

# План лекции « ВИТАМИНЫ »

- 1.Общее понятие о витаминах.
- 2.Витамины, продуктивность и здоровье животных.
- 3.Авитаминозы, гиповитаминозы.
- 4.Номенклатура и классификация витаминов.
- 5.Жирорастворимые витамины (А, Е, D, К, F ,Q). Строение и участие в биохимических процессах.
- 6.Водорастворимые витамины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, В<sub>с</sub>, С, Н). Строение и участие в биохимических процессах.

## К. Функ – 1912 г.

Впервые выделил вещество из оболочки зерен пшеницы, содержащее  $\text{NH}_2$  - группу.

Вещество излечивало животных от болезни бери-бери и получило название амин жизни – vitamin.

# ВИТАМИНЫ

Витамины — низкомолекулярные органические соединения различной химической природы и различного строения, синтезируемые главным образом растениями, частично - микроорганизмами. Для человека и животных витамины - незаменимые пищевые факторы.

Недостаток поступления витаминов с пищей, нарушение их всасывания или нарушение их использования организмом приводит к развитию патологических состояний, называемых гиповитаминозами.

# Номенклатура витаминов

1. Буквами латинского алфавита – витамин А, D, В<sub>1</sub> и др.
2. По названию заболевания, от которого предохраняет витамин, плюс приставка анти- (витамин А – антиксерофтальмический, витамин D – антирахитный).
3. По химическому строению – витамин А – ретинол, витамин D – кальциферол.

# Провитамины

- Провитамины (предшественники витаминов) – вещества, из которых при определенных условиях в организме образуются витамины.
- Примеры:
  1. Каротиноиды – провитамины витамина А.
  2. 7-дегидрохолестерол – провитамин витамина D<sub>3</sub>.
  3. Эргостерол - провитамин витамина D<sub>2</sub>.

# Классификация витаминов

- По растворимости:
  1. Жирорастворимые (липовитамины) – витамин А, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, Е, К, F, Q.
  2. Водорастворимые (гидровитамины) – витамины группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub> (РР), В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, В<sub>с</sub>), Н, С, Р и др.

# Классификация витаминов

- **По клинико-физиологическому действию:**

1. Повышающие общую резистентность организма (  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_5$ ,  $B_6$ , С и А)
2. Антигеморрагические (против возникновения кровоизлияний) – витамины К, Р, С.
3. Антианемические (улучшающие процессы кроветворения) – витамины  $B_{12}$ , Вс, С.
4. Регуляторы зрения – витамины А,  $B_2$ , С.
5. Антиинфекционные – витамины А, С.

# Витаминоподобные вещества

- Их отсутствие не дает внешних проявлений авитаминоза, но сказывается на общем уровне метаболизма. Они синтезируются в тканях животных, но в недостаточных количествах.

• Примеры:

1. Пангамовая кислота ( $B_{15}$ ).
2. Оротовая кислота ( $B_{13}$ ).
3. Метилметионин (витамин U).
4. Холин.
5. Инозит.
6. Карнитин.
7. Парааминобензойная кислота.

# Классификация витаминов

На основе растворимости

1. Водорастворимые витамины:
2. Жирорастворимые витамины

# Водорастворимые витамины

Витамин В<sub>1</sub> (тиамин);

Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин);

Витамин РР (никотиновая кислота, никотинамид, витамин В<sub>3</sub>);

Пантотеновая кислота (витамин В<sub>5</sub>);

Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин);

Биотин (витамин Н);

Фолиевая кислота (витамин В<sub>с</sub>, В<sub>9</sub>);

Витамин В<sub>12</sub> (кобаламин);

Витамин С (аскорбиновая кислота);

Витамин Р (биофлавоноиды).

# Жирорастворимые витамины

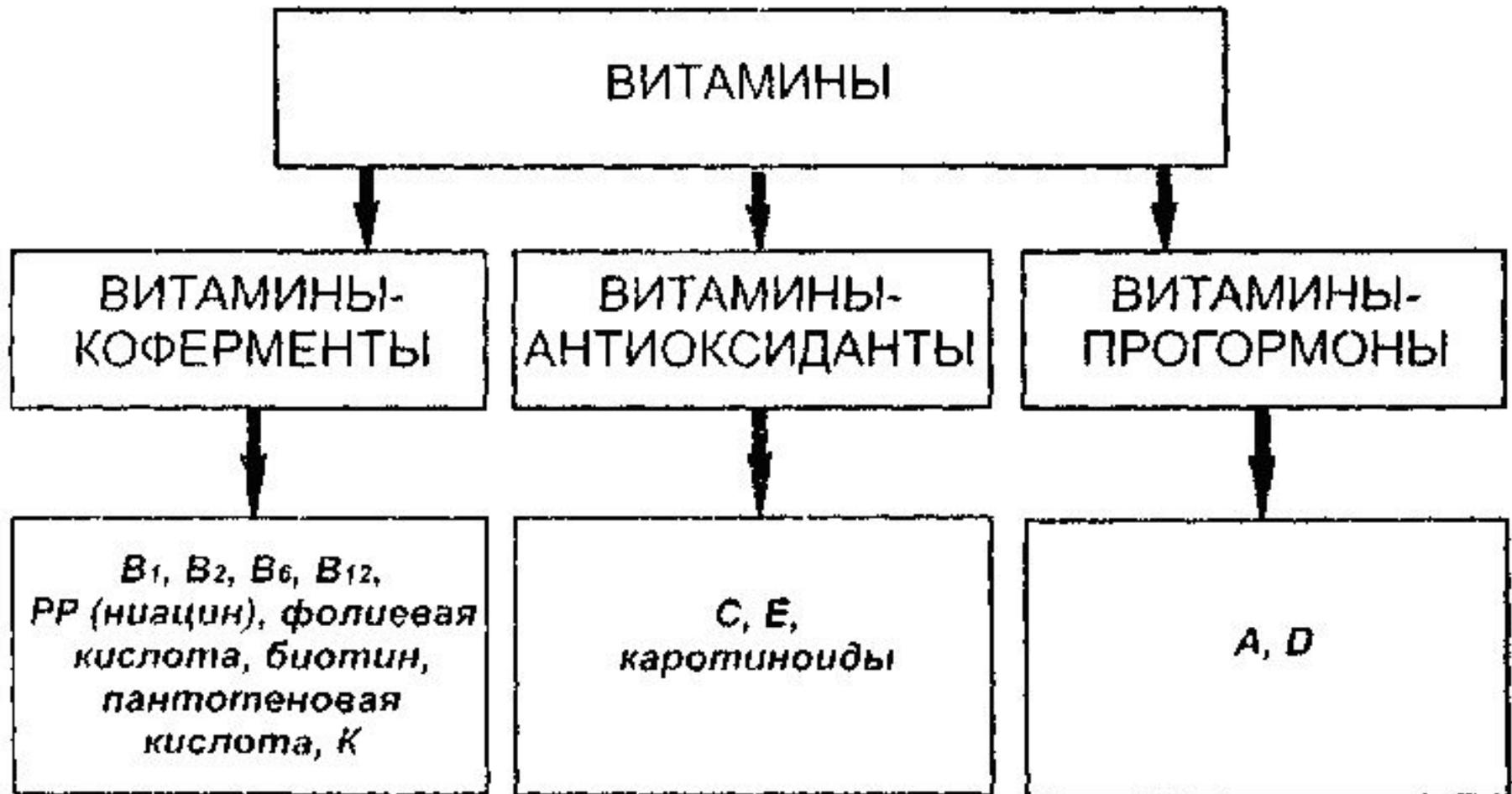
Витамин А (ретинол);

Витамин D (холекальциферол);

Витамин Е (токоферол);

Витамин К (филлохинон).

# Функциональная классификация ВИТАМИНОВ



# Витамины - коферменты

В первую, самую многочисленную, входят витамины, из которых в организме образуются коферменты и простетические группы различных ферментов. К этим витаминам, называемым иногда энзимовитаминами, относятся водорастворимые группы В, а также витамин К.

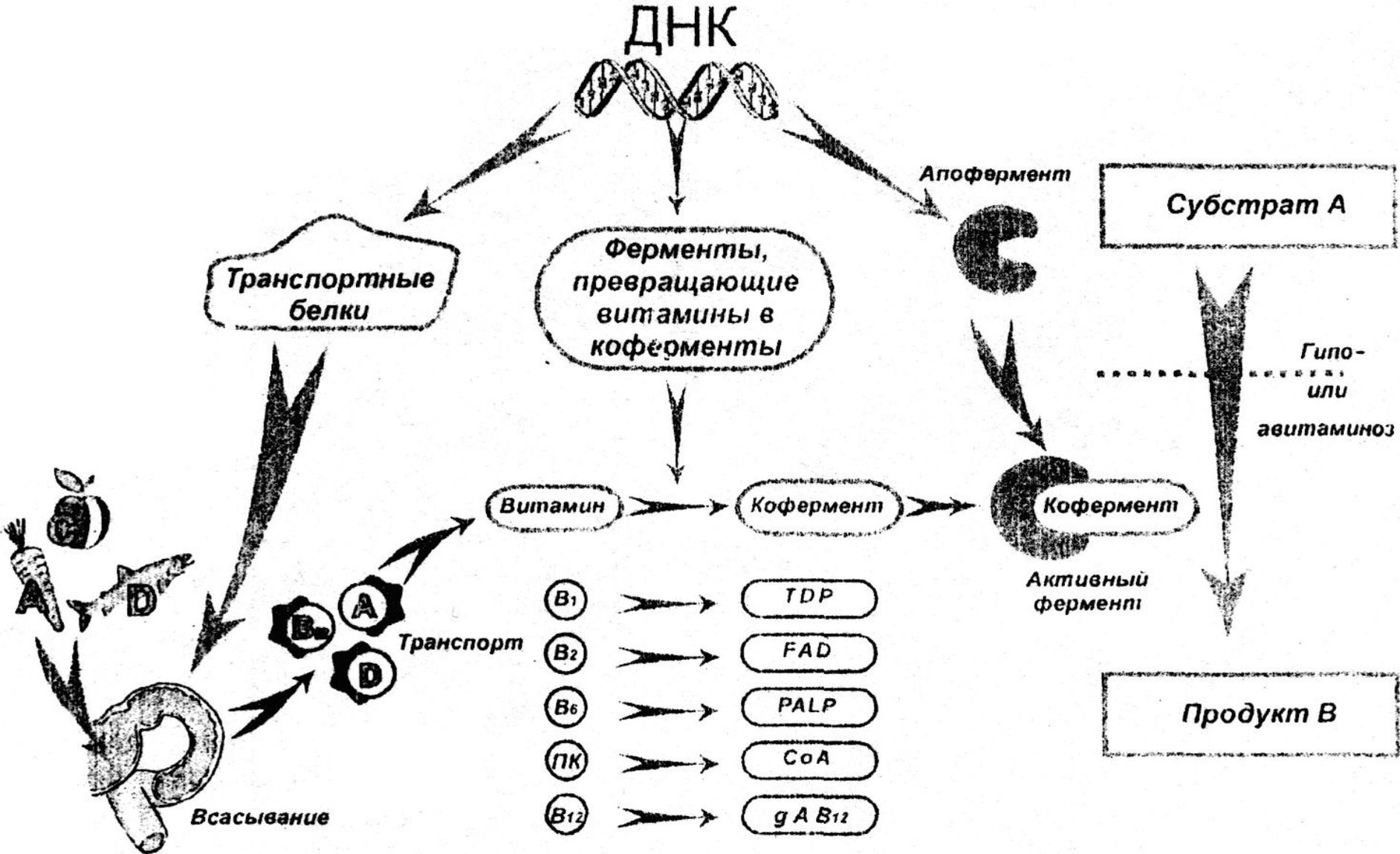
# Витамины - прогормоны

Вторую группу образуют витамины – прогормоны, активные формы которых обладают гормональной активностью. К ним относятся витамин D, функционирует как гормон в процессах обмена кальция. К этой же группе следует отнести и витамин A, гормональной формой которого является ретиноевая кислота, играющая важную роль в процессах роста и дифференцировки эпителиальных тканей.

# Витамины - антиоксиданты

Наконец, к третьей группе можно отнести витамины — антиоксиданты: аскорбиновую кислоту (витамин С) и витамин Е (токоферолы), входящие в систему антиоксидантной защиты организма от повреждающего действия активных свободнорадикальных форм кислорода. В эту же группу можно включить  $\beta$ -каротин, ликопин, лютеин и другие каротиноиды, которые, независимо от наличия или отсутствия у них способности превращаться в витамин А, обладают собственной, не связанной с этим превращением, антиоксидантной активностью, важной для организма. Антиоксидантной активностью обладают и многие биофлавоноиды.

# Обмен и функциональная роль витаминов - коферментов



# Заболевания

- Авитаминоз – заболевание, вызванное полным отсутствием какого-либо витамина.
- Полиавитаминоз – заболевание, вызванное полным отсутствием нескольких витаминов.
- Гиповитаминоз - заболевание, вызванное недостатком какого-либо витамина.
- Гипервитаминоз – заболевание, вызванное избытком какого-либо витамина.

# Общие симптомы а- и гиповитаминозов

1. Замедление роста и развития животных.
2. Снижение продуктивности животных.
3. Снижение резистентности организма.
4. Снижение аппетита.
5. Быстрая утомляемость, сонливость.

И на их фоне развиваются специфические симптомы, характерные для каждого витамина.

# Активация витаминов

Ни один витамин не осуществляет свои функции в обмене веществ в том виде, в котором он поступает с пищей. Прежде, чем реализовать свои функции каждый витамин должен пройти ряд определенных этапов, происходящих с помощью специальных транспортных, ферментных и рецепторных белков.

# Всасывание витаминов

Так, всасывание большинства витаминов в кишечнике осуществляется при участии специальных транспортных систем, назначение которых состоит в том, чтобы «выловить» редкие молекулы витаминов и обеспечить их перенос через слизистую оболочку тонкого кишечника. Классическим примером в этом отношении является хорошо известный внутренний фактор, связывающий витамин  $B_{12}$  в желудке и обеспечивающий его посадку на специфический рецепторный участок апикальной мембраны энтероцита.

# Перенос в ткани

Так, перенос всосавшегося витамина В<sub>12</sub> к тканям осуществляется с помощью специальных транспортных белков: транскобаламинов 1 и 2; перенос витамина D – с помощью белка траскальциферина. Особый интерес представляет ретинол-связывающий белок, необходимый для переноса витамина А из печени к органам – мишеням. Без этого белка ретинол не может ни покинуть печень, ни проникнуть в те клетки, где он осуществляет свои функции.

# АВИТАМИНОЗЫ

## Причины:

1. Отсутствие витаминов в кормах.
2. Заболевания пищеварительного тракта.
3. Наличие в кормах авитаминов, солей тяжелых металлов.
4. Тяжелая физическая работа, высокая продуктивность, болезни.
5. Включение в рацион большое количество антибиотиков, сульфаниламидов.

# Полигиповитаминозы

Выявляемый дефицит затрагивает не один какой-то витамин, а имеет характер сочетанной недостаточности витаминов С, группы В и каротина, т.е. является полигиповитаминозом.

Дефицит витаминов обнаруживается не только весной, но и в летне-осенний, наиболее, казалось бы, благоприятный период года, и, таким образом, является постоянно действующим неблагоприятным фактором.

# Витаминноэлементодефициты

У значительной части детей, беременных кормящих женщин поливитаминовый дефицит сочетается с недостатком железа, что является причиной широкого распространения скрытых и явных форм витаминожелезодефицитной анемии.

В целом ряде регионов поливитаминовый дефицит сочетается с недостаточным поступлением кальция, йода, селена и ряда других макро- и микроэлементов.

# Микронутриенты

Дефицит микронутриентов выявляется не у какой-то ограниченной категории детей и взрослых, а является уделом практически всех групп населения во всех регионах страны.

Таким образом, недостаточное потребление микронутриентов является массовым и постоянно действующим фактором, оказывающим отрицательное влияние на здоровье, рост, развитие и жизнеспособность всей нации.

# Следствия гиповитаминозов

Недостаточное потребление витаминов наносит существенный ущерб здоровью: снижает физическую и умственную работоспособность, сопротивляемость различным заболеваниям, усиливает отрицательное воздействие на организм неблагоприятных экологических условий, вредных факторов производства, нервно-эмоционального напряжения и стресса, повышает профессиональный травматизм, чувствительность организма к воздействию радиации, сокращает продолжительность активной трудоспособной жизни.

# Следствия гиповитаминозов

Недостаточное поступление витаминов в детском и юношеском возрасте отрицательно сказывается на показателях физического развития, заболеваемости, успеваемости, способствует постепенному развитию обменных нарушений, хронических заболеваний и, в конечном итоге, препятствует формированию здорового поколения.

Расчеты показывают что даже самый идеально построенный рацион, рассчитанный на 2500 ккал. в день (а это средние энергозатраты человека), дефицитен по большинству витаминов по крайней мере на 20%.

# Следствия гиповитаминозов

Дефицит витаминов у беременных и кормящих женщин, потребность которых в этих пищевых веществах особенно велика, наносит большой ущерб здоровью матери и ребенка, увеличивает детскую смертность, является одной из причин недоношенности, нарушений физического и умственного развития детей. Особенно опасен в этом отношении дефицит фолиевой кислоты, наблюдаемый в настоящее время у 70-100% беременных женщин.

# Водорастворимые витамины

Витамин В<sub>1</sub> (тиамин);

Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин);

Витамин РР (никотиновая кислота, никотинамид, витамин В<sub>3</sub>);

Пантотеновая кислота (витамин В<sub>5</sub>);

Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин);

Биотин (витамин Н);

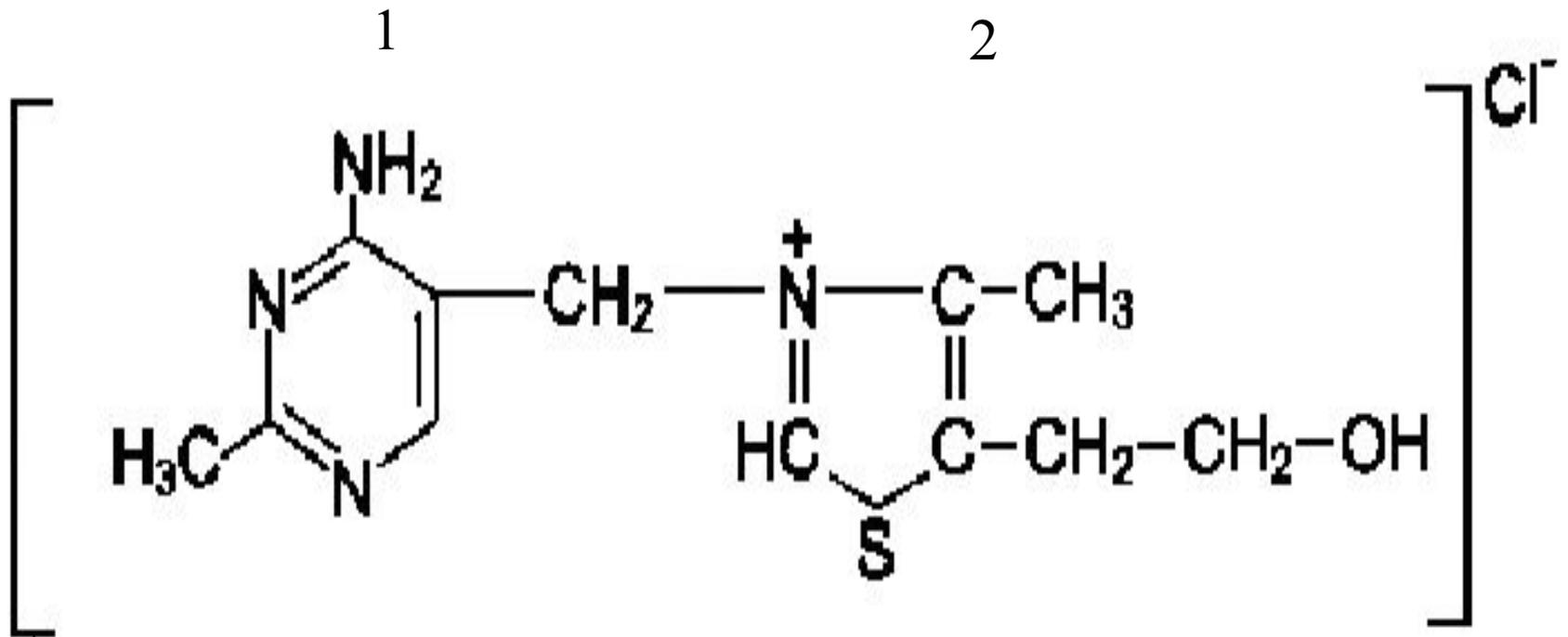
Фолиевая кислота (витамин В<sub>с</sub>, В<sub>9</sub>);

Витамин В<sub>12</sub> (кобаламин);

Витамин С (аскорбиновая кислота);

Витамин Р (биофлавоноиды).

# Витамин В<sub>1</sub> (тиамин). Антинозевринный



1 - пиримидиновое кольцо; 2 - тиазоловое кольцо

# Биологическая роль

Витамина В<sub>1</sub> определяется тем, что в виде тиаминдифосфата (ТДФ) он входит в состав как минимум трех видов ферментов и ферментативных комплексов.

# Роль ТДФ

ТДФ входит в состав свыше 30 ферментов. Выполняют много функций. Например, декарбоксилирование кетокислот ( $\alpha$ -кетоглутаровой, ЩУК, пировиноградной).

ТДФ – кофермент декарбоксилазы и транскетолазы.

1. Транскетолазная реакция.

2. Пируватдегидрогеназная реакция.

Авитаминоз: накопление кетокислот (ацидоз), их действие на нейроны и нервные окончания, воспаление нервных стволов - полиневрит. Нарушаются функции НС, сердечно-сосудистой системы, дыхания, опорно-двигательной системы.

Препараты В<sub>1</sub>: тиаминбромид, тиаминхлорид.

# Потребность в витамине В<sub>1</sub> для с/х животных

Цыплята породы леггорн .....	0,90 мг/кг
Цыплята тяжелых пород .....	0,45 мг/кг
Индюшата .....	1,00 мг/кг
Индейки .....	1,80 мг/кг
Поросята (4,5 кг) .....	1,26 мг/кг
Поросята (18 кг) .....	1,06 мг/кг
Телята .....	8-15 мг/голова в день
Ягнята .....	2 - 4 мг/голова в день

# Витамин В<sub>1</sub> в молоке (мкг%)

## Коровье:

Молозиво.....62  
Молоко.....38

## Овечье:

Молозиво.....108  
Молоко.....98

## Кобылье:

Молозиво.....38  
Молоко.....28

## Свиное:

Молозиво.....60  
Молоко.....65

# Витамин В<sub>1</sub> в кормах (мг%)

Рожь (зерно).....	0,51	Пшеница (зерно).....	0,61
Ржаная мука.....	0,33	Пшеничные ростки.....	1,73
Кукуруза (зерно).....	0,52	Бобы.....	0,18
Кукурузные ростки.....	1,42	Свекла кормовая.....	0,05
Кукурузная мука.....	0,16	Свекла сахарная.....	0,03
Рис (зерно).....	0,25	Помидоры.....	0,06
Рисовые отруби.....	2,20	Кабачки.....	0,05

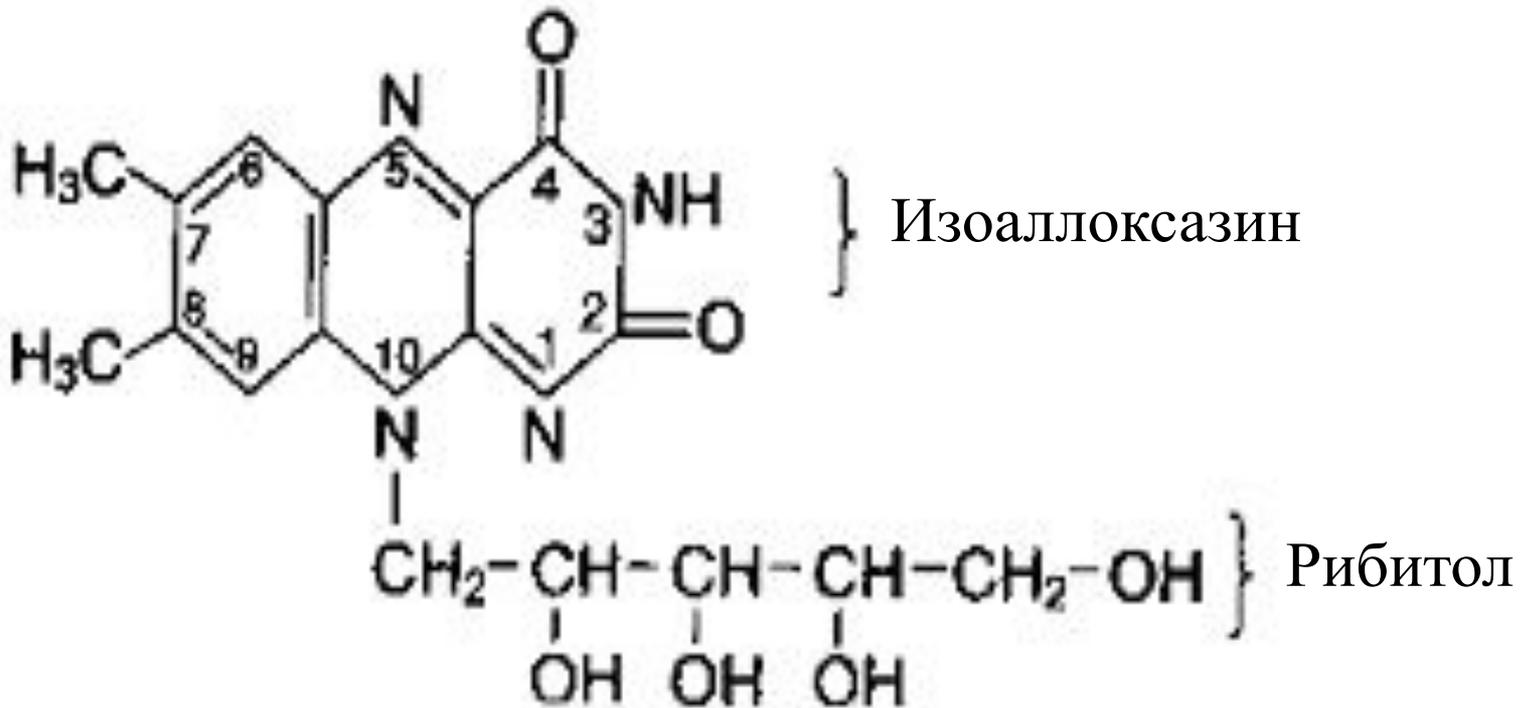
# Витамин В<sub>1</sub> (мг%) в продуктах питания

Говядина .....	0,03	Арбуз .....	0,04
Свинина мясная .....	0,52	Дыня .....	0,04
Печень говяжья .....	0,30	Яблоки .....	0,03
Куры .....	0,07	Смородина черная .....	0,03
Яйца куриные .....	0,07	Мука ржаная.....	0,42
Молоко коровье.....	0,04	Дрожжи(пекарские).....	0,60
Горошек зелёный.....	0,34	Горох (сухой).....	0,81
Фасоль.....	0,50	Крупа гречневая.....	0,43
Картофель.....	0,12	Крупа овсяная.....	0,49
Капуста белокачанная.....	0,03	Тыква.....	0,05
Морковь красная.....	0,06	Мука пшеничная.....	0,41

# Суточная потребность ( мг ) витамин В<sub>1</sub> для человека

Дети (1-10 лет) .....	1,0
Подростки (11-17 лет) .....	1,6
Беременные женщины .....	1,7
Женщины, кормящие грудью .....	1,9

# Витамин В<sub>2</sub> (Рибофлавин)



# Биологические функции

В слизистой оболочке кишечника после всасывания витамина происходит образование коферментов ФМН и ФАД.

Коферменты ФМН и ФАД входят в состав флавиновых ферментов, принимающих участие в окислительно-восстановительных реакциях.

# Роль $V_2$

Образует коферменты: 1. Флавиномононуклеотид (ФМН)

2. Флавинадениннуклеотид (ФАД)

В составе ФМН и ФАД участвует в реакциях тканевого дыхания.

Образует группу (более 60) флавинзависимых дегидрогеназ, катализирующих окислительно-восстановленные реакции.

Отнимает  $e$  или  $H^+$  от различных субстратов и передает различным акцепторам или на  $O_2$ .

Авитаминоз: энергетическое голодание, задержка роста, Рибофлавинкиназа уменьшение привеса, ФАД пиррофосфорид повышенная смертность, дерматиты, выпадение шерсти и перьев, смертность эмбрионов.

# Потребность в витамине В<sub>2</sub> ( мг/кг ) у с/х ЖИВОТНЫХ

	Украина	США	Англия	Чехия
Поросята до 11кг .....	2,8	3,3	2,5	0,18
Поросята от 11 до 23кг .....	2,4	3,1	2,5	0,12
Поросята от 23 до 34кг .....	—	2,6	2,5	0,12
Подсвинки на откорме .....	1,8	2,2	2,5	0,12
Свиноматки .....	3,0	3,3	3,0	0,10
Телята .....	—	—	—	0,03
Ягнята .....	—	—	—	0,025
Жеребята .....	—	—	—	0,035

# Витамин В<sub>2</sub> суточная потребность ( мг ) для человека

Дети (1-10 лет) .....	0,9-1,6
Подростки (11-17 лет) .....	1,7-2,0
Взрослые .....	2,0-3,0
Беременные женщины .....	2,0
Женщины, кормящие грудью .....	2,2

# Потребность в витамине В<sub>2</sub> ( мг/кг ) у птиц

	Украина	США	Япония
Цыплята до 8 нед. ....	3	3,6	7,2
Цыплята 8-18 нед. ....	3	1,8	7,2
Утята и гусята ....	3	—	—
Индюшата ....	4	3,6	—
Несушки пром. стада ....	4	2,2	2,2
Племенные куры ....	4	3,8	—
Племенные утки и гуси ....	4	—	—
Племенные индейки ....	4	3,8	—

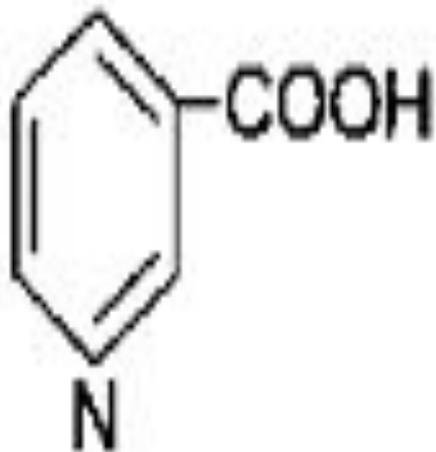
# Витамин В<sub>2</sub> ( мг/кг ) в продуктах питания

Говядина .....	0,04	Арбуз .....	0,03
Свинина мясная .....	0,14	Дыня .....	0,04
Печень говяжья .....	2,19	Яблоки .....	0,02
Куры .....	0,15	Смородина черная .....	0,04
Яйца куриные .....	0,44	Мука ржаная.....	0,15
Молоко коровье.....	0,15	Дрожжи(пекарские).....	0,70
Горошек зелёный.....	0,19	Макаронные изделия.....	0,04
Фасоль.....	0,18	Крупа гречневая.....	0,20
Картофель.....	0,07	Крупа овсяная.....	0,11
Капуста белокачанная.....	0,04	Тыква.....	0,06
Морковь красная.....	0,07	Мука пшеничная.....	0,15

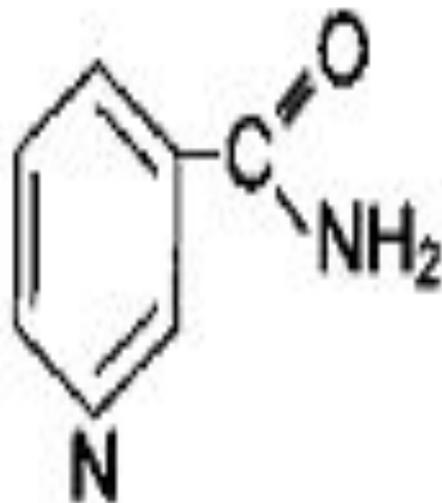
## Витамин В<sub>2</sub> (мкг%) в кормах

Кукуруза.....	120	Жмых подсолн.....	300
Рожь.....	120	Сено люцерны.....	730
Пшеница.....	170	Сено разнотравное.....	130
Ячмень.....	195	Силос кукурузный.....	300
Овёс.....	185	Дрожжи.....	3000
Отруби пшен.....	230	Рыбная мука.....	600
Свекла.....	40	Мясо-костн. мука.....	350

# Витамин В<sub>3</sub> (витамин РР)



Никотиновая кислота



Никотинамид

# Биологические функции В<sub>3</sub>

Никотиновая кислота в организме входит в состав НАД и НАДФ, выполняющих функции коферментов различных дегидрогеназ. НАДФ образуется из НАД путем фосфорилирования под действием цитоплазматической НАД-киназы.



В составе ферментов НАД и НАДФ участвует в реакциях тканевого дыхания.

Является коферментами более чем у 300 ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции (гликолиз, ЦТК,  $\beta$ -окисления и др.).

Отнимает  $e$  или  $H^+$  от различных субстратов и передает на акцептор. Флавінзависимые дегидрогеназы. Содержащие НАД ферменты катализируют окисл-восст. реакции распада, а содержащие НАДФ-синтеза.

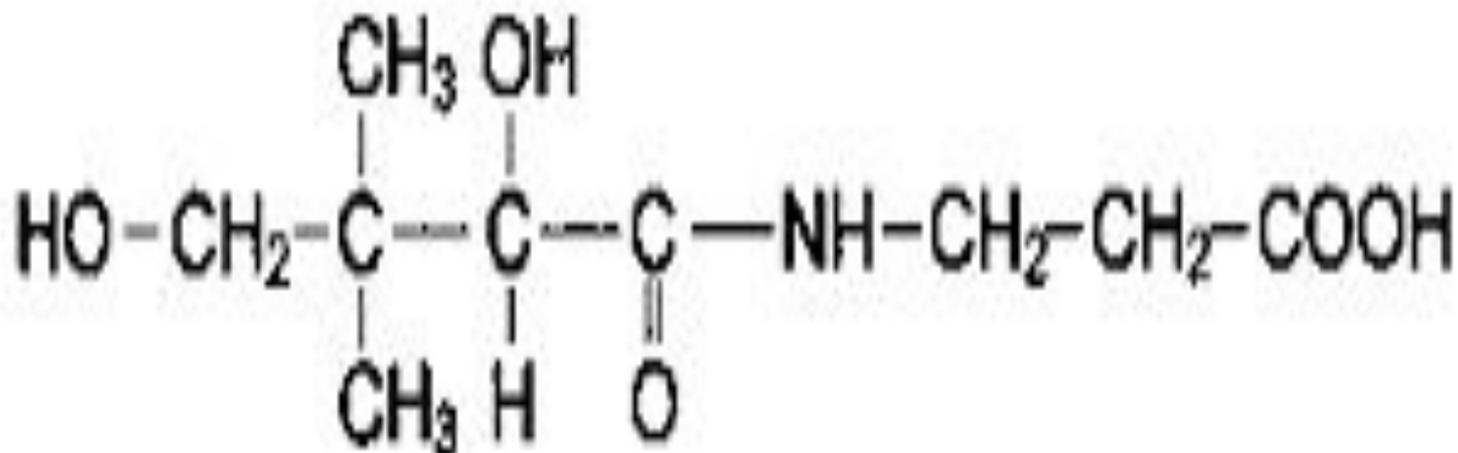
Авитаминоз: проявляется различными формами дерматитов, шелушения, изъязвления, замедление роста и др.

# Витамин В<sub>4</sub> (Холин)



Биологическая роль: источник метильных групп для синтеза ацетилхолина, метионина, тиамина. Входит в состав (лецитина, сфингофосфатидов). Используется как липотропное вещество (препятствует накоплению жиров в печени).

# Витамин В<sub>5</sub> (пантотеновая кислота)



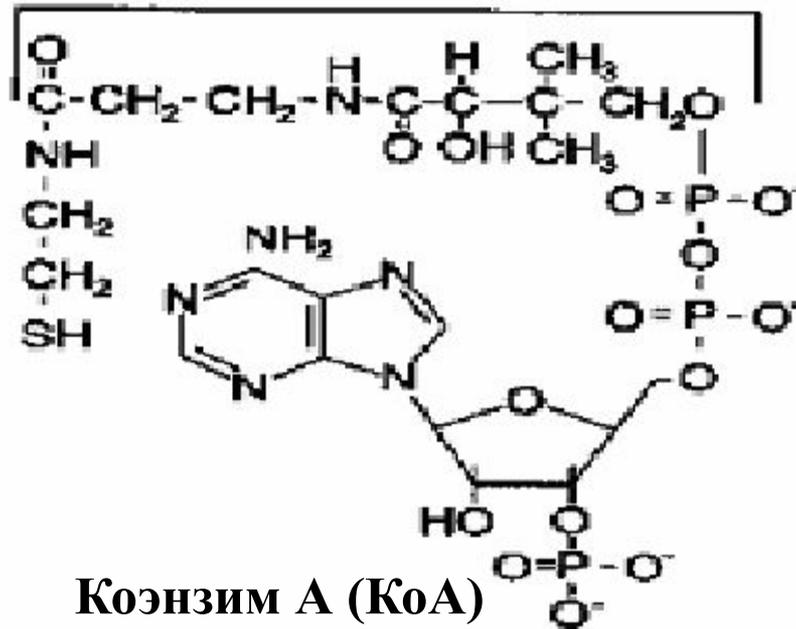
2,4-Дигидрокси-3,3-диметил-  
масляная кислота

β-Аланин

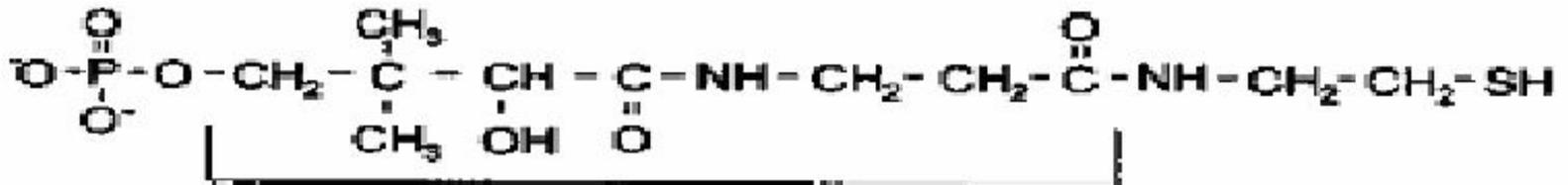
# Биологические функции

Пантотеновая кислота используется в клетках для синтеза коферментов: 4-фосфопантотеина и КоА. КоА участвует в переносе ацильных радикалов в реакциях общего пути катаболизма, активации жирных кислот, синтеза холестерина и кетоновых тел, синтеза ацетилглюкозаминов, обезвреживания чужеродных веществ в печени.

# Строение К<sub>0</sub>А и 4'-фосфопантотеин

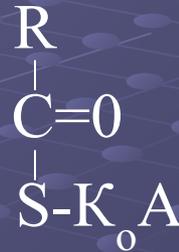


Коэнзим А (КоА)



4'-фосфопантотеин

# Форма активированной карбоновой кислоты



Признаки авитаминоза: поражения кожных покровов, слизистых оболочек внутренних органов, дегенерация органов, депигментация; у человека - онемения пальцев ног, жгучая боль в ногах.

# Витамин В<sub>5</sub>

## Суточная потребность(мг)

Дети(1-10лет).....	10-15
Подростки(11-17лет).....	15-19
Взрослые.....	14-28
Беременные женщины.....	19
Женщины, кормящие грудью.....	21

# Потребность в витамине В<sub>5</sub> (мг\кг)

	Украина
Поросята-сосуны(4-23кг).....	16
Поросята-отъёмыши.....	12
Подсвинки на откорме.....	10
Супоросные, подсосные матки и хряки.....	10

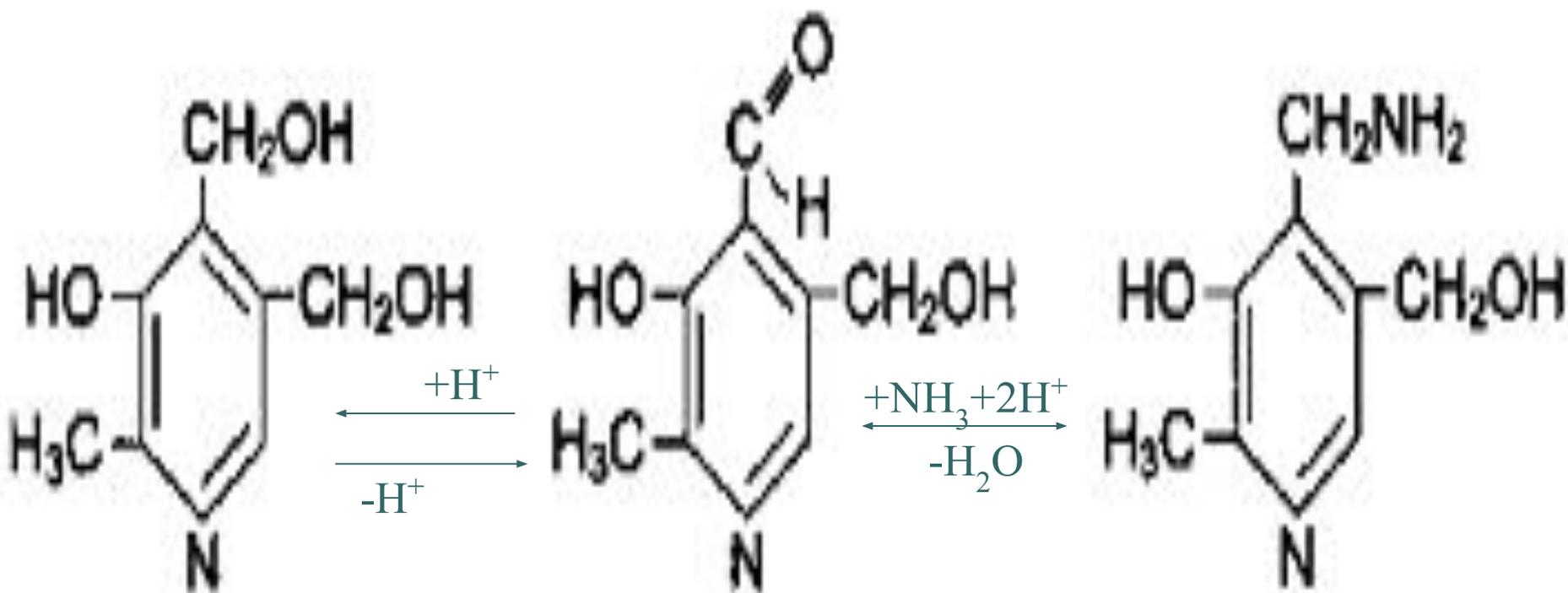
# Витамин В<sub>5</sub> (мг%) в продуктах питания

Говядина .....	0,30	Арбуз .....	0,24
Свинина мясная .....	2,60	Дыня .....	0,40
Печень говяжья .....	9,00	Яблоки .....	0,30
Куры .....	7,70	Смородина черная .....	0,30
Яйца куриные .....	0,19	Мука ржаная.....	1,16
Молоко коровье.....	0,10	Дрожжи(пекарские)....	11,40
Горошек зелёный.....	2,00	Макаронные изделия....	1,21
Фасоль.....	2,10	Крупа гречневая.....	4,19
Картофель.....	1,30	Крупа овсяная.....	1,10
Капуста белокачанная.....	0,70	Тыква.....	0,50
Морковь красная.....	1,00	Мука пшеничная.....	5,50

# Витамин В<sub>5</sub> (мг%) в кормах

Кукуруза.....	1,75	Жмых подсолн.....	18,0
Рожь.....	120	Сено клевер.....	2,8
Отруби пшен.....	20,00	Сено разнотравное.....	0,7
Соя.....	4,0	Рыбная мука.....	6,0
Клевер, люцерна.....	0,5	Свекла.....	40
Мясо-костная мука.....	4,5		

# Витамин В<sub>6</sub> и производные пиридина

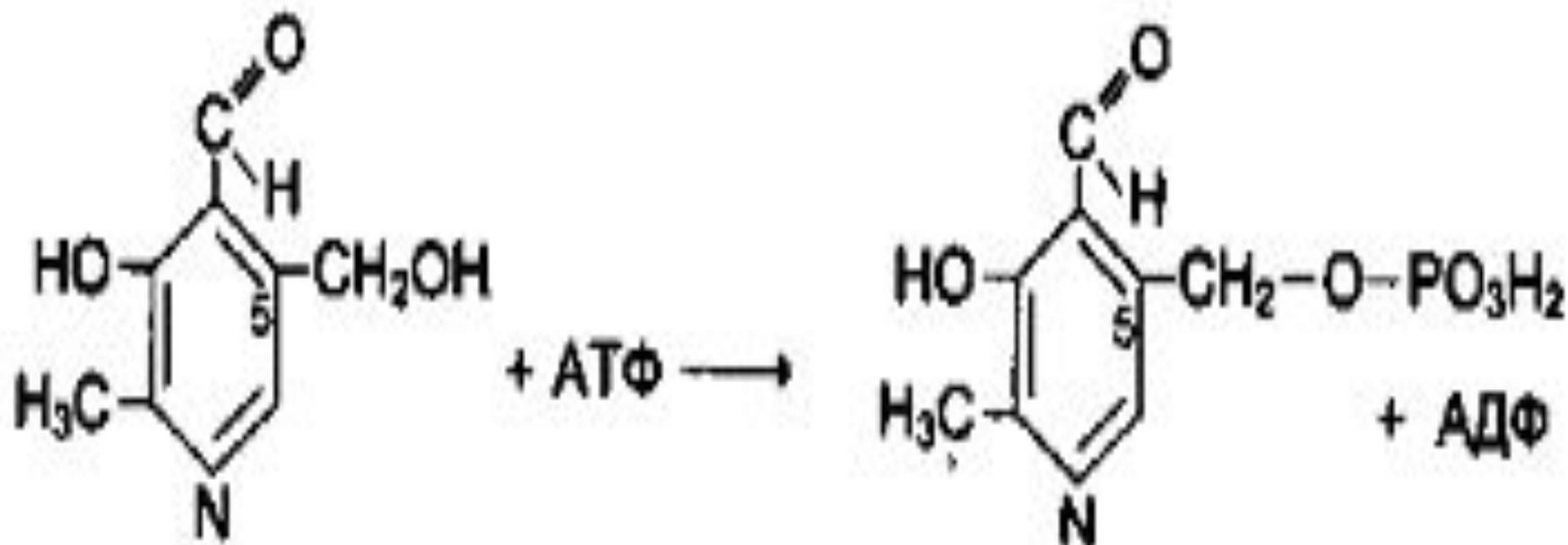


Пиридоксол  
(пиридоксин)

Пиридоксаль

Пиридоксамин

# Фосфорный эфир витамина В<sub>6</sub>



Пиридоксаль  
(витамин В<sub>6</sub>)

Пиридоксальфосфат  
(кофермент)

# Биологические функции

Все формы витамина В<sub>6</sub> используются в организме для синтеза коферментов: пиридоксальфосфата и пиридоксаминфосфата. Коферменты образуются путем фосфолирования по гидроксиметильной группе в пятом положении пиримидинового кольца при участии фермента пиридоксалькиназы и АТФ как источника фосфата.

Пиридоксальные ферменты играют ключевую роль в обмене аминокислот: катализируют реакции трансаминирования и декарбоксилирования аминокислот, участвуют в специфических реакциях метаболизма отдельных аминокислот: серина, треонина, триптофана, серосодержащих аминокислот, а также в синтезе гема.

# Роль В<sub>6</sub> (пиридоксин)

В составе ферментов участвует в обмене аминокислот – переаминирование, декарбоксилирование, перигидроксилирование, перенос серы с метионина; участвует в образовании адреналина, норадреналина, серотонина, гистамина и др.

Авитаминоз: проявляется в виде различных дерматитов, эпилептических судорог, задержка роста и развития, поражение НС, уменьшается содержание гемоглобина на 30%. Нарушается обмен липидов, что ведёт к атеросклерозу.

# Суточная потребность витамина В<sub>6</sub> ( мг )

Дети(1-3года).....	0,9
Дети(4-6лет).....	1,3
Дети(7-10лет).....	1,6
Подростки(11-17лет).....	1,7-2,0
Взрослые.....	1,7-2,7
Беременные женщины.....	2,0
Женщины, кормящие грудью.....	2,2

# Суточная потребность в витамине В<sub>6</sub> ( мг\кг )

Цыплята.....	3,0
Индюшата.....	4,4
Утята и гусята.....	2,6
Куры-несушки.....	3,0
Племенные куры и утки.....	4,5

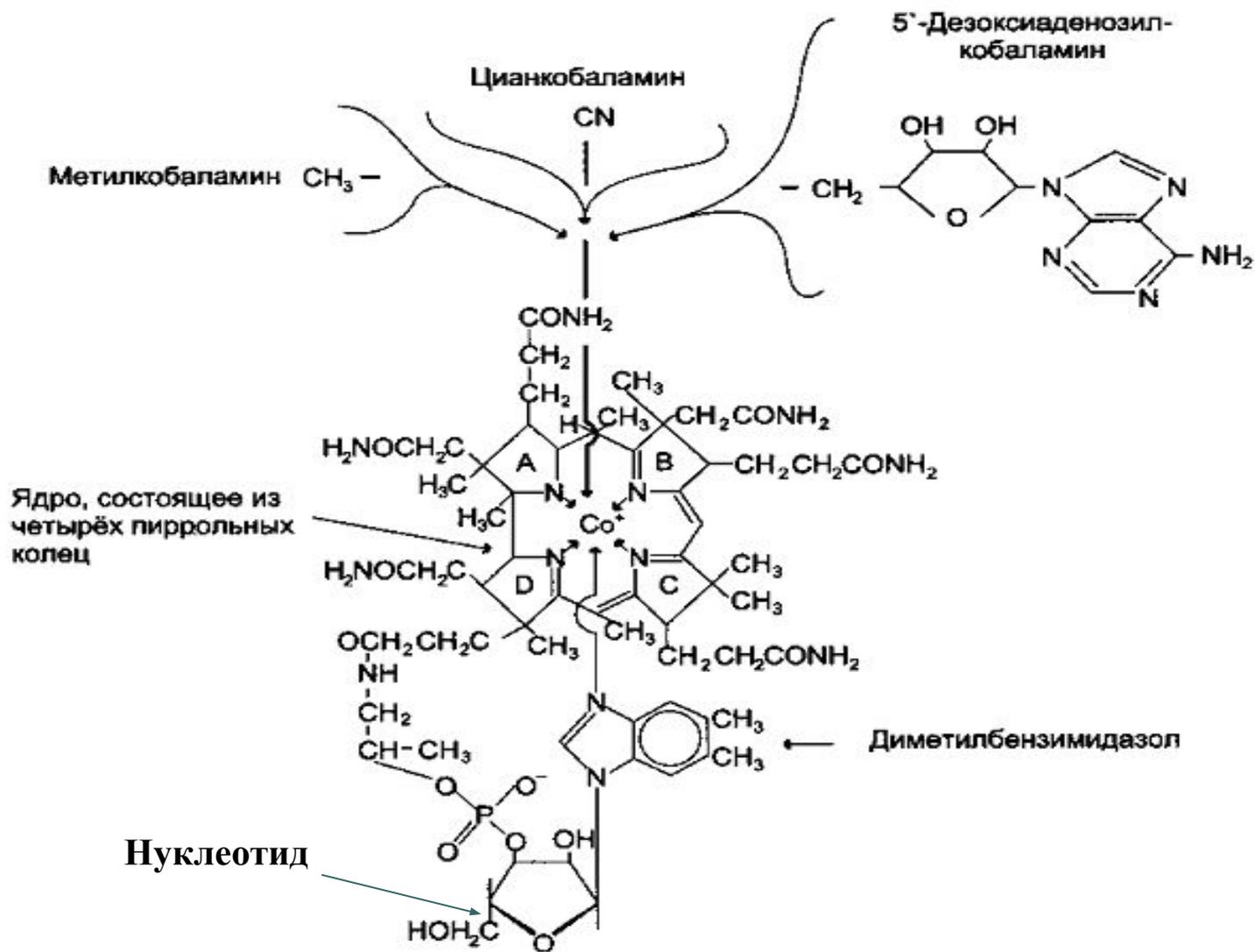
# Содержание витамина В<sub>6</sub> ( мг% ) в продуктах

Печень говяжья.....	0,70	Рис.....	0,54
Печень свиная.....	0,52	Фасоль.....	0,90
Мясо куриное.....	0,57	Петрушка (корень).....	0,60
Баранина.....	0,31	Перец сладкий зел.....	0,36
Говядина.....	0,42	Перец сладкий красн.....	0,50
Рыба.....	0,42	Бананы.....	0,38
Яйца куриные.....	0,37	Хлеб.....	0,15
Творог нежирный.....	0,19	Дрожжи(пекарские).....	0,58
Молоко.....	0,05	Грецкие орехи.....	0,80
Крупа гречневая.....	0,40	Горох(сухой).....	0,30
Пшено.....	0,52		

# Содержание витамина В<sub>6</sub> ( мг/кг ) в кормах

Пшеница.....	4,1	Мука люцерны.....	9,2
Пшеничные отруби.....	16,2	Мясо - костная	
Ячмень.....	4,5	мука.....	1,0
Овёс.....	2,5	Рыбная мука.....	4,4
Кукуруза.....	5,3	Пивные дрожжи	
Просо.....	3,5	(сухие).....	29,9
Мука соевая.....	6,7		

# Структура витамина В<sub>12</sub>



# Витамин В<sub>12</sub>

Витамин В<sub>12</sub> служит источником образования двух коферментов: метилкобаламина в цитоплазме и дезоксиаденозилкобаламина в митохондриях.

Метил-В<sub>12</sub>-кофермент, участвующий в образовании метионина из гомоцистеина. Кроме того, метил-В<sub>12</sub> принимает участие в превращениях производных фолиевой кислоты, необходимых для синтеза нуклеотидов-предшественников ДНК и РНК.

Дезоксиаденозилкобаламин в качестве кофермента участвует в метаболизме жирных кислот с нечетным числом углеродных атомов и аминокислот с разветвленной углеводородной цепью.

# Витамин В<sub>12</sub>

## Суточная потребность ( мкг )

Дети(1-3года).....	1,0
Дети(4-6лет).....	1,5
Дети(7-10лет).....	2,0
Подростки(11-17лет).....	3,0
Взрослые.....	3,0
Беременные женщины.....	4,0
Женщины, кормящие грудью.....	4,0

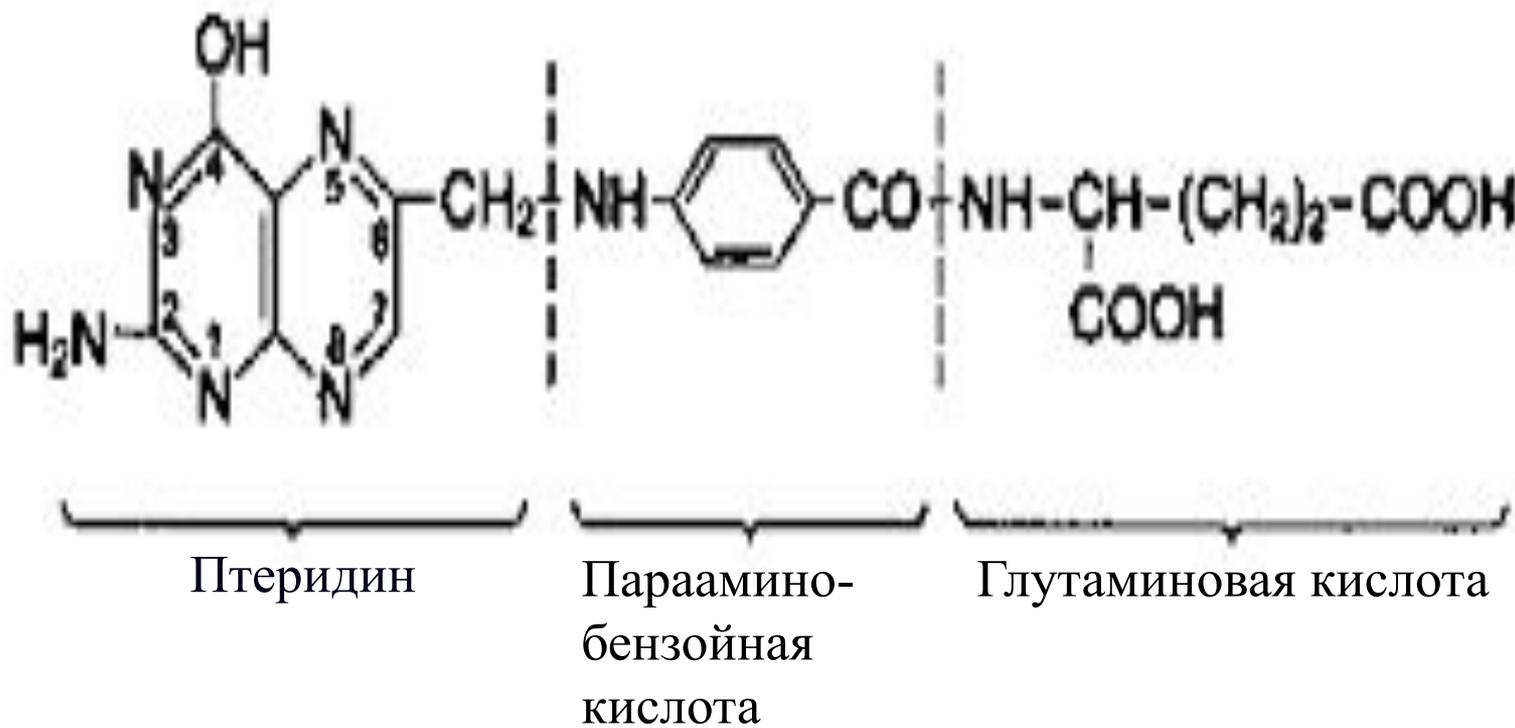
# Потребность в витамине В<sub>12</sub> ( мг\кг )

Цыплята(до 4-х недель).....	20
Цыплята(старше 4-х недель).....	9
Племенные куры.....	4
Индюшата, утята.....	12
Индеейки.....	5
Поросята-сосуны.....	20
Поросята(11,2кг).....	15
Племенные свиньи(супоросные, лактирующие).....	11
Телята-сосуны .....	25

# Содержание витамина В<sub>12</sub> ( мг% ) в продуктах

Печень говяжья.....	60	Сардины консерв.....	11
Печень свиная.....	30	Скумбрия мороженая....	12
Почки говяжьи.....	25	Сельдь атлант.	
Почки свиные.....	15	соленая.....	6
Молоко, кефир.....	0,4	Творог.....	1,32

# Витамин В<sub>с</sub> (фолиева кислота)



# Биологическая роль

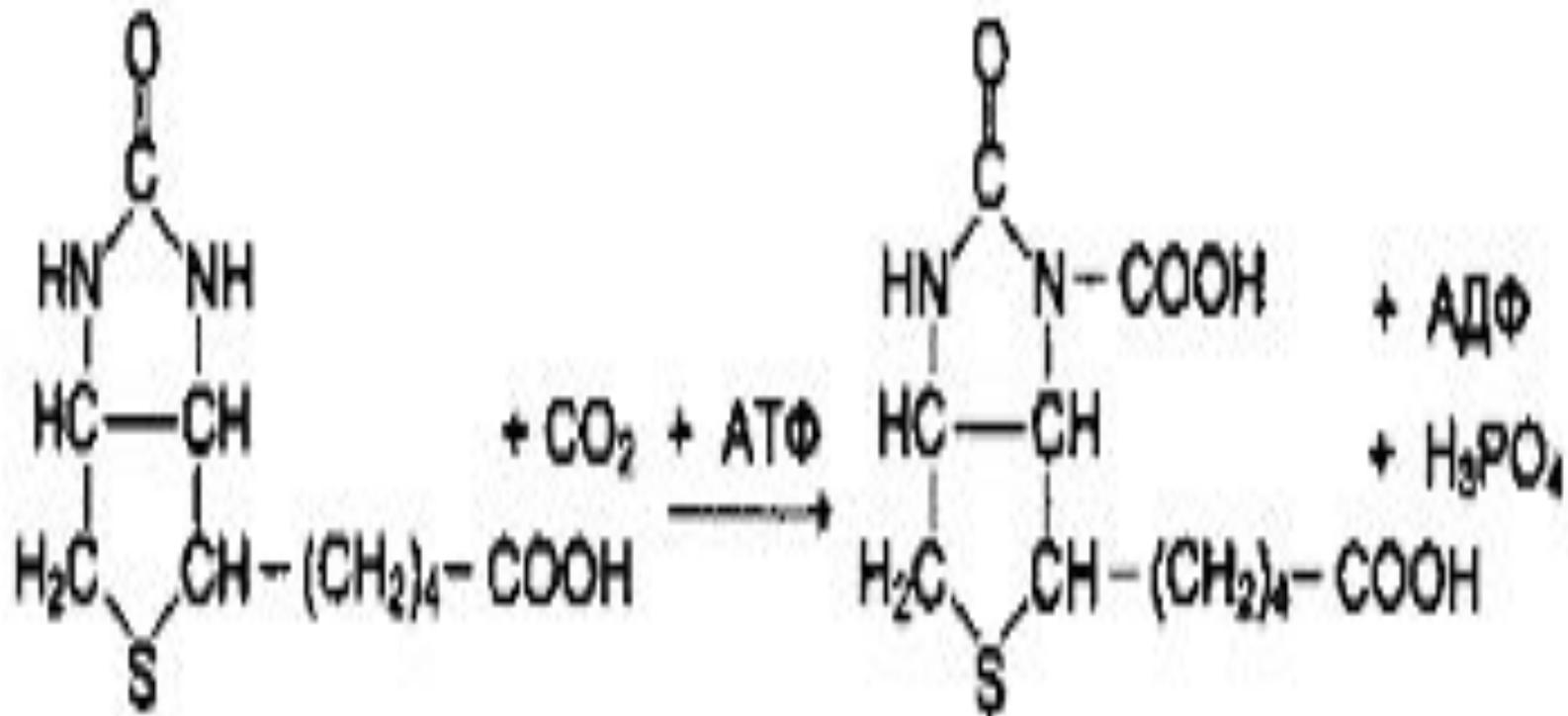
Определяется тем, что она служит субстратом для синтеза коферментов, участвующих в реакциях переноса одноуглеродных радикалов различной степени окисленности: метильных, оксиметильных, формильных и других. Эти коферменты участвуют в синтезе различных веществ: пуриновых нуклеотидов, превращении dУМФ в dТМФ, обмене глицина и серина.

# Роль фолиевой кислоты. Кофермент при переносе групп: $=\text{CH}_2$ , $-\text{C}=\text{O}$ , $\equiv \text{CN}$

Тетрагидрофолиевая кислота является коферментом многих ферментов. Участвует в синтезе аминокислот, азотистых оснований, белков, в процессах кроветворения.

Авитаминоз: гипохромная анемия, лейкопения, приостанавливается рост, снижается уровень продуктивности.

# БИОТИН ( ВИТАМИН Н )

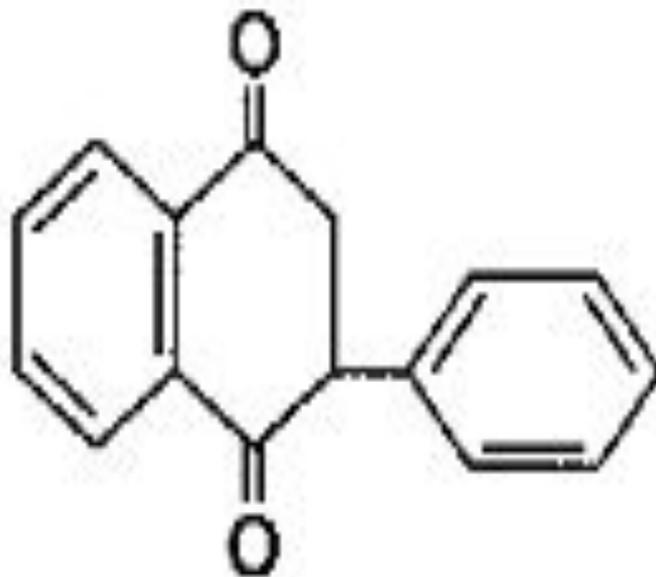


# Биологическая роль

Биотин выполняет коферментную функцию в составе карбоксилаз: он участвует в образовании активной формы  $\text{CO}_2$ . В организме биотин используется в образовании малонил-КоА из ацетил-КоА, в синтезе пуринового кольца, а также в реакции карбоксилирования пирувата с образованием оксало-ацетата.

Авитаминоз: себорея: жирная кожа, дерматит, выпадение пера, перьев, отеки конечностей.

# Витамин Р

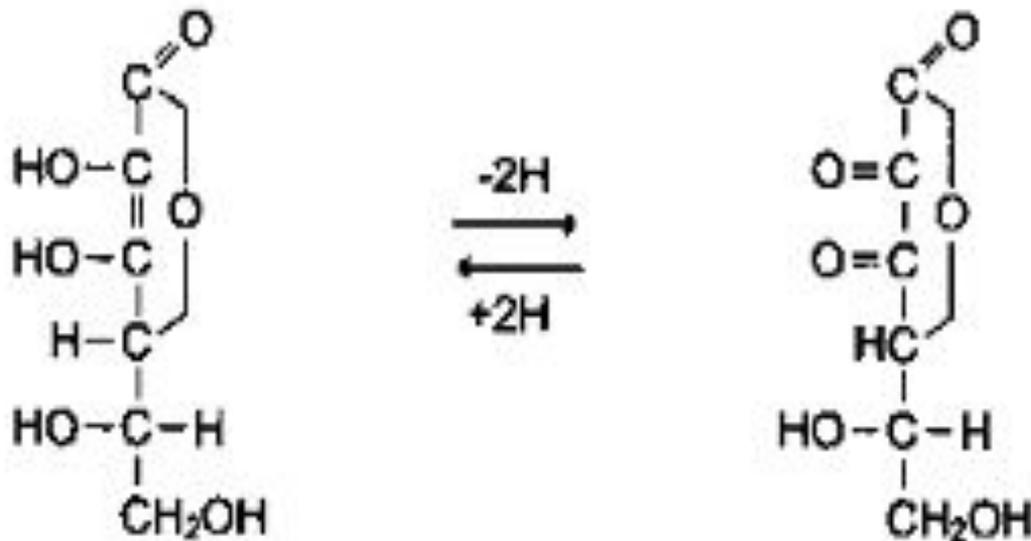


Флавои

# Биологическая роль

Биологическая роль флавоноидов заключается в стабилизации межклеточного матрикса соединительной ткани и уменьшении проницаемости капилляров. Многие представители группы витамина Р обладают гипотензивным действием.

# Витамин С (аскорбиновая кислота)



Аскорбиновая кислота (АК)

Дегидроаскорбиновая кислота (ДАК)

# Биологическая роль витамина С

Является донором-акцептором  $H^+$  и  $e^-$ .

Участвует в синтезе коллагена, гликогена, окисление НАД· $H_2$  и НАДФ $H_2$ , активация фосфорирования АДФ, ДНК, РНК...

Авитаминоз: цинга – из-за нарушения синтеза коллагена и нарушения целостности сосудов.

Не синтезируется: у человека и других приматов, морских свинок, летучих мышей и некоторых видов птиц. У большинства высших животных синтезируется из L - ГЛЮКОЗЫ.

# Содержание витамина С ( мг% ) в растениях

Шиповник .....	470	Лук зеленый (перо) .....	30
Перец красный сладкий ...	250	Дыня .....	20
Облепиха (ягоды) .....	200	Клубника садовая .....	60
Смородина черная .....	200	Земляника садовая .....	60
Смородина красная.....	25	Яблоки (летние) .....	10
Картофель .....	20	Вишня .....	15
Капуста белокачанная .....	60	Лимоны .....	40
Капуста цветная .....	70	Апельсины .....	60
Помидоры .....	25	Щавель .....	43
Укроп .....	100	Грибы белые свежие .....	30
Петрушка (зелень) .....	150	Печень говяжья .....	33

# Водорастворимые витамины

Название	Суточная потребность, мг	Коферментная форма	Биологические функции	Характерные признаки авитаминозов
B <sub>1</sub> (тиамин)	2–3	ТДФ	Декарбоксилирование α-кетокислот, перенос активного альдегида (транскетолаза)	Полиневрит
B <sub>2</sub> (рибофлавин)	1,8–2,6	FAD FMN	В составе дыхательных ферментов, перенос водорода	Поражение глаз (кератиты, катаракта)
B <sub>5</sub> (пантотеновая кислота)	10–12	КоА-SH	Транспорт ацильных групп	Дистрофические изменения в надпочечниках и нервной ткани
B <sub>6</sub> (пиридоксин)	2–3	ПФ (пиридоксаль-фосфат)	Обмен аминокислот (трансаминирование, декарбоксилирование)	Повышенная возбудимость нервной системы, дерматиты
PP (ниацин)	15–25	NAD NADP	Акцепторы и переносчики водорода	Симметричный дерматит на открытых участках тела, деменция и диарея
H (биотин)	0,01–0,02	Биотин	Фиксация CO <sub>2</sub> , реакции карбоксилирования (например, пирувата и ацетил-КоА)	Дерматиты, сопровождающиеся усиленной деятельностью сальных желёз
B <sub>9</sub> (фолиевая кислота)	0,05–0,4	Тетрагидро-фолиевая кислота	Транспорт одноуглеродных групп	Нарушения кроветворения (анемия, лейкопения)
B <sub>12</sub> (кобаламин)	0,001–0,002	Дезоксиаденозил- и метилкобаламин	Транспорт метильных групп	Макроцитарная анемия
C (аскорбиновая кислота)	50–75	–	Гидроксилирование пролина, лизина (синтез коллагена), антиоксидант	Кровоточивость дёсен, расшатывание зубов, подкожные кровоизлияния, отёки
P (рутин)	Не установлена	–	Вместе с витамином С участвует в окислительно-восстановительных процессах, тормозит действие гиалуронидазы	Кровоточивость дёсен и точечные кровоизлияния

# Жирорастворимые витамины

Витамин А – ретинол.

Витамин Е – токоферол.

Витамин Д – кальциферол.

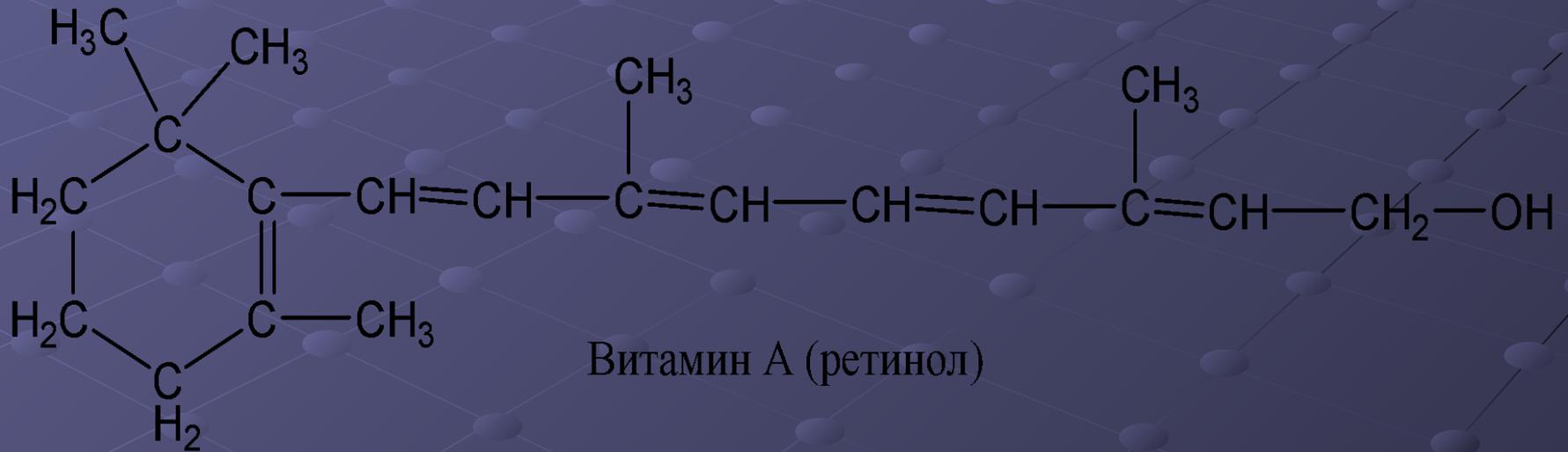
Витамин К – нафтохинон.

# Жирорастворимые витамины

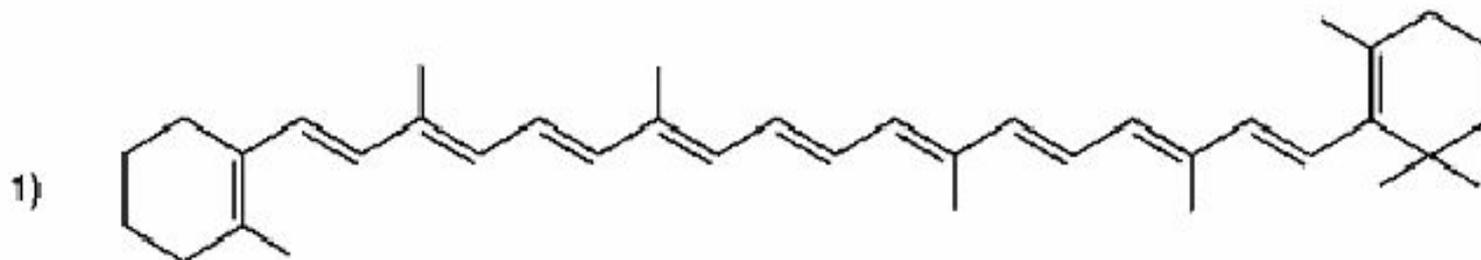
1. Для их усвоения обязательно необходимы жиры.
2. Они способны накапливаться в организме, поэтому их недостаток не сразу сказывается на состоянии организма.
3. Каталитическую функцию они выполняют, в основном, самостоятельно, не входя в состав ферментов.
4. Участвуют в регуляции физиологических процессов (зрение, сворачивание крови и др.)

# Витамин А

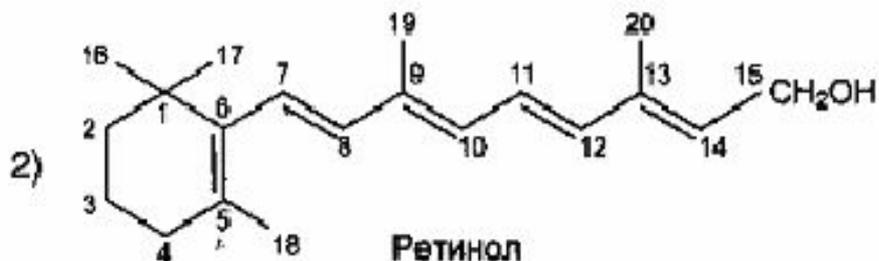
- Ретинол, антиксерофтальмический.



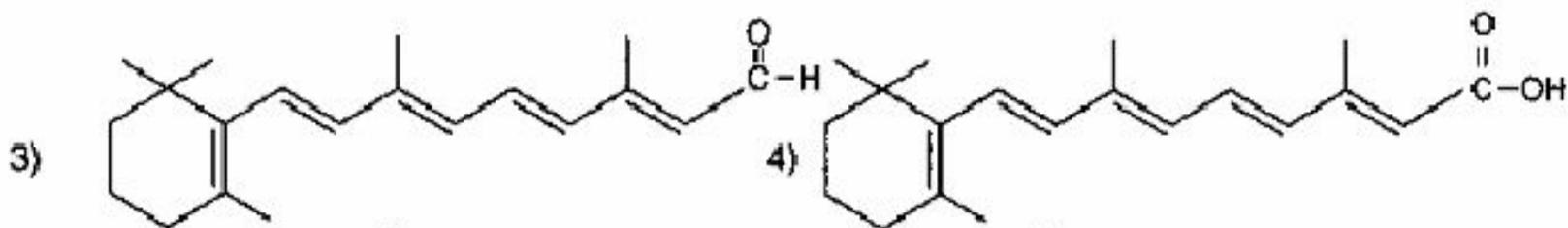
# Строение провитамина А, витамина А, и его производных



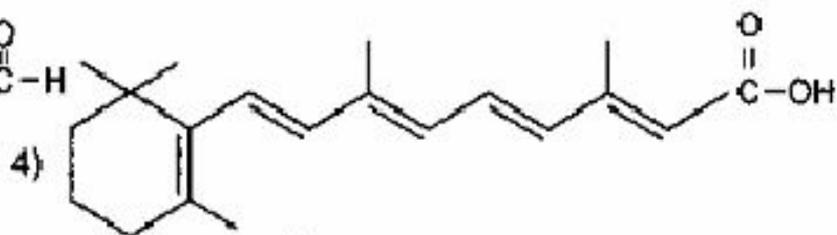
$\beta$ -Каротин



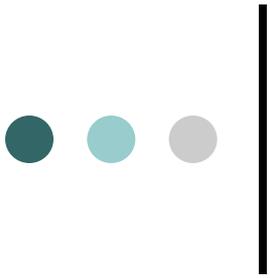
Ретинол



Ретиналь



Ретиновая кислота



$\beta$ -каротиноид

$\xrightarrow[\text{(каротиназа)}]{\text{липооксидаза}}$

2 мол.  
витамина А

$\alpha$ -каротиноид

$\longrightarrow$

1 мол.  
витамина А

$\gamma$ -  
каротиноид

$\longrightarrow$

1 мол. витамина А

# Источники в природе

- В чистом виде витамин А содержится только в продуктах животного происхождения.
- Много его в жировой фракции молока (жирные сорта творога, сметаны, сливочного масла), в желтке яиц, в икре рыб.
- В растениях содержатся провитамины витамина А – каротиноиды ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -). Они есть во всех зеленых растениях, но особенно много их в моркови (*carota* - лат.), в овощах и фруктах желто-красного цвета.

# Витамин А

## Суточная потребность ( мкг )

Дети(1-10лет).....	0,60
Дети старшего возраста.....	1,00
Взрослые .....	1,00
Беременные женщины.....	1,25
Женщины, кормящие грудью.....	1,50

# Потребность в каротине (мг/сутки)

Коровы сухостойные и нетели (удой до 3000кг).....	280
Быки (случной период).....	500
Телята (1-6 мес).....	30-105
Овцы (суягные матки).....	10-25
Бараны (случной период).....	28-75
Свиньи (матки супоросные).....	30-50
Хряки (случной период).....	70-180
Кобылы жеребые и подсосные.....	30-40
Жеребцы (случной период).....	70

# Содержание $\beta$ -каротин ( мг % ) в растениях

Морковь красная.....	9,0	Щавель.....	2,5
Морковь жёлтая.....	1,1	Тыква.....	1,5
Перец слад. зел.....	1,0	Дыня.....	0,4
Перец слад. красн.....	2,0	Рябина красная.....	9,0
Лук зелёный.....	2,0	Облепиха(ягода).....	10,0
Горошек зелёный.....	0,4	Абрикосы.....	1,6
Петрушка (зелень).....	1,7	Персики .....	0,5
Салат листовой.....	1,7	Морошка.....	7,9
Томаты.....	1,2	Шиповник(свежий).....	2,6
Шпинат.....	4,5	Мандарины.....	0,06

# Витамин А и каротин в крови и печени животных мг%

	Кровь		Печень	
	А	Каротин	А	Каротин
К.Р.С.	0,03-0,08	0,3-3,0	3,6-10,0	0,05-0,4
СВИНЬИ	0,02-0,03	—	3,0-7,0	—
Куры	—	—	~80,0	1,5-2,5

В желтке куриных яиц:

витамина А-0,8-1,5 мг%

каротина-1,5-3,0 мг%

# Содержание каротина (мг/кг) в кормах

Кукуруза мол. Спелости.....	35	Сено луговое.....	22
Ячмень, овёс, пшеница.....	3	Сено злак.-бобовое....	15-50
Силос:			
Злаково-бобовый .....	2-33		
Из стеблей кукурузы .....	0-5		
Из кукурузы молочно-восковой спелости.....	20-30		
Мука травяная:			
Вико - овсяная .....	305		
Горохово - овсяная .....	246		

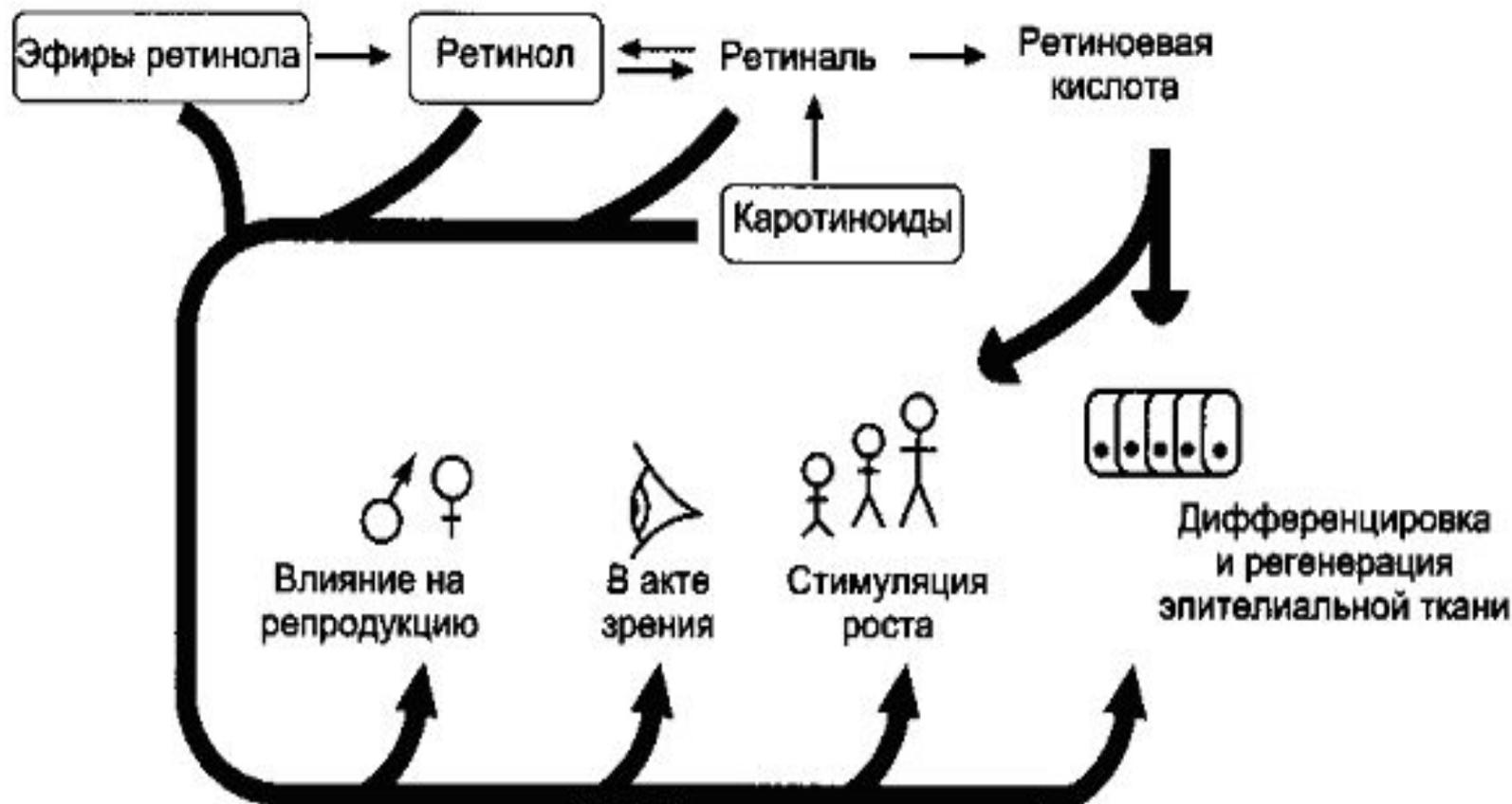
# Содержание витамина А и β-каротина ( мг % ) в продуктах

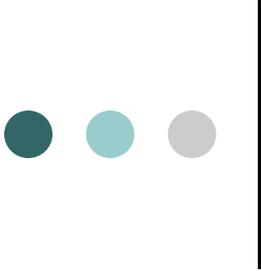
	вит. А	β-каротин
Печень говяжья.....	3,83	1,00
Почки говяжьи.....	0,10	-----
Яйца куриные.....	0,35	0,06
Яйца перепелениные.....	0,47	-----
Молоко цельное.....	0,02	0,01
Сливки 20% жирности.....	0,15	0,06
Сметана 30% жирности.....	0,23	0,10
Творог жирный.....	0,10	0,06
Масло сливочное.....	0,50	0,34
Сыр голландский.....	0,21	0,17

# Биологическая роль витамина А.

1. Регуляция синтеза белка.
2. Регуляция обмена серосодержащих аминокислот.
3. Световосприятие.
4. Сохранность мембран.
5. Синтез углеводов и гликопротеинов.
6. Синтез нуклеиновых кислот.
7. Активирование эндокринных желез.

# Действие ретиноидов в организме





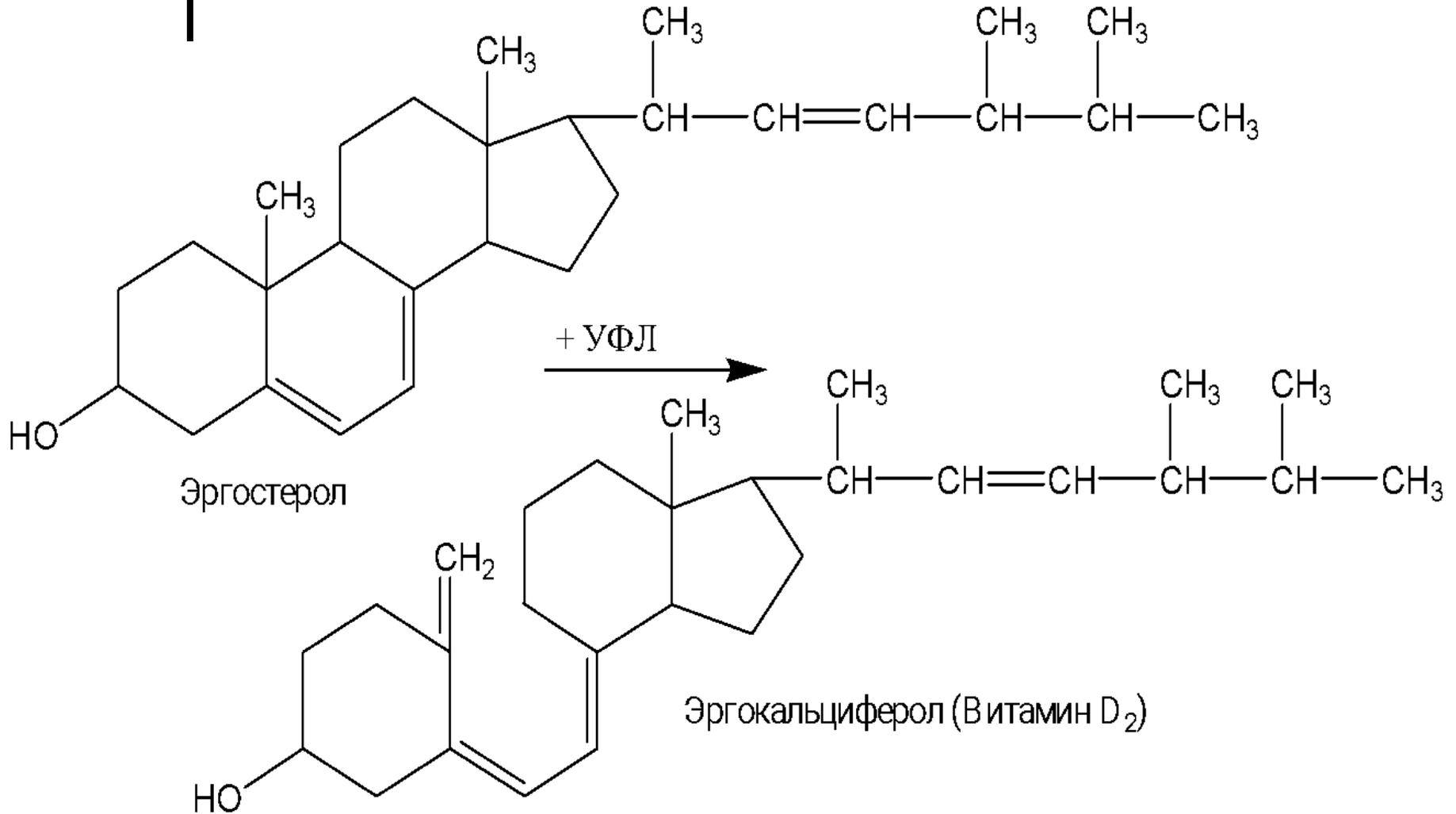
# Признаки авитаминоза А

1. Куриная слепота.
2. Ослабление резистентности.
3. Ксерофтальмия  
→ кератомалация → потеря зрения.
4. Кератинизация слизистых  
→ катаральное воспаление  
пищеварительных, дыхательных,  
мочеполовых путей.

# Витамины группы D

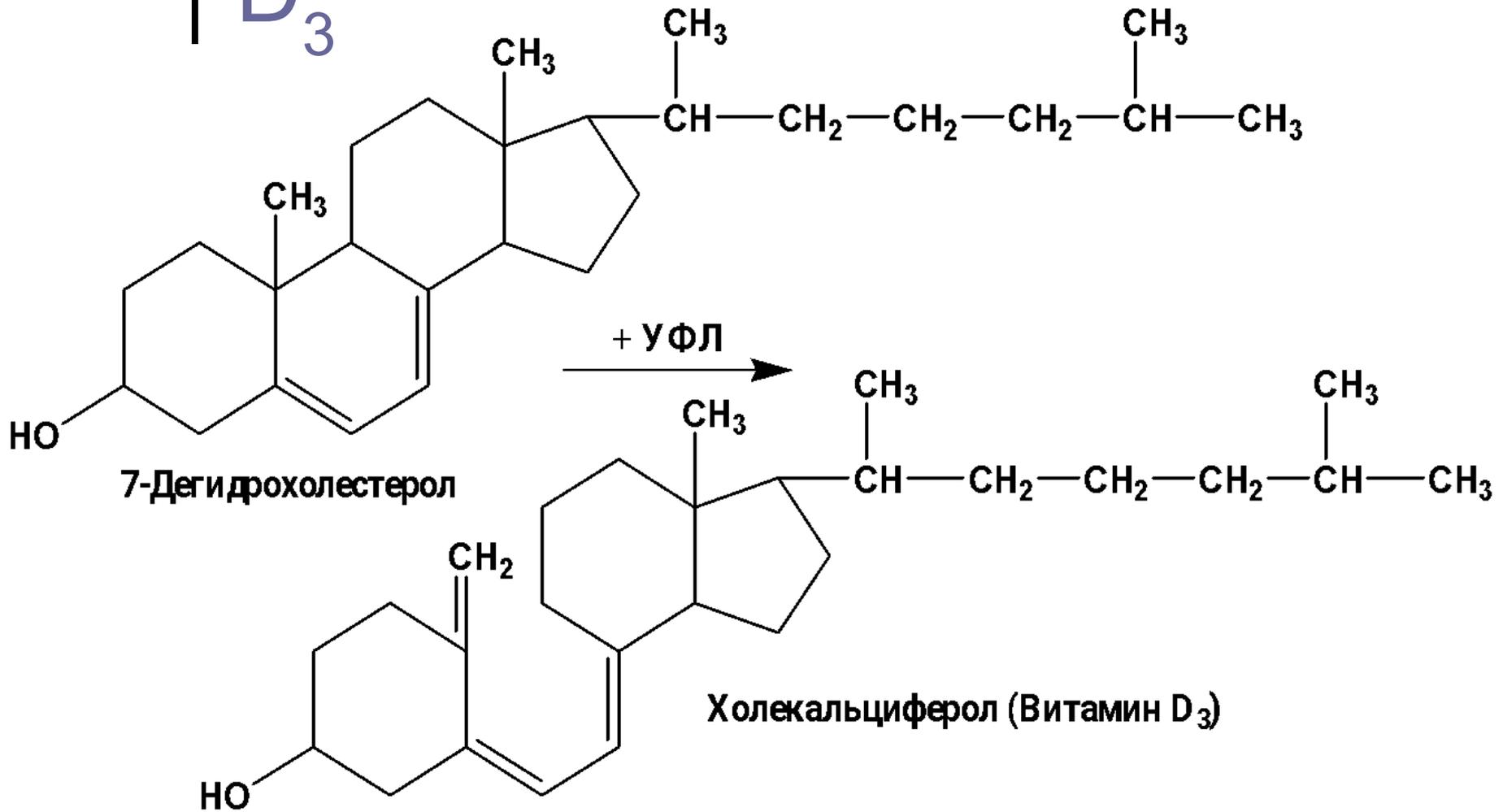
- D<sub>2</sub> – эргокальциферол, антирахитный.
- D<sub>3</sub> – холекальциферол, антирахитный.

# Схема синтеза витамина D<sub>2</sub>



# Схема синтеза витамина

D<sub>3</sub>



- - Витамин D<sub>2</sub> растительного происхождения. В зеленых растениях и дрожжах содержится его провитамин – эргостерол. При сушке зеленых растений на солнце из провитамина образуется витамин D<sub>2</sub>.

# Биороль витамина «Д»

1. Усвоение  $\text{Ca}^{2+}$
2. Реадсорбция Р
3. Кальцификация костей
4. Синтез лимонной кислоты
5. Ингибирование фосфатазы

# Содержание витамина Д в кормах ( мг/кг )

Сено клеверо-тимофеечное .....	456-841
Сено люцерновое, высушенное на солнце .....	72
Силос кукурузный .....	0-160
Яичный желток .....	5000
Яичный белок .....	0
Молоко коровье летнее .....	15
Молоко коровье зимнее .....	5

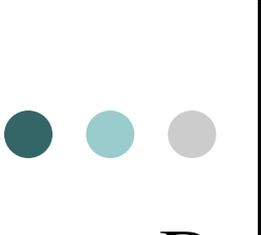
# Признаки авитаминоза D

1. У молодых растущих животных заболевание – рахит. При этом нарушается кальцификация костной ткани. Кости становятся мягкими и под влиянием тяжести тела кости конечностей искривляются.

Характерен неравномерный рост костей черепа, а также мышечная дистрофия (отвислый живот, дряблость мышц).

2. У взрослых животных заболевание — остеомалация. Оно характеризуется вымыванием солей кальция из костей и их последующим размягчением.
3. У старых животных заболевание — остеопороз — возникновение пустот в костях из-за вымывания солей кальция. И, как следствие, механическая их непрочность (частые переломы).
4. У птиц типичным проявлением авитаминоза D является истонченность скорлупы, а иногда и ее полное отсутствие.





# Источники витамина Е в природе

- Витамин Е, в основном, содержится в продуктах растительного происхождения, так как он синтезируется только растениями.
- Витамином Е богаты семена злаков, капуста, салат, растительные масла.
- В продуктах животного происхождения он содержится при условии наличия в их рационе витамина Е (печень, желток, мышцы, сливки).

# Биологическая роль токоферолов

1. Биологический антиоксидант для:

а) полиеновых жирных кислот

б) витамина А и каротинов

в) мембранных структур

2. Транспорт электронов в дыхательной цепи

# Авитаминоз Е

1. Нарушение воспроизводительной функции. Аборты у самок, нарушение сперматогенеза вплоть до аспермии у самцов.
2. У молодых неполовозрелых животных развивается беломышечная болезнь (телята, жеребята, ягнята).
3. Энцефаломалация (размягчение мозговых оболочек) у птиц и как результат — многочисленные параличи.
4. Некроз печени у свиней.

# Содержание витамина Е в кормах ( мг/кг )

Клевер молодой .....	68	Зерно пшеницы .....	85
Капуста кормовая .....	81	Зерно ржи .....	21
Сено люцерновое .....	55	Отруби пшеницы .....	89
Сено клеверное .....	69	Мука рыбная .....	21
Жмых подсолнечный .....	5	Силос сборный .....	82
Жмых соевый .....	43	Морковь .....	4
Зерно ячменя .....	54	Свекла кормовая .....	4
Зерно кукурузы .....	30	Трава люцерны .....	88
Зерно овса .....	33		

# Витамин К

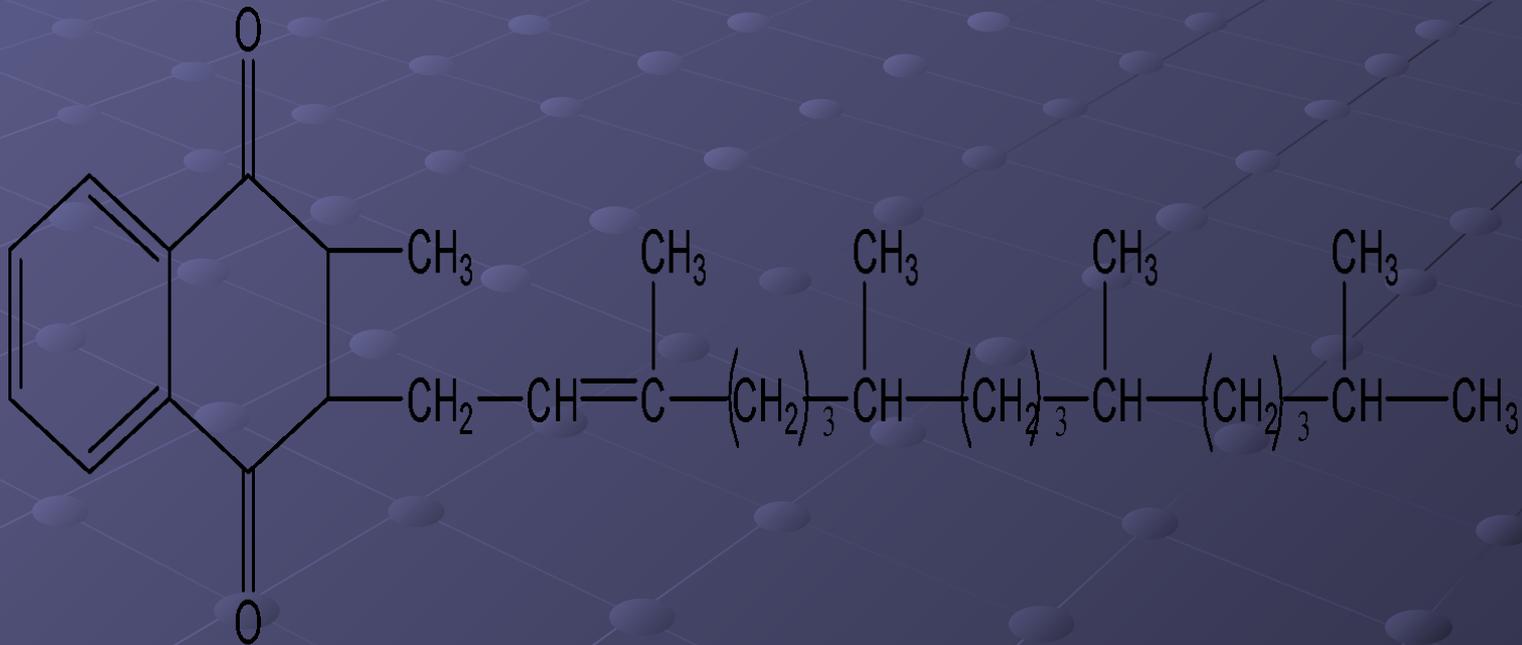
Синтез протромбина – карбоксилирование остатков глутаминовой кислоты в протромбине.

Транспорт электронов по дыхательной цепи митохондрий.

Авитаминоз: Внутренние кровоизлияния, несвёртываемость крови.

# Витамин К, филлохинон, антигеморрагический фактор

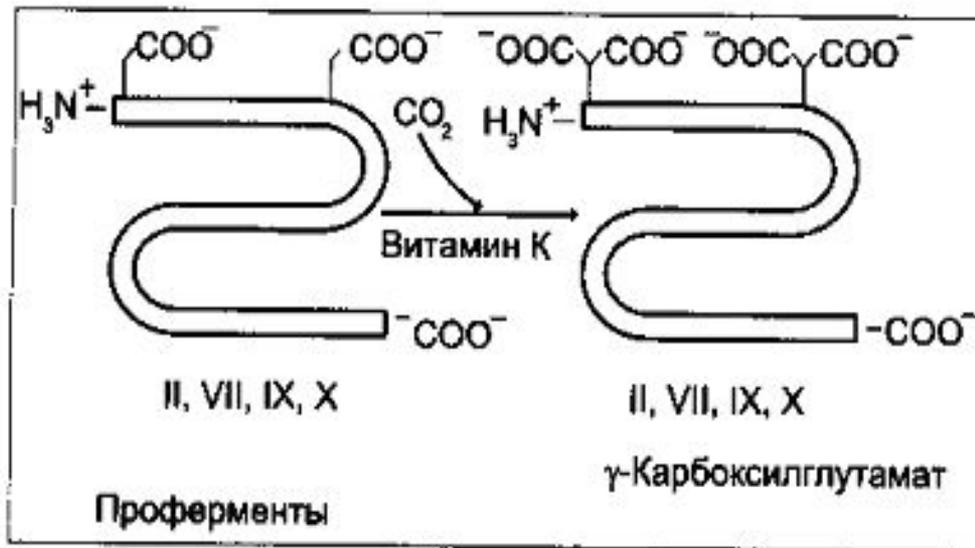
- Химическая структура:



# Источники витамина К в природе

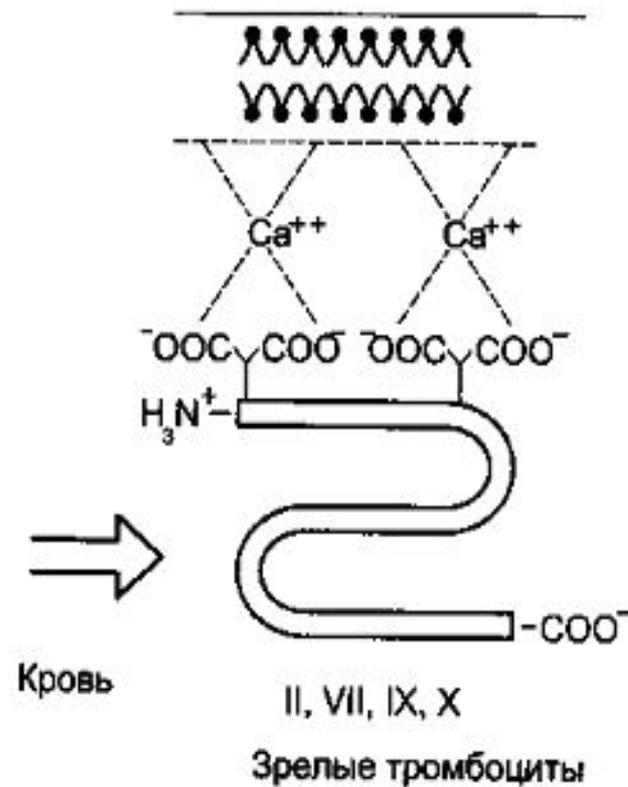
- Витамин К синтезируется только растениями и микроорганизмами. Им богаты зеленые корма (травяная мука, крапива, рябина, каштан, люцерна и др.). Содержится в подстилке животных (синтезируется микроорганизмами), и при неполном содержании животных на подстилке авитаминоз К практически не наблюдается.

# Роль витамина К в свертывании крови



Печень

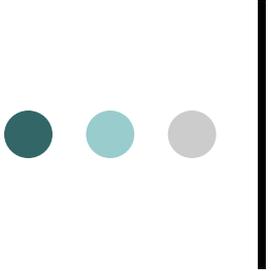
Фосфолипиды мембраны тромбоцитов





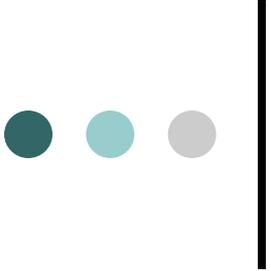
# Биологические функции витамина К

- Участие в процессе свёртывания крови. В печени он участвует в синтезе белков системы свертывания крови (протромбина, проакцелерина, проконвертина).
- Транспорт электронов по дыхательной цепи митохондрий.



# Признаки авитаминоза К

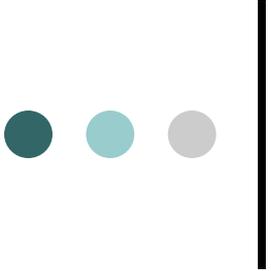
- Нарушение процесса свертывания крови вплоть до полной несвертываемости крови (гемофилия).
- Многочисленные внутренние кровоизлияния (геморрагии).



# Витамин F

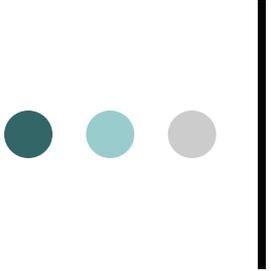
Полиеновые кислоты (полиненасыщенные):

- Линолевая –  $C_{17}H_{31}COOH$  (две = связи)
- Линоленовая –  $C_{17}H_{29}COOH$  (три = связи)
- Арахидоновая –  $C_{19}H_{31}COOH$  (четыре = связи)



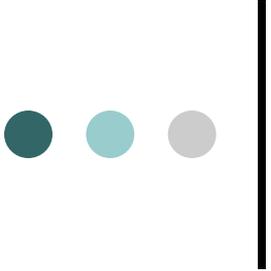
# Источники в природе

- Синтезируются зелеными растениями, а также дрожжами. Богаты витамином F растительные масла (облепиховое, кукурузное, хлопковое, подсолнечное и др.)



# Биологическая роль

- Это источники для синтеза простагландинов (гормонов).
- Стабилизируют клеточные мембраны, улучшая их фосфолипидный состав.
- Способствуют выведению холестерина из организма, снижают его уровень в крови.



# Признаки авитаминоза

- ▣ Заболевания кожи (сухость, шелушение, растрескивание и др.)
- ▣ Является фактором, усиливающим возникновение атеросклероза.

# Витамин F

Полиеновые кислоты:

- Линолевая
- Линоленовая
- Арахидоновая

Для синтеза простагландинов.

# Жирорастворимые витамины

Название	Суточная потребность, мг	Биологические функции	Характерные признаки авитаминозов
А (ретинол)	1–2,5	Участвует в акте зрения, регулирует рост и дифференцировку клеток	Гемералопия (куриная слепота), ксерофтальмия, кератомалация, кератоз эпителиальных клеток
Д (кальциферол)	0,012–0,025	Регуляция обмена фосфора и кальция в организме	Рахит
Е (токоферол)	5	Антиоксидант; регулирует интенсивность свободнорадикальных реакций в клетке	Недостаточно изучены; известно положительное влияние на развитие беременности и при лечении бесплодия
К (нафтохинон)	1–2	Участвует в активации факторов свёртывания крови: II, VII, IX, XI	Нарушение свёртывающей системы крови