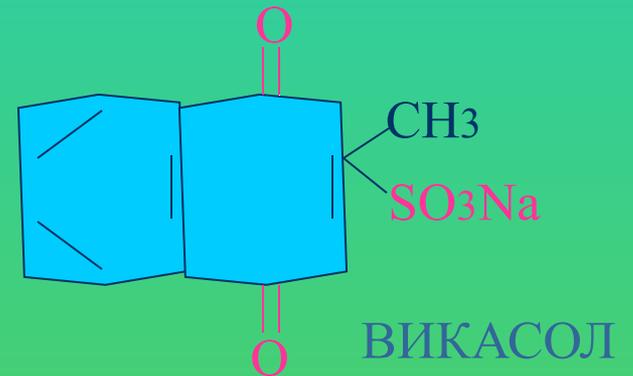
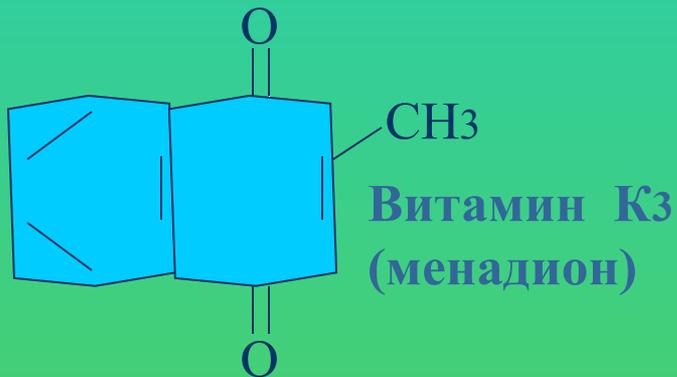
**АВИТАМИНОЗ-редко(синтезируется в ЖКТ)**



**Витамин К1 (филлохинон = нафтохинон + фитол )**



**Витамин К2 (менахинон; n=6,7,9)**

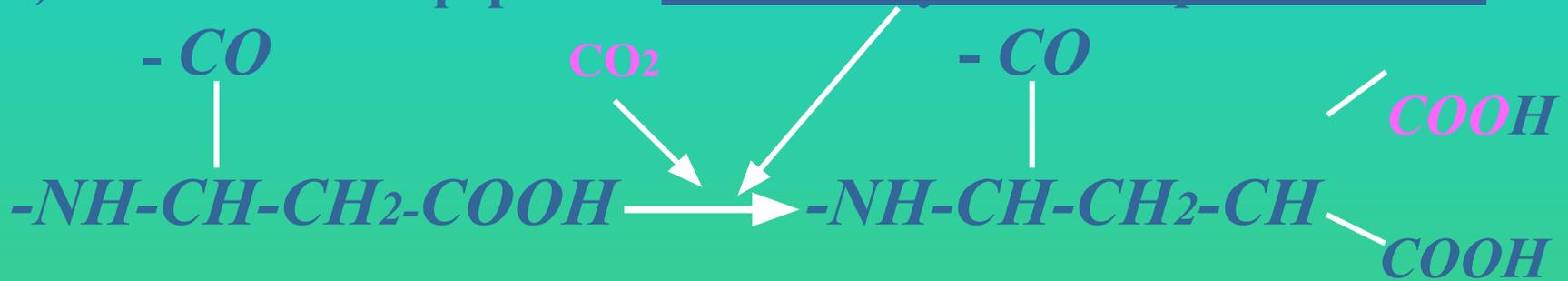


# Роль в метаболизме:

1) участие в синтезе 6 факторов системы ГЕМОСТАЗА

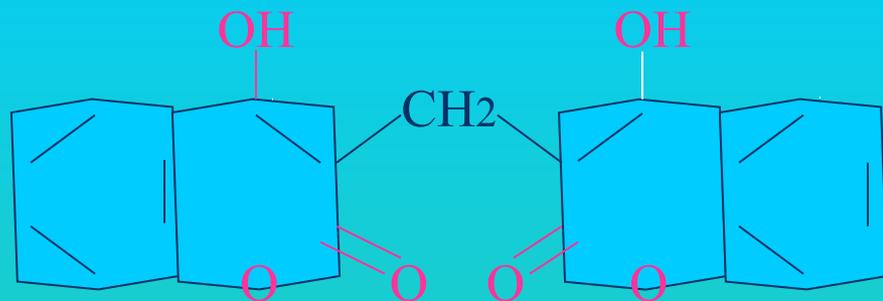
- протромбин – ф. II;
- проконвертин – ф. VII;
- фактор Кристмаса – ф. IX;
- фактор Прауэра-Стюарта – ф. X;
- протеин C
- протеин S

2) витамин K-кофермент гамма-глутамилкарбоксилазы

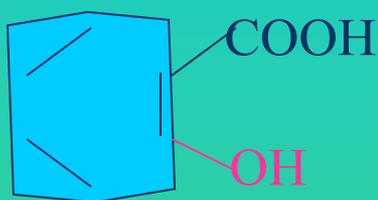


3) аналог *KoQ* - у бактерий (транспорт протонов и электронов);

АНТИВИТАМИНЫ-используются для предотвращения образования тромбов



**ДИКУМАРОЛ, синкумар, Варфарин**



**САЛИЦИЛОВАЯ  
КИСЛОТА**



**Препятствуют  
свертыванию крови**

**АСПИРИН, тромбоасс, кардиомагнил**

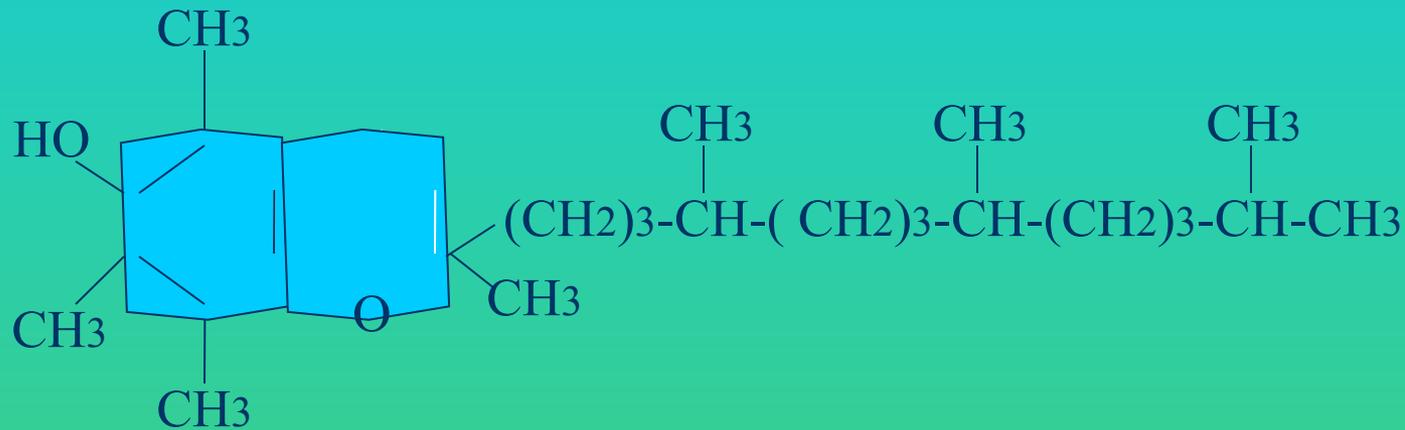
# Витамин К (содержание в продуктах, мкг/г)

листья каштана	800
шпинат	270-550
крапива	400
люцерна	200-400
томаты	100
картофель	20
овес	10

**СУТОЧНАЯ НОРМА 1 мг**

# ВИТАМИН E (токоферол, витамин размножения)

- ГИПОВИТАМИНОЗ : -бесплодие;  
-нарушение развития беременности;  
-нарушение синтеза половых гормонов;  
-мышечная дистрофия;  
-нарушение овогенеза/сперматогенеза;



**α-Токоферол**

## Биологическая роль витамина E

- *-мощный антиоксидант;*
- *-вит. E аналогичен КоQ (участие в ox-red процессах);*
- *-синтез стероидных гормонов;*
- *-синтез гема (2 фермента: аминолевулинатсинтаза  
аминолевулинатдегидрогеназа);*
- *-предотвращение преждевременных абортос – у  
грызунов;*

## Витамин Е (содержание в продуктах, мкг/г)

кукурузное масло	160
пшеничное масло	100
льняное масло	23
маргарин	5,7
сливочное масло	1,9
пшеница	1,11
картофель	0,05
рис	0,35
молоко	0,04-0,06
дрожжи	0,4

**СУТОЧНАЯ НОРМА 3-5 мг**