

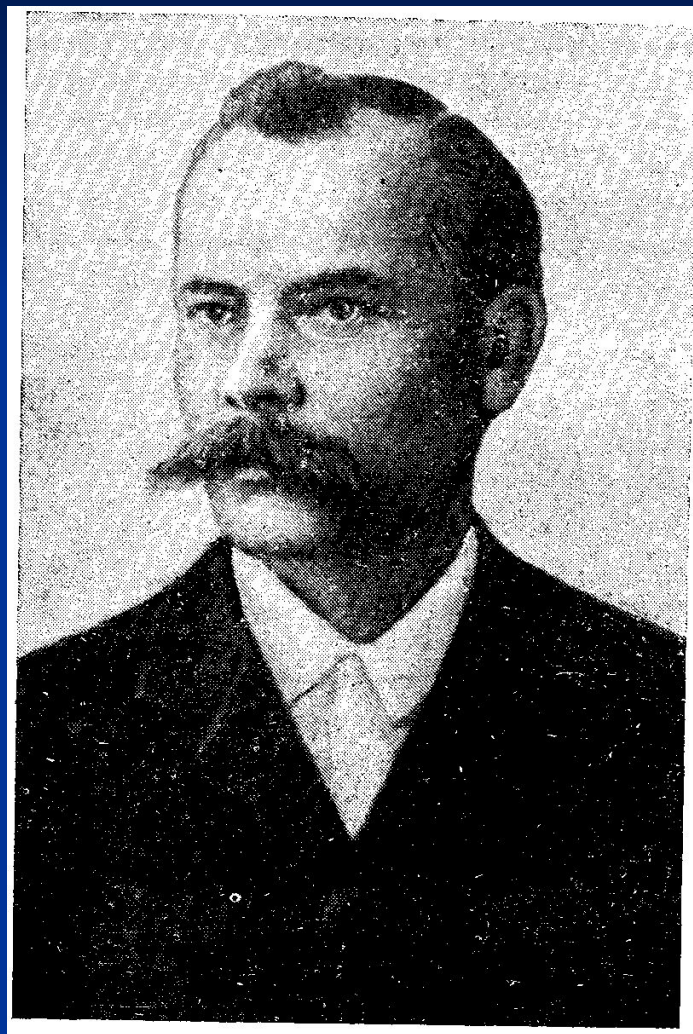
Биологически активные вещества

1. **Витамины.**
2. **Ферменты.**
3. **Гормоны.**

ВИТАМИНЫ

Витамины — низкомолекулярные органические соединения различного химического строения, синтезируемые главным образом растениями, частично — микроорганизмами, необходимые организму для нормальной жизнедеятельности в малых количествах, выполняющие функцию биологических катализаторов. Для человека и животных витамины - незаменимые пищевые факторы.

Н.И. Лунин



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.

Основные причины а- и гиповитаминозов

1. Дефицит витаминов в кормах и пище.
2. Нарушение технологии приготовления кормов: многие витамины – вещества неустойчивые, они легко разрушаются при высоких температурах, при изменении рН, окисляются.

3. Повышенные потребности в витаминах: особые физиологические состояния – беременность, высокие физические нагрузки, восстановительный период после тяжелой болезни.
4. Наличие в рационе антивитаминов (многие лекарственные препараты и др.).
5. Нарушение всасывания витаминов (заболевания ЖКТ и др.).

Номенклатура витаминов

1. Буквами латинского алфавита – витамин А, D, В₁ 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 D₃.
 3. Эргостерол - провитамин витамина D₂.

Классификация витаминов

- По растворимости:
 1. Жирорастворимые (липовитамины) – витамин А, D₂, D₃, Е, К, F, Q.
 2. Водорастворимые (гидровитамины) – витамины группы В (В₁, В₂, В₃, В₅ (РР), В₆, В₁₂, В_с), Н, С, Р и др.

Классификация витаминов

- По клинико-физиологическому действию:
 1. Повышающие общую резистентность организма (V_1 , V_2 , V_5 , V_6 , С и А)
 2. Антигеморрагические (против возникновения кровоизлияний) – витамины К, Р, С.
 3. Антианемические (улучшающие процессы кроветворения) – витамины V_{12} , Вс, С.

4. Регуляторы зрения – витамины А,
В₂, 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.

План изложения материала по каждому витамину:

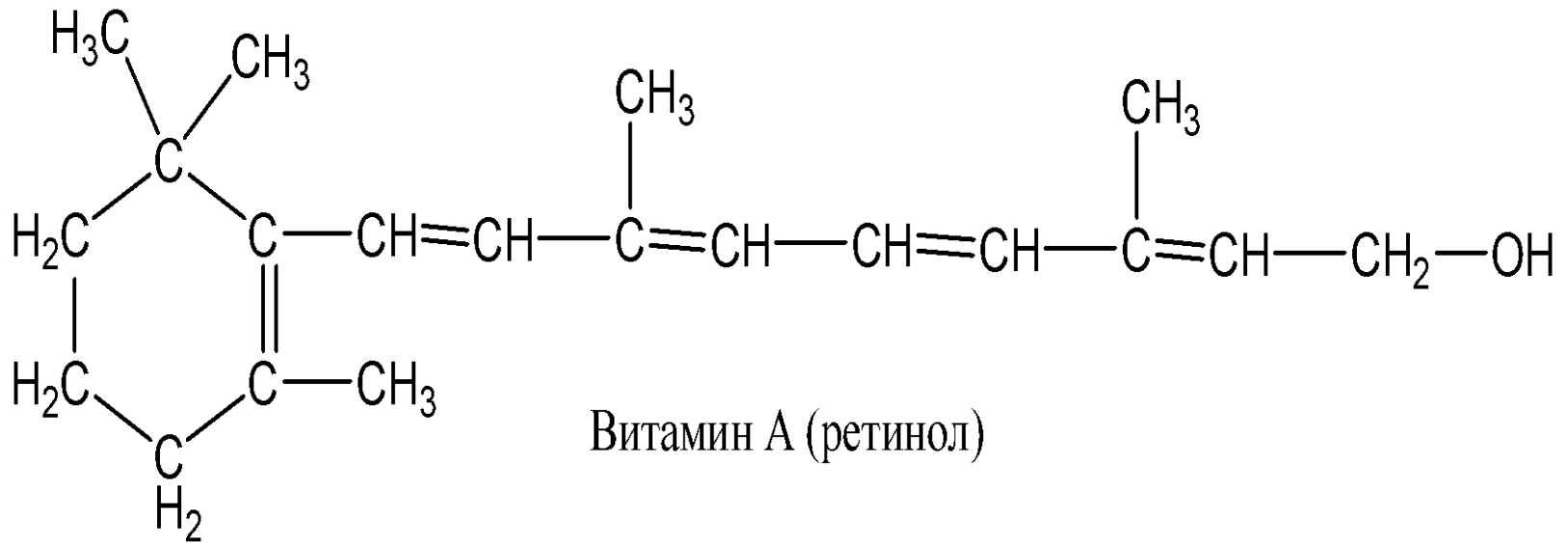
1. Названия витамина всеми возможными способами.
2. Химическое строение (формула).
3. Источники в природе.
4. Биологическая роль (участие в процессах обмена веществ).
5. Специфические признаки а- и гиповитаминоза.

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

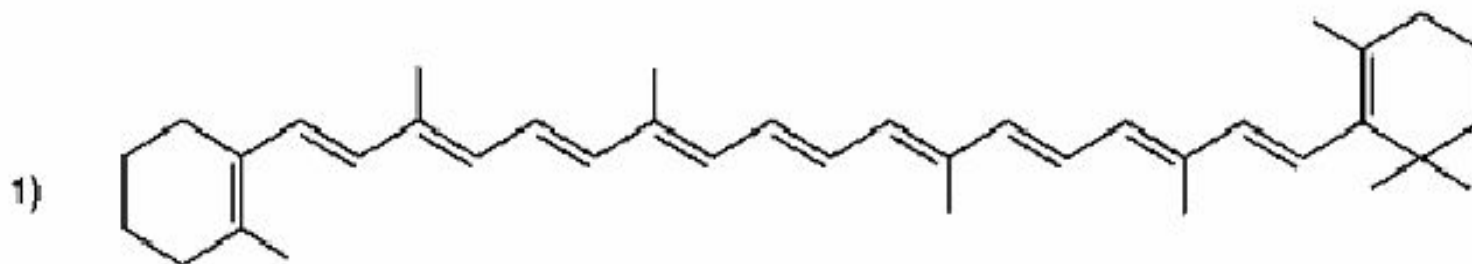
- Ретинол, антиксерофтальмический.
- Химическая структура:



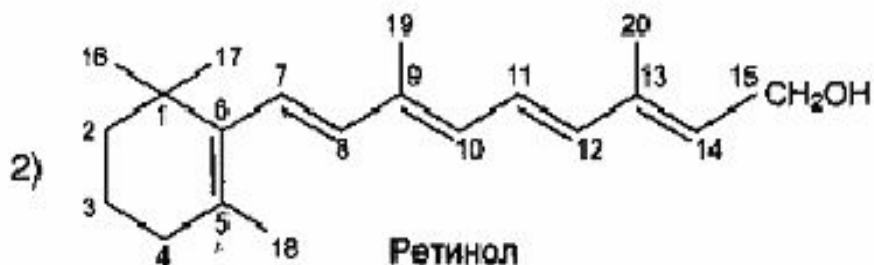
Источники в природе

- 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 (α -, β -, γ -). Они есть во всех зеленых растениях, но особенно много их в моркови (*carota* - лат.), в овощах и фруктах желто-красного цвета.

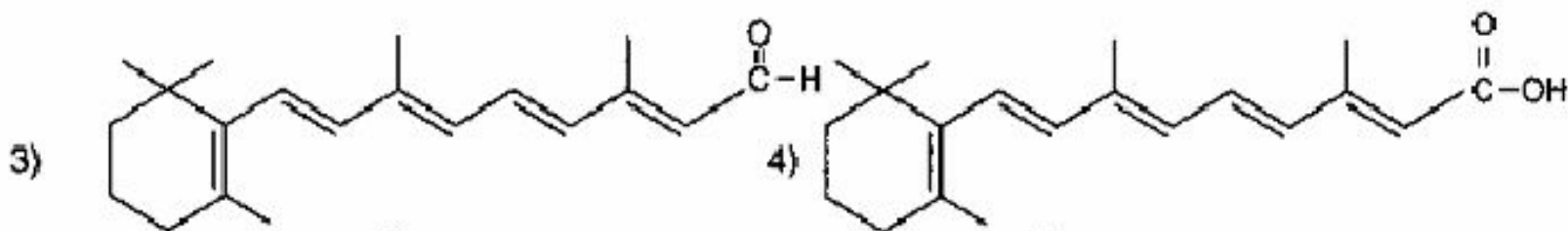
Строение провитамина А, витамина А, и его производных



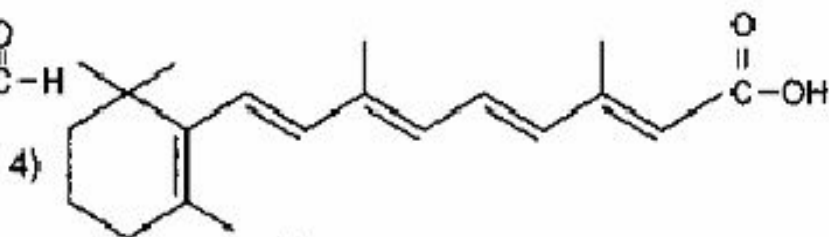
β -Каротин



Ретинол



Ретиналь



Ретиновая кислота

β -каротиноид $\xrightarrow[\text{(каротиназа)}]{\text{липооксидаза}}$ 2 мол. витамина А

α -каротиноид \longrightarrow 1 мол. витамина А

γ -каротиноид \longrightarrow 1 мол. витамина А

Содержание β -каротина (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	
	Витамин А	Каротин	Витамин 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%

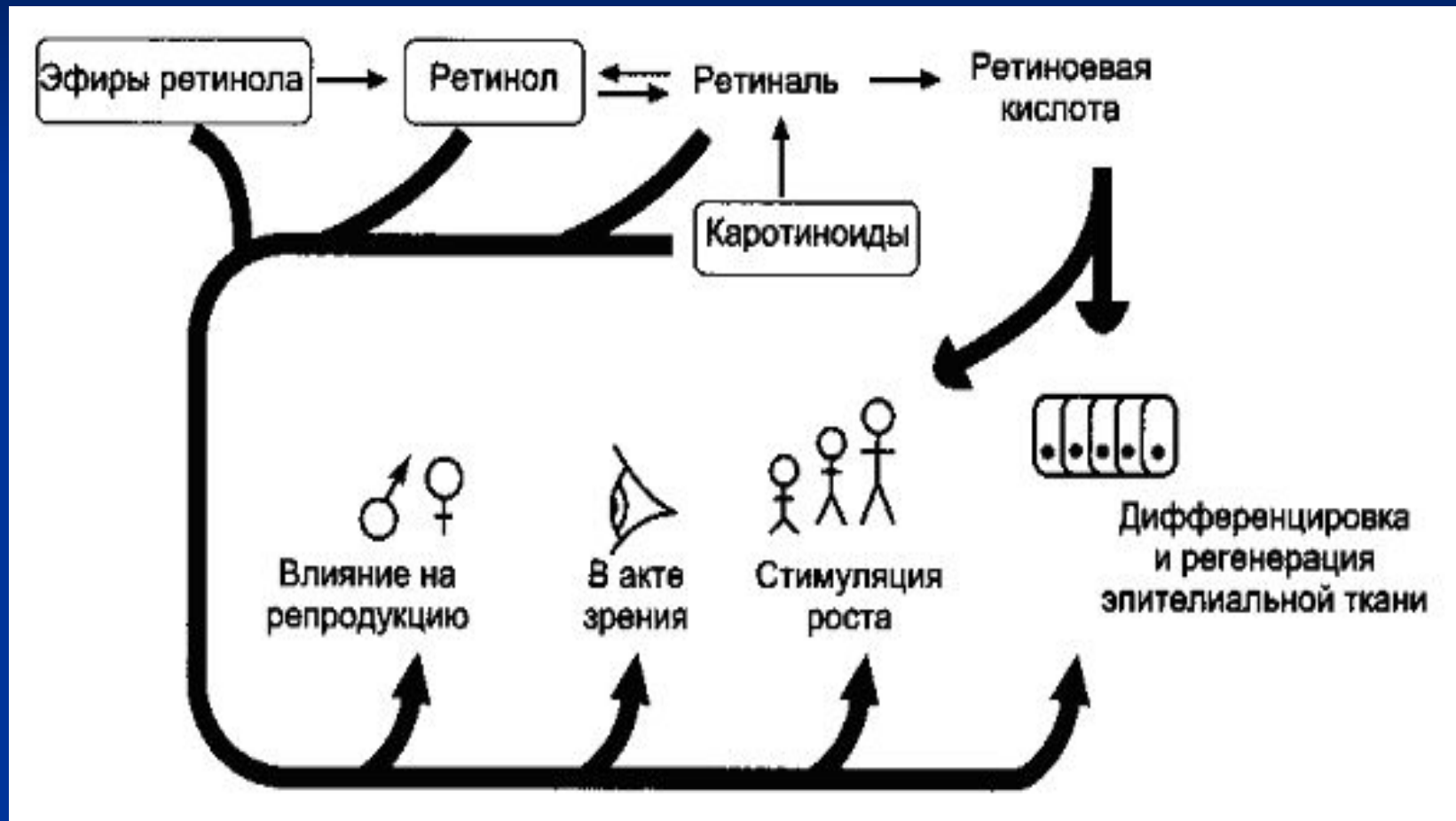
Содержание каротина (мг/кг) в кормах

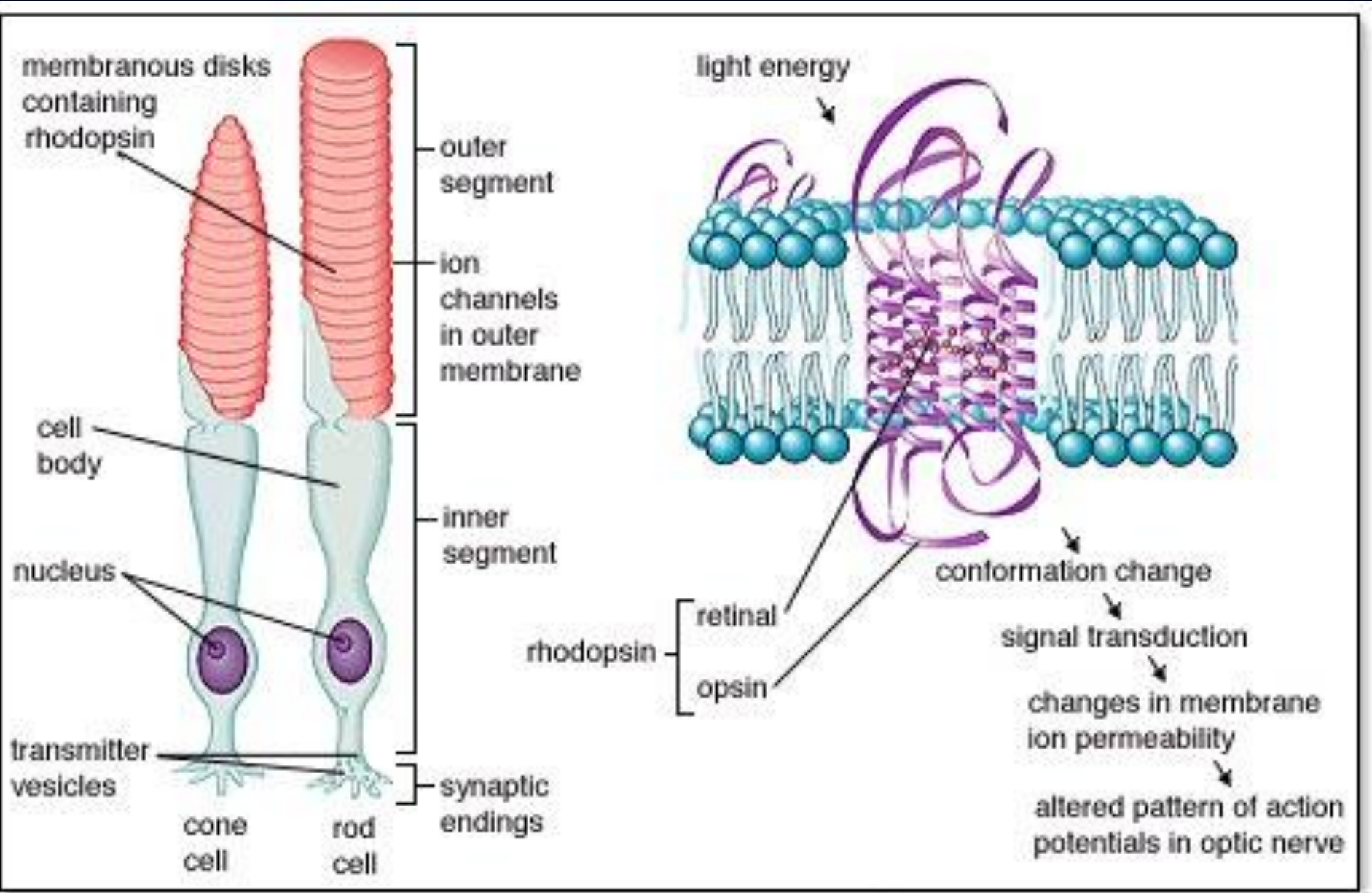
Кукуруза мол. спелости.....	35	Сено луговое.....	22
Ячмень, овёс, пшеница.....	3	Сено злак.-бобовое....	15-50
Силос:			
Злаково-бобовый			2-33
Из стеблей кукурузы			0-5
Из кукурузы молочно-восковой спелости.....			20-30
Мука травяная:			
Вико - овсяная			305
Горохово - овсяная			246

Биологическая роль витамина А.

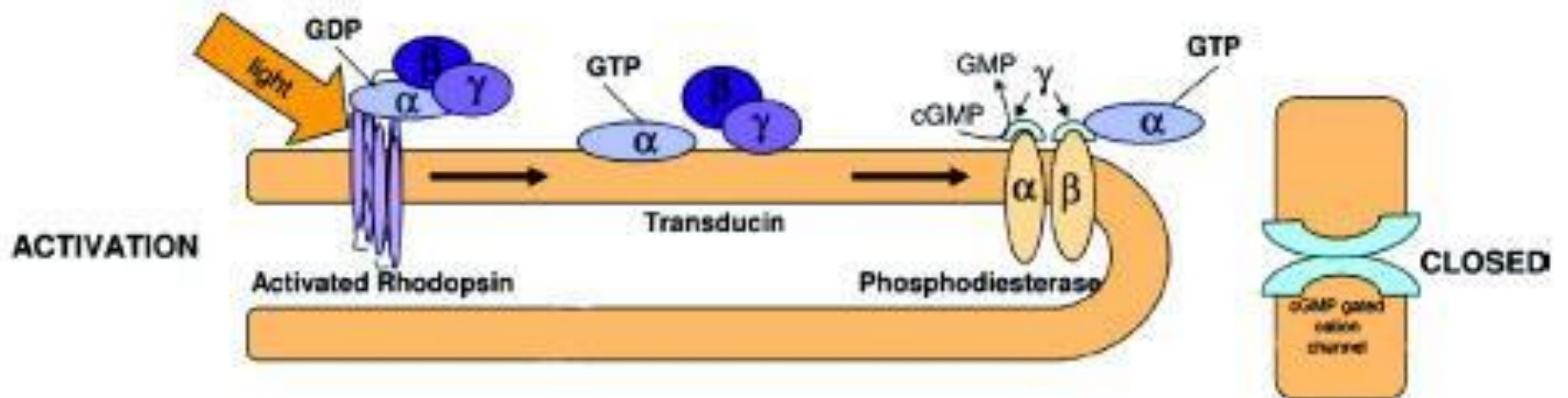
1. Регуляция синтеза белка.
2. Регуляция обмена серосодержащих аминокислот.
3. Световосприятие.
4. Сохранность мембран.
5. Синтез углеводов и гликопротеинов.
6. Синтез нуклеиновых кислот.
7. Активирование эндокринных желез.

Действие ретиноидов в организме

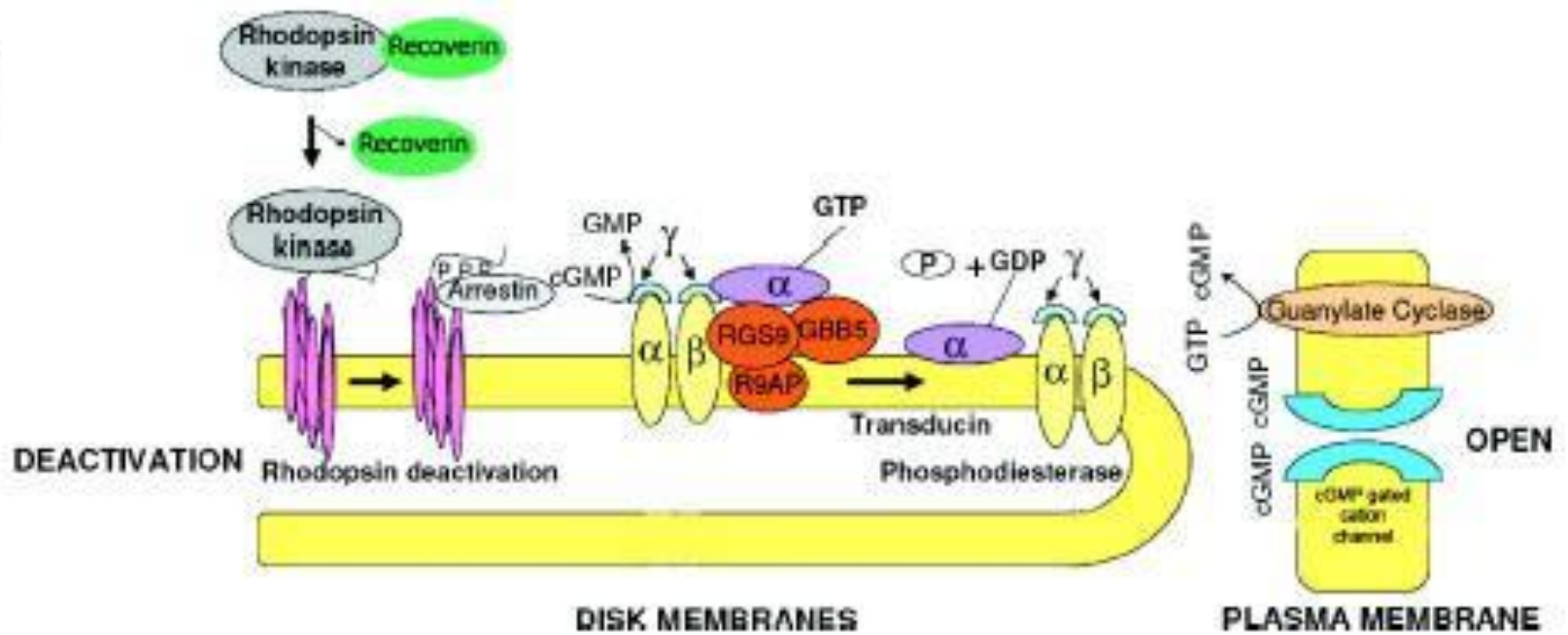




a)



b)



Nââôî âàÿ ýí âđæÿ

Đî äî ï ñèí

О псин

Òđàí ñ-đâòèí àëü

Öèñ-đâòèí àëü

Ретинальредуктаза

Đâòèí î ëèçî ì âđàçà

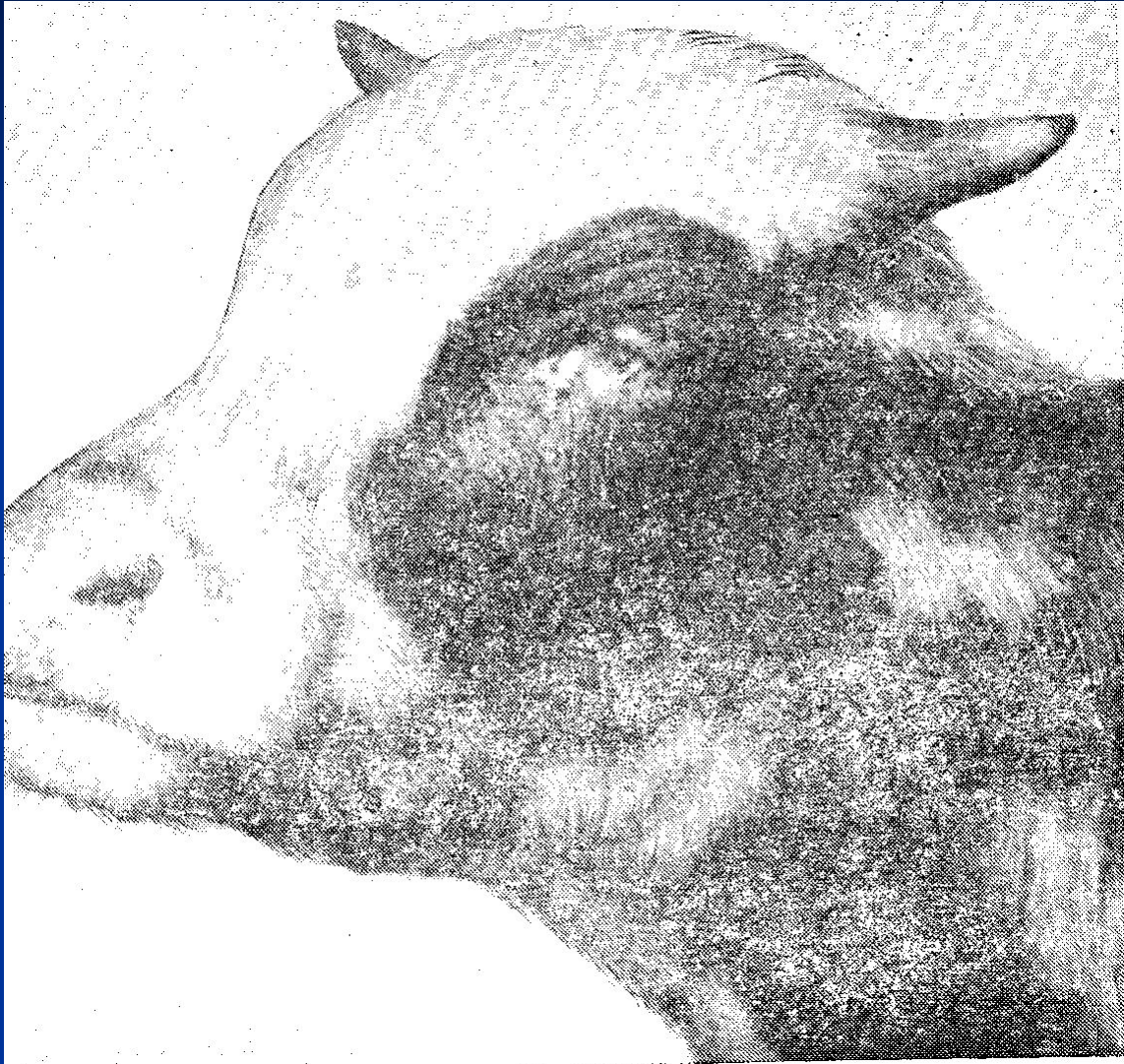
î êèñëáí èá

ï î ñòóí ëáí èá
èç êđí âè

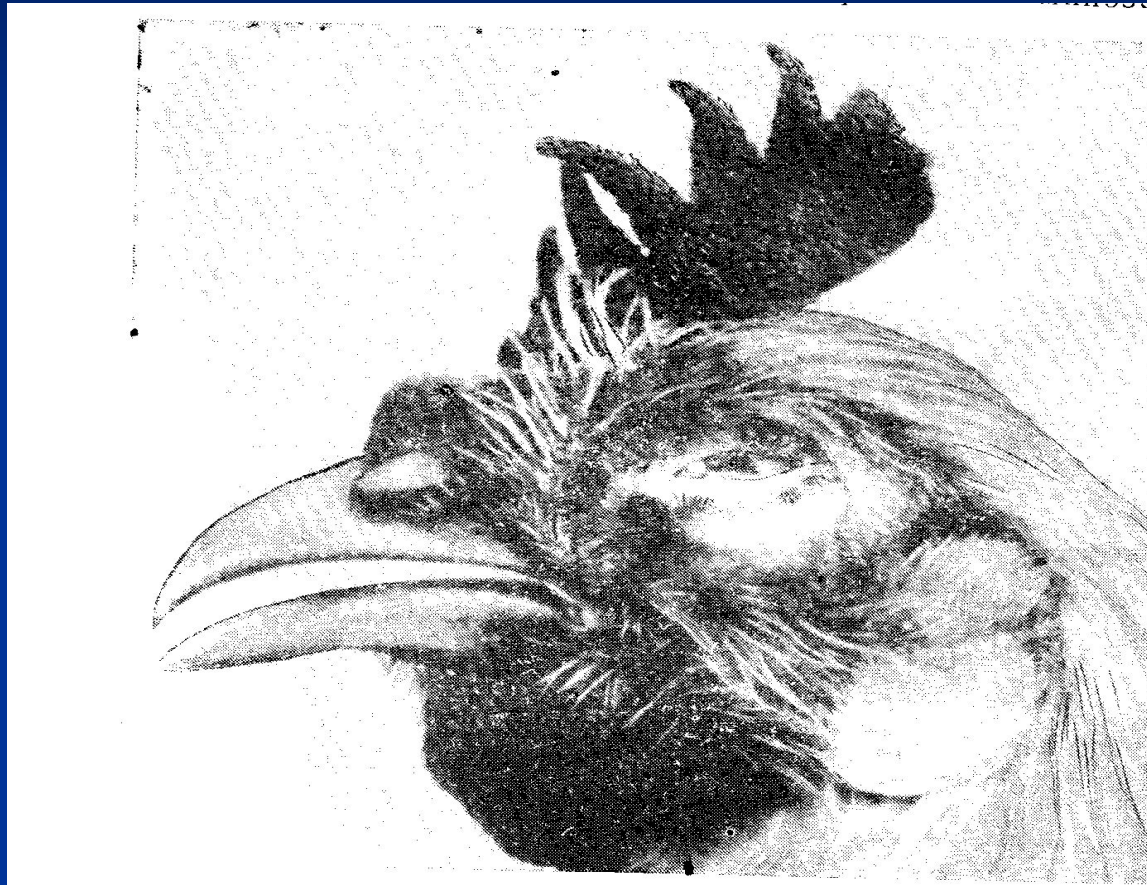
Признаки авитаминоза А

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

Ксерофтальмия бычка



Ксерофтальмия у петуха



Витамины группы D

- D_2 – эргокальциферол, антирахитный.
- D_3 – холекальциферол, антирахитный.

Схема синтеза витамина D₂

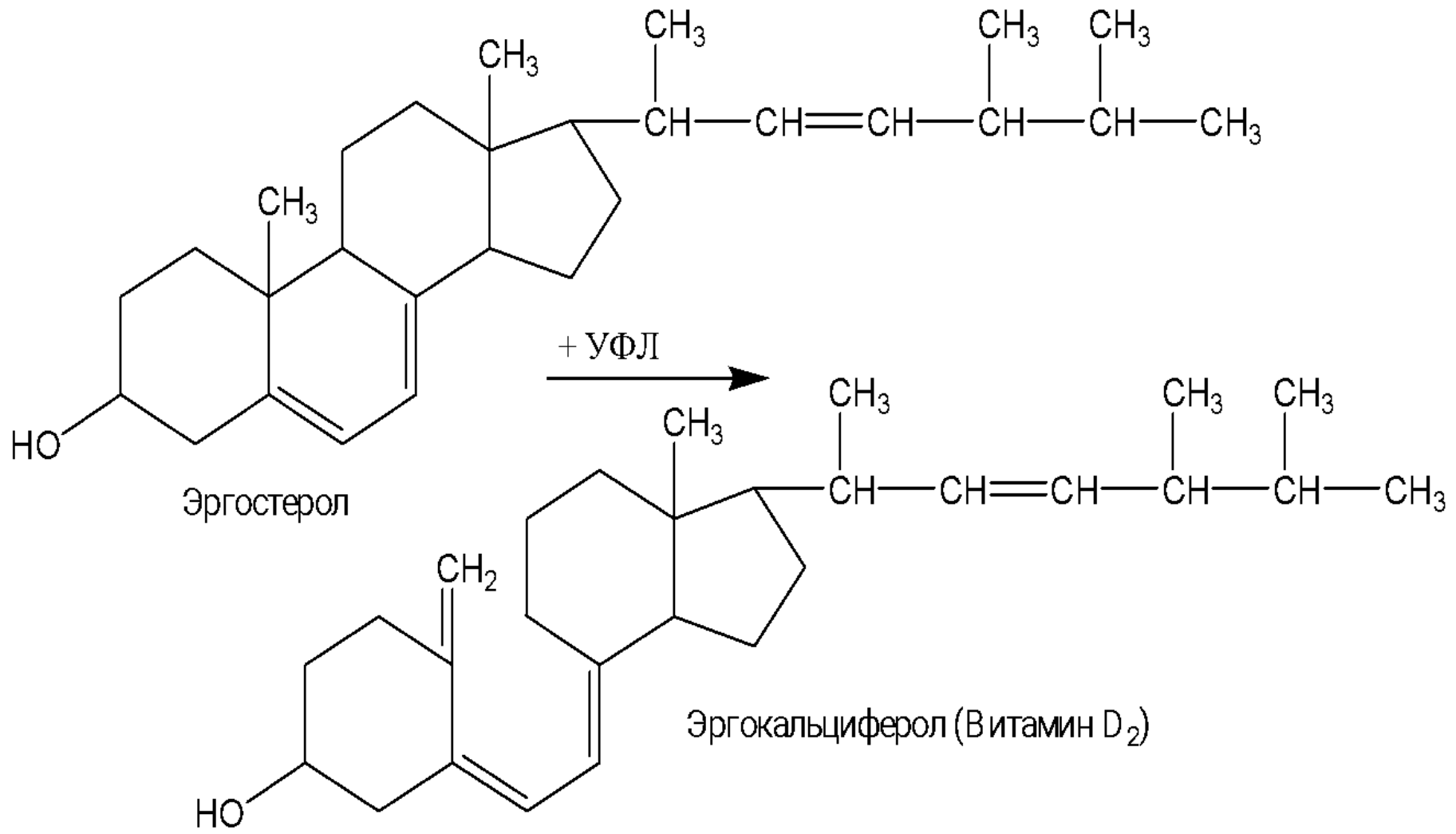
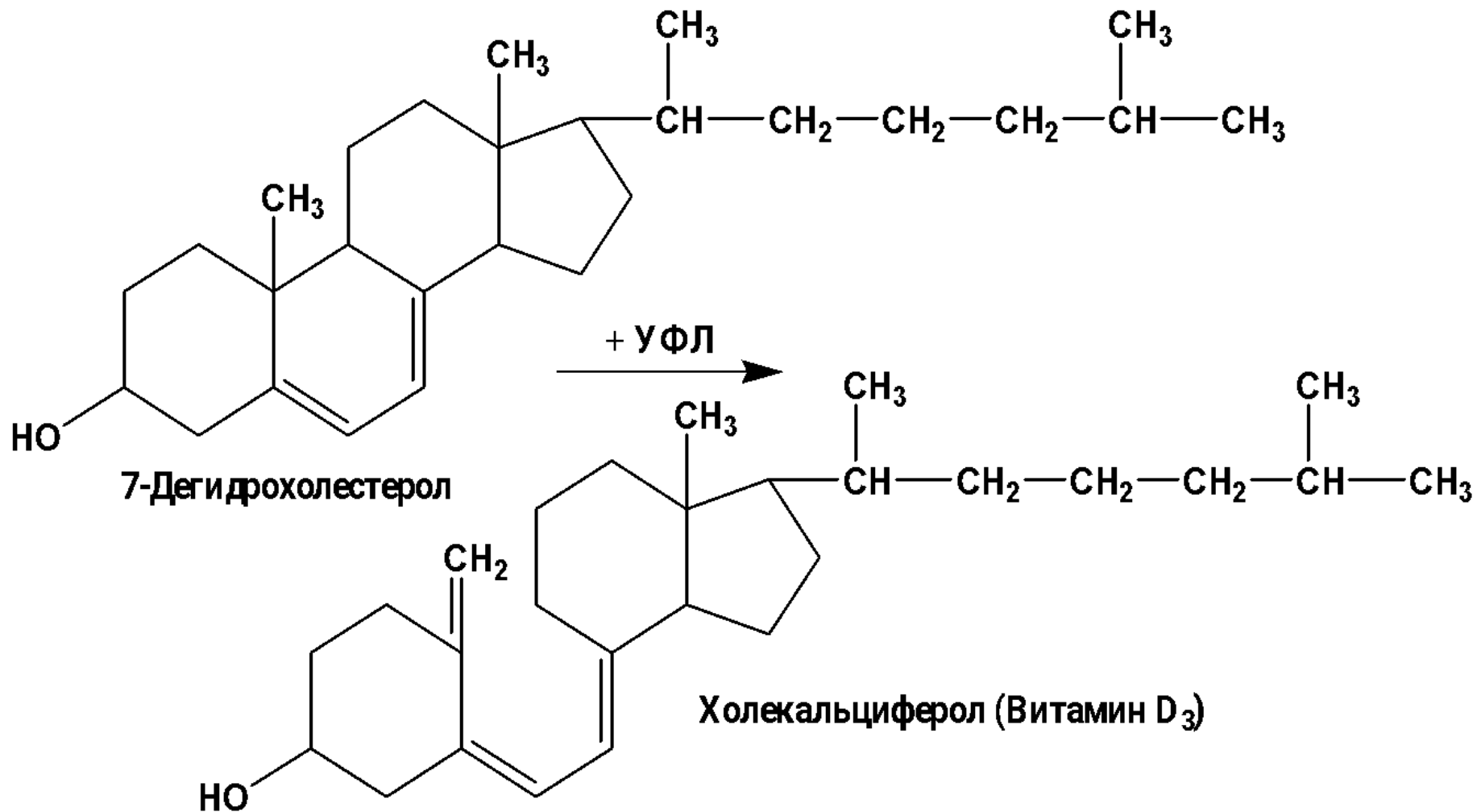


Схема синтеза витамина D₃



Источники витаминов D в природе

- Витамин D₃ содержится практически в тех же продуктах животного происхождения, что и витамин A (желток яиц, печень и икра животных, рыбий жир).

При естественной инсоляции (нахождении на солнце) синтез витамина D₃ идет в подкожной жировой клетчатке из провитамина – 7-дегидрохолестерола.

- Витамин D₂ растительного происхождения. В зеленых растениях и дрожжах содержится его провитамин – эргостерол. При сушке зеленых растений на солнце из провитамина идет витамин D₂.

Содержание витамина D 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

Биологическая роль витамина D

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

Признаки авитаминоза D

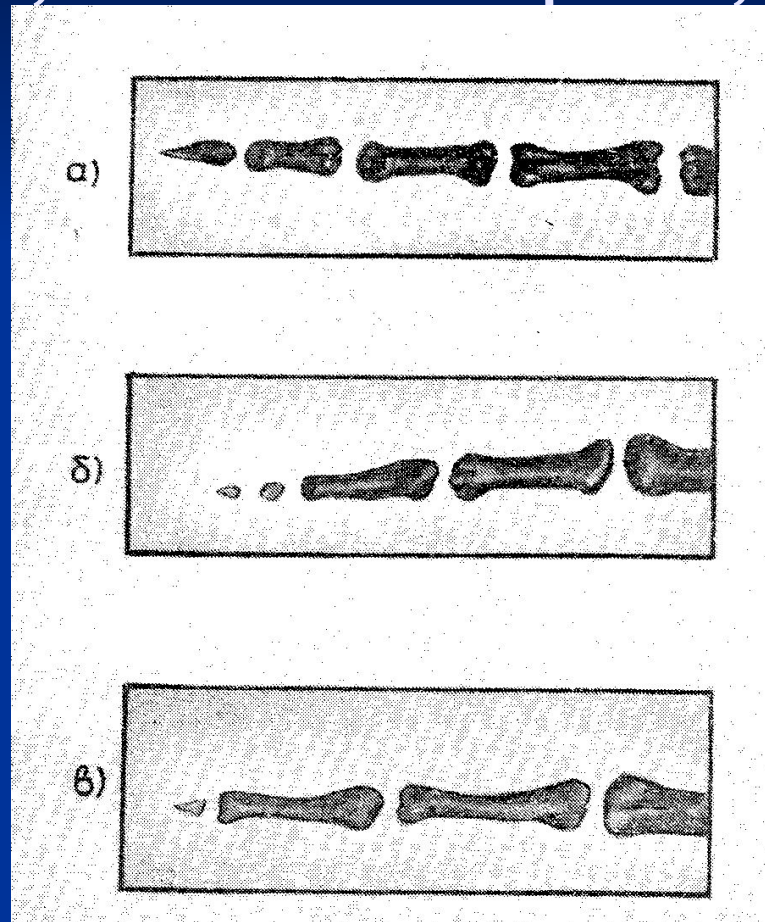
1. У молодых растущих животных заболевание – рахит. При этом нарушается кальцификация костной ткани. Кости становятся мягкими и под влиянием тяжести тела кости конечностей - искривляются.

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.

Рентгенограмма хвостовых ПОЗВОНКОВ КОРОВ:

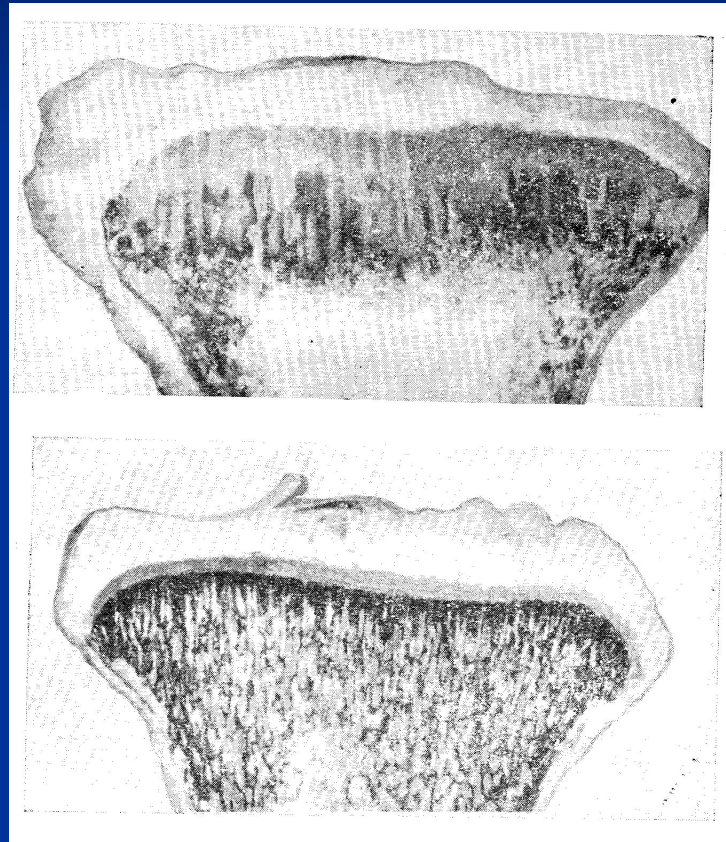
а- норма, б- начальный рахит, в - рахит



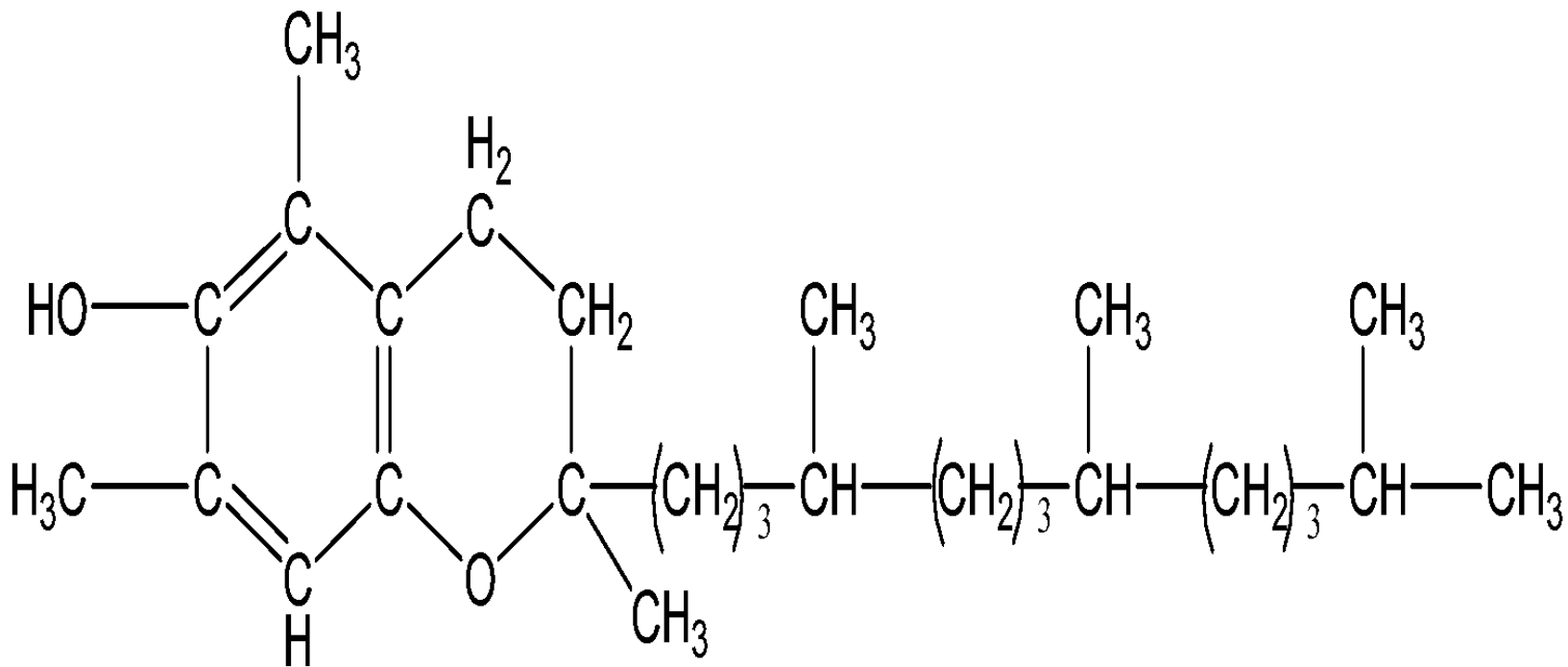
Продольное сечение берцовой кости

цыпленка:

вверху – рахитичная кость, внизу –
нормальная кость



Витамин Е (токоферол, антистерильный)



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).

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		

Биологическая роль токоферолов:

1. Биологический антиоксидант для:

а) полиеновых жирных кислот;

б) витамина А и каротинов;

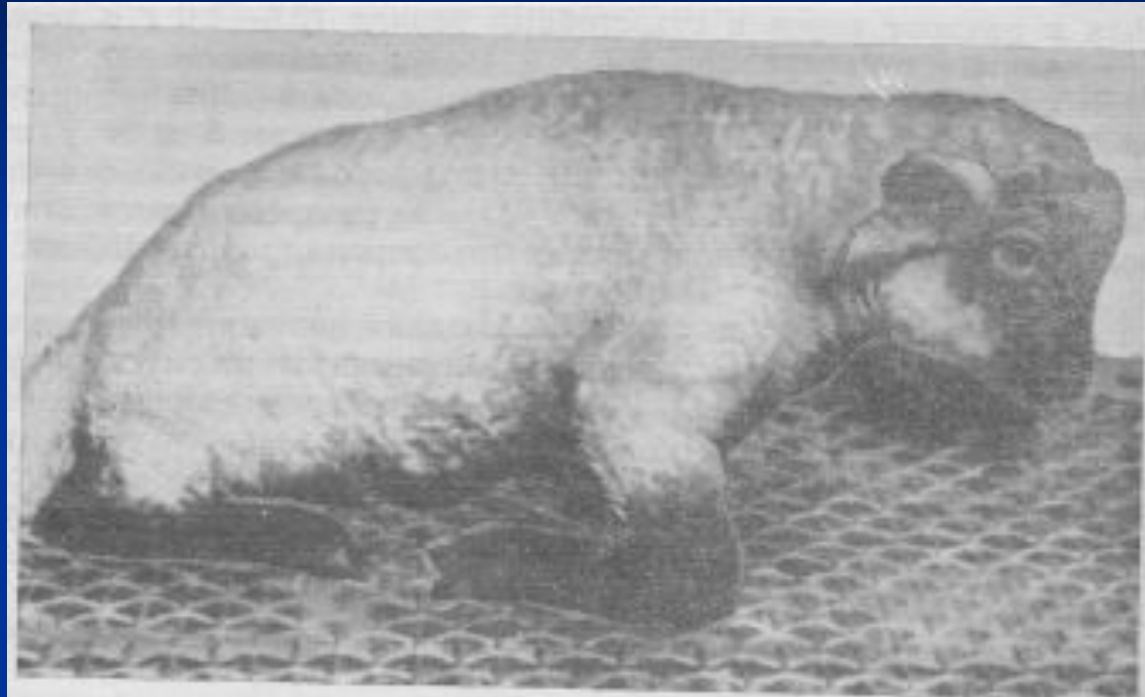
в) мембранных структур.

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.

Мышечная дистрофия ягнят



Атаксия ягнят

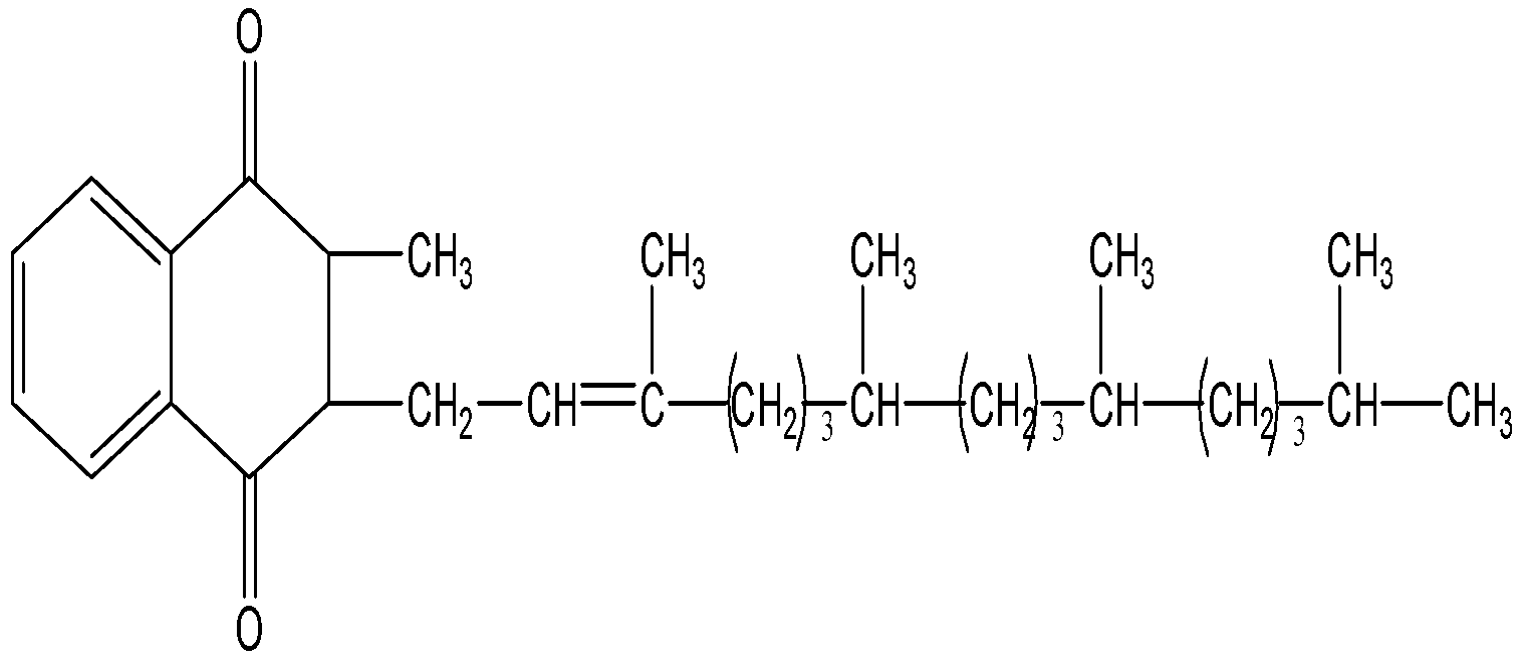


Энцефаломалация цыплят



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 (синтез микроорганизмами), и при напольном содержании животных на подстилке авитаминоз К практически не наблюдается.

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.

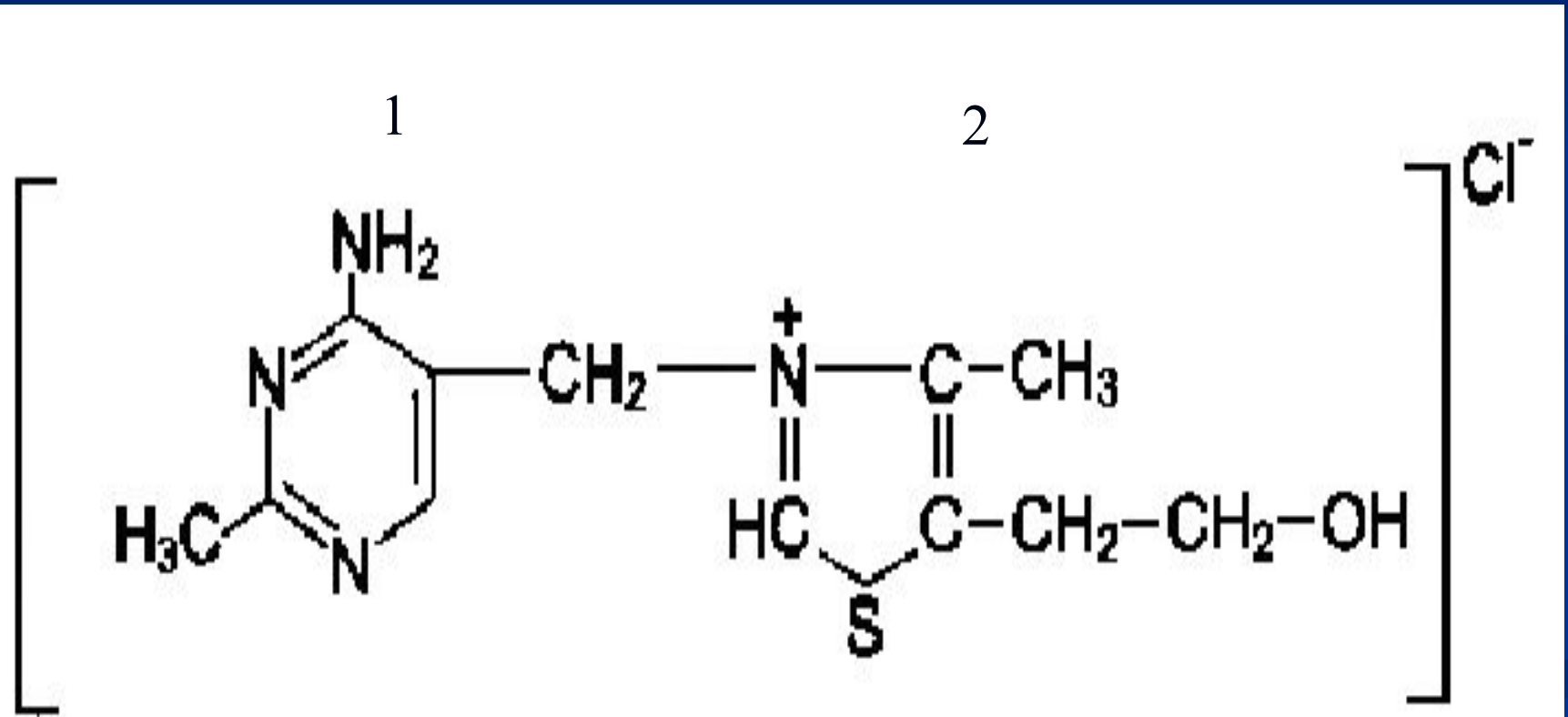
ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ (ГИДРОВИТАМИНЫ)

ВИТАМИНЫ ГРУППЫ В

- Витамины этой группы в организме выполняют свою каталитическую функцию не самостоятельно (как жирорастворимые витамины), а входя в состав небелковой части (кофермента) сложных белков ферментов. Такие витамины называют энзимовитаминами.

- Водорастворимые витамины не накапливаются в организме (в отличие от жирорастворимых витаминов).
- Поэтому для нормальной жизнедеятельности организма они должны содержаться в рационе животных ежедневно.

Витамин В₁ (тиамин, антиневритный)



1 - пиримидиновое кольцо; 2 - тиазоловое кольцо

Витамин В₁ 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 В₁ (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

Витамин В₁ в молоке (мкг%)

Коровье:

Молозиво.....62
Молоко.....38

Овечье:

Молозиво.....108
Молоко.....98

Кобылье:

Молозиво.....38
Молоко.....28

Свиное:

Молозиво.....60
Молоко.....65

Биологическая роль

витамина В₁ определяется тем, что в виде тиаминпирофосфата (ТПФ) – принятое сейчас название или тиаминдифосфата (ТДФ) или кокарбоксилаза – старое название он входит в состав ряда ферментов и ферментативных комплексов:

1. Декарбоксилазы α -кетокислот (пировиноградной – ПВК и α -кетоглутаровой).
2. Транскетолазы – фермента пентозо-фосфатного пути окисления углеводов.

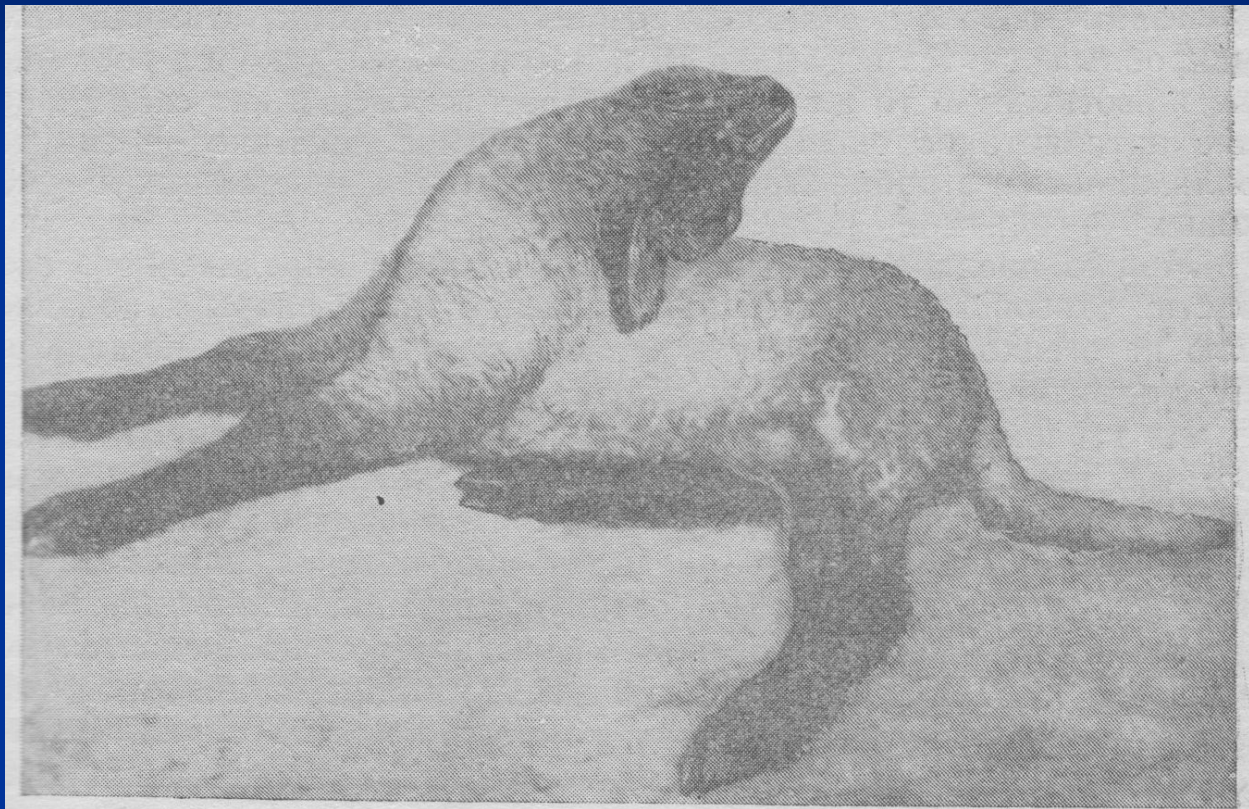
Специфические признаки В₁-авитаминоза

- Комплексное заболевание нервной системы – полиневрит (старое название «бери-бери»)
- Из-за отсутствия ТПФ не работают декарбоксилазы кетокислот, в результате происходит их накопление (ацидоз), они раздражают нейроны и нервные окончания, вызывают воспаление нервных стволов - полиневрит. Нарушаются функции НС, сердечно-сосудистой системы, дыхания, опорно-двигательной системы.

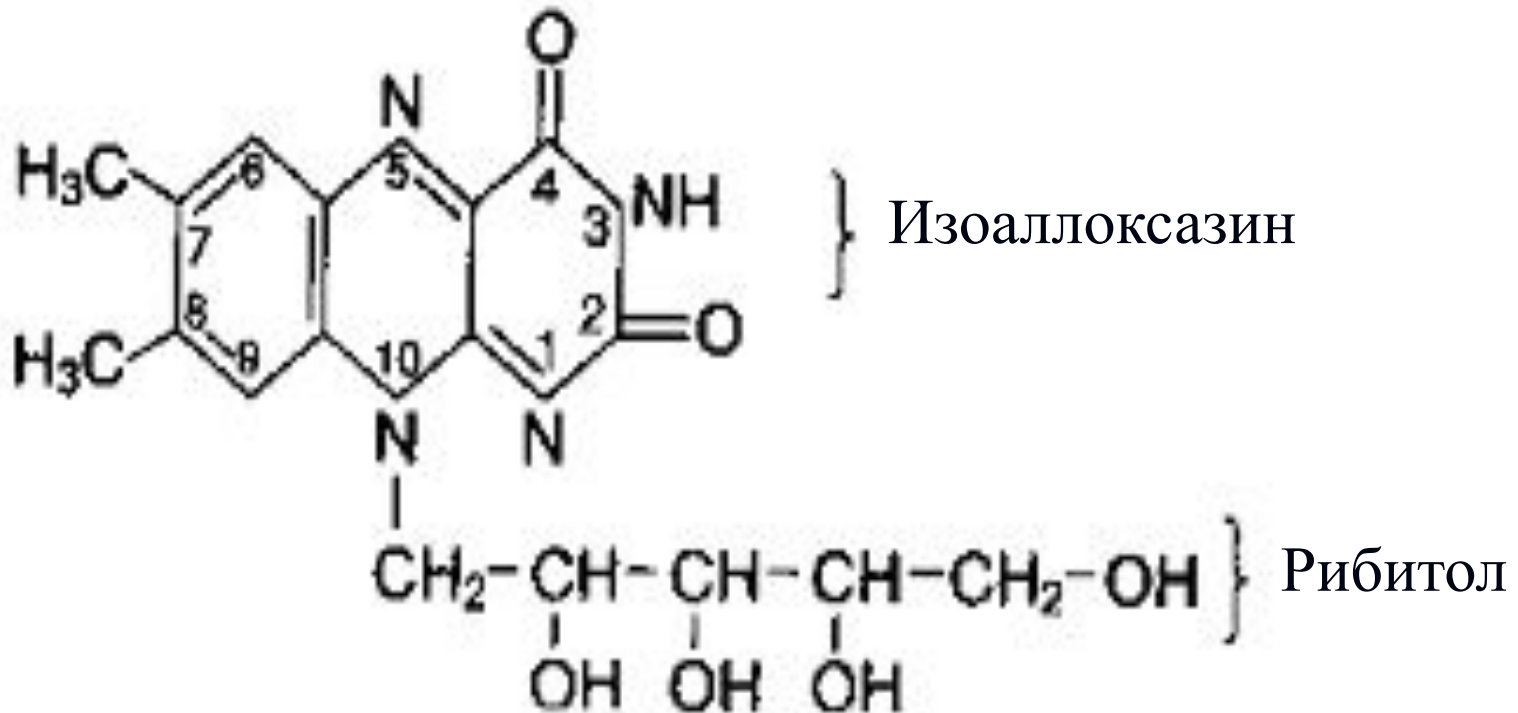
Авітаміноз В₁ у цыплятка



Авітаміноз В₁ у ягненка



Витамин В₂ (Рибофлавин)



Витамин В₂ (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 В₂ (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

Биологические функции

- В слизистой оболочке кишечника после всасывания витамина происходит образование коферментов

ФМН – Флавин-Моно-Нуклеотид

ФАД – Флавин-Аденин-Динуклеотид

- Коферменты ФМН и ФАД входят в состав ферментов –флавінзависимых дегидрогеназ, принимающих участие в окислительно-восстановительных реакциях, а значит в выработке энергии.

Признаки В₂-авитаминоза

- энергетическое голодание, задержка роста, уменьшение привеса, повышенная смертность, дерматиты, выпадение шерсти и перьев, смертность эмбрионов.

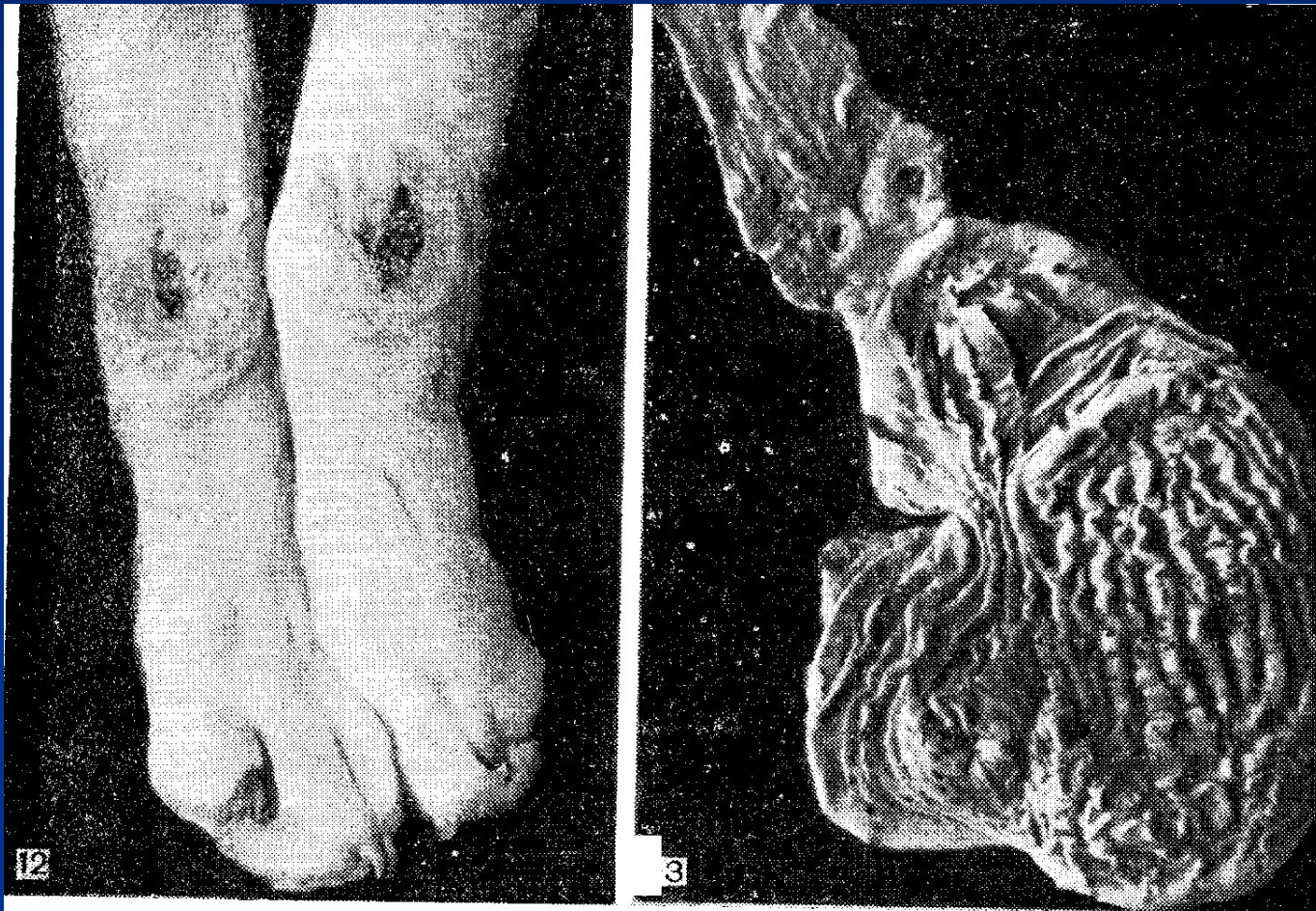
Цыплята с признаком недостатка витамина В₂:

слева – незначительный, *справа* – острый авитаминоз В₂

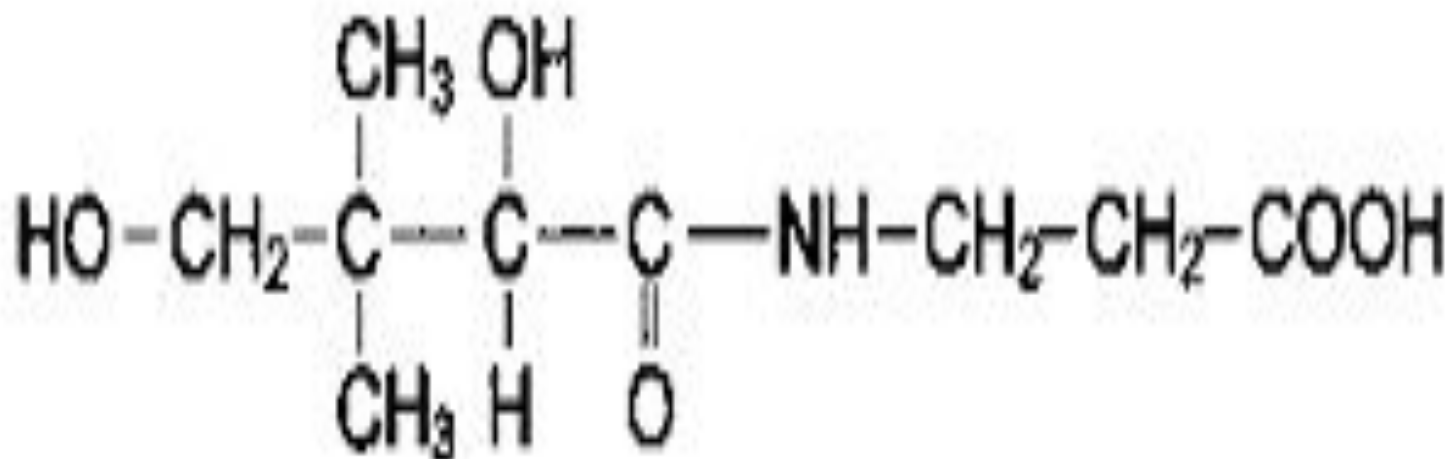


Гипорибофлавиноз.

Слева - трофические язвы передних лап у собаки. *Справа* – язвы 12-перстной кишки у собаки



Витамин В₃ (пантотеновая кислота)



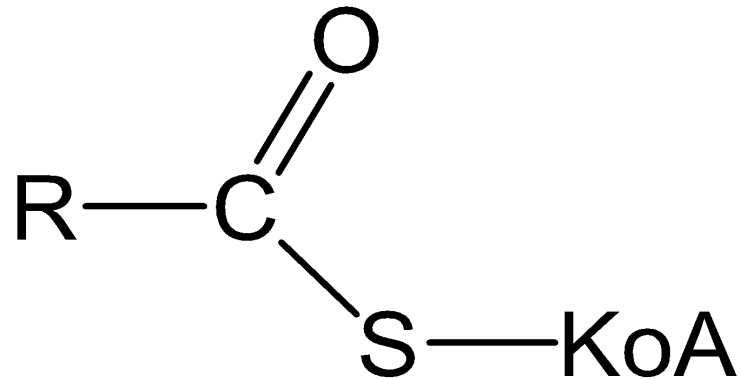
2,4-Дигидрокси-3,3-диметил-
масляная кислота

β-Аланин

Биологические функции

- Пантотеновая кислота используется в клетках для синтеза кофермента КоА (Коэнзим А - HS-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.

Форма активированной карбоновой кислоты



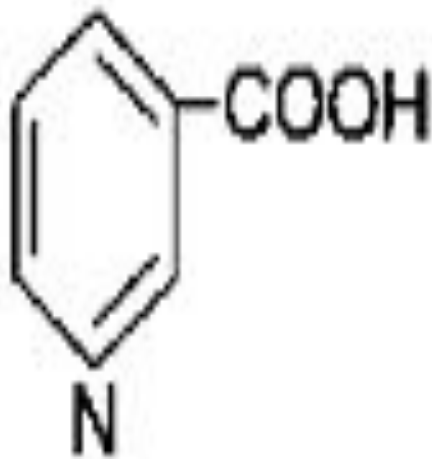
Признаки В₃-авитаминоза

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

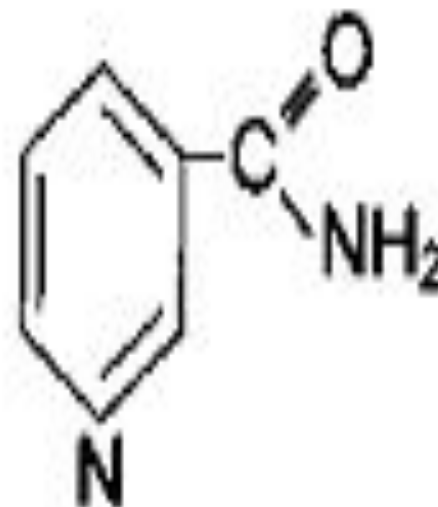
Дерматиты цыплят на рационе, не содержащем пантотеновой КИСЛОТЫ



Витамин В₅ (РР, никотинамид, антипеллагрический)



Никотиновая кислота



Никотинамид

Витамин В₅ (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 В₅ (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		

Участие V_5 в обмене веществ

- Входит в состав двух важнейших коферментов:
НАД – Никотинамид-Аденин-Динуклеотид
НАДФ –
Никотинамид-Аденин-Динуклеотид-Фосфат
- Эти коферменты входят в состав пиридинзависимых дегидрогеназ (анаэробных), катализирующих окислительно-восстановительные реакции, т.е. участвующих в выработке энергии.

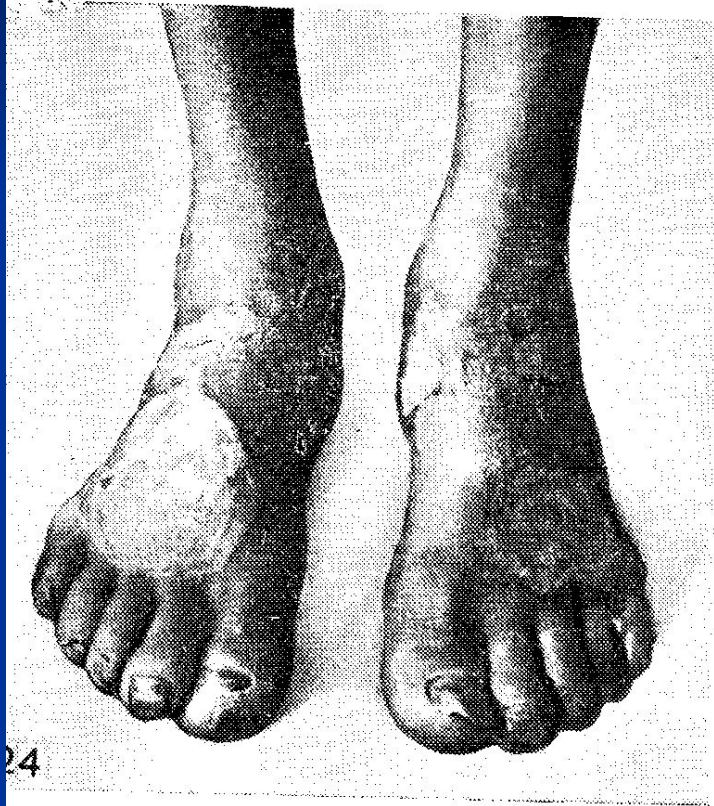
Признаки В₅-авитаминоза

- Заболевание пеллагра (специфический дерматит, заболевания слизистых ЖКТ с нарушениями функций нервной системы).
- Ярко выраженное замедление роста у молодых растущих животных.

Пелларгическая эритема кистей рук («перчатки»)



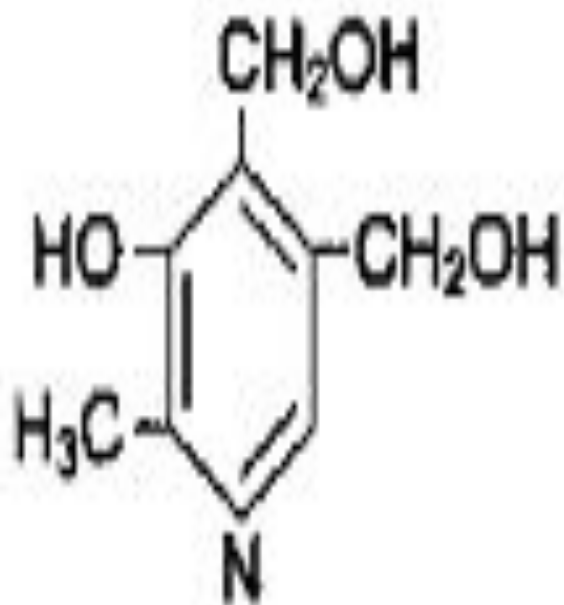
Пелларгическая эритема: слева – стоп, справа – лица



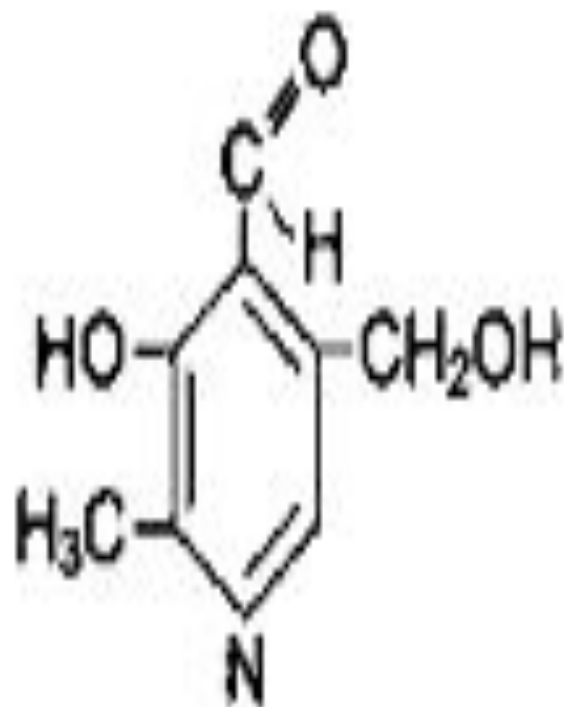
Недостаточность никотиновой кислоты у собаки



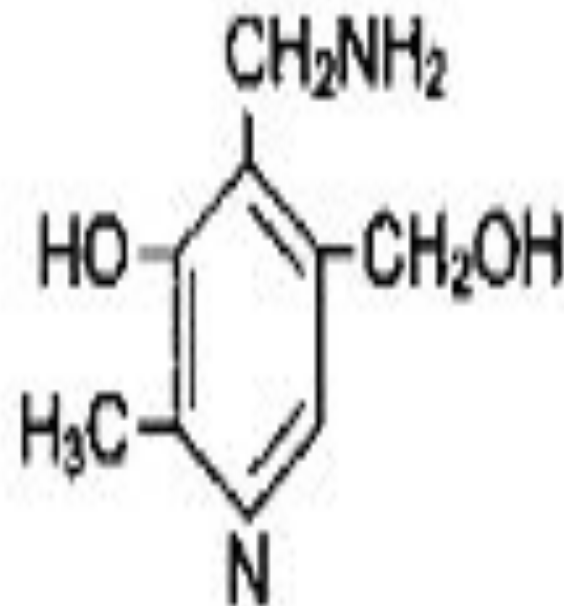
Витамин В₆ (пиридоксин, антидерматитный)



Пиридоксол
(пиридоксин)



Пиридоксаль



Пиридоксамин

Содержание витамина В₆ (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		

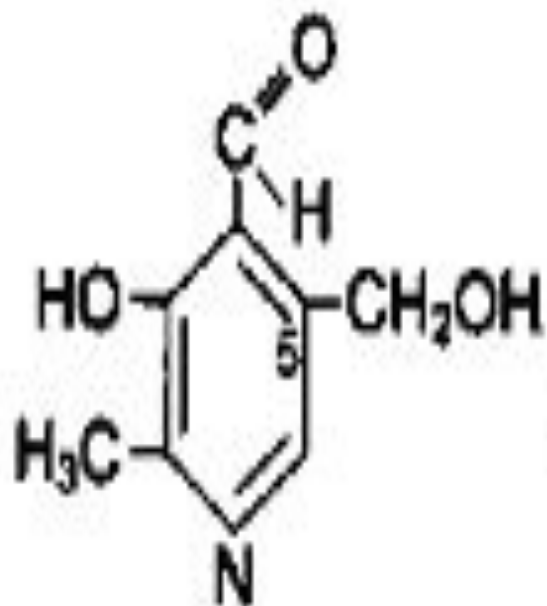
Содержание витамина В₆ (мг/кг) в кормах

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		

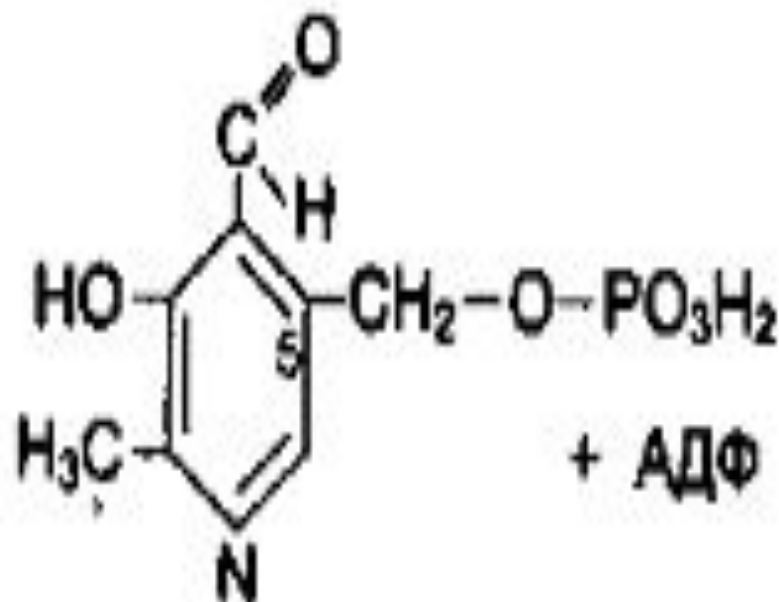
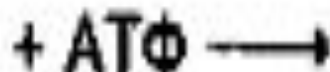
Биологические функции витамина В₆

- В виде фосфорных эфиров (ФП) является коферментом большой группы пиридоксальных ферментов, участвующих в реакциях:
 - Трансаминирования (переноса аминокрупп),
 - Декарбоксилирования аминокислот
 - Гидроксилирования,
т.е. в реакциях обмена аминокислот и белков.

Фосфорный эфир витамина В₆ (ПФ)



Пиридоксаль
(витамин В₆)



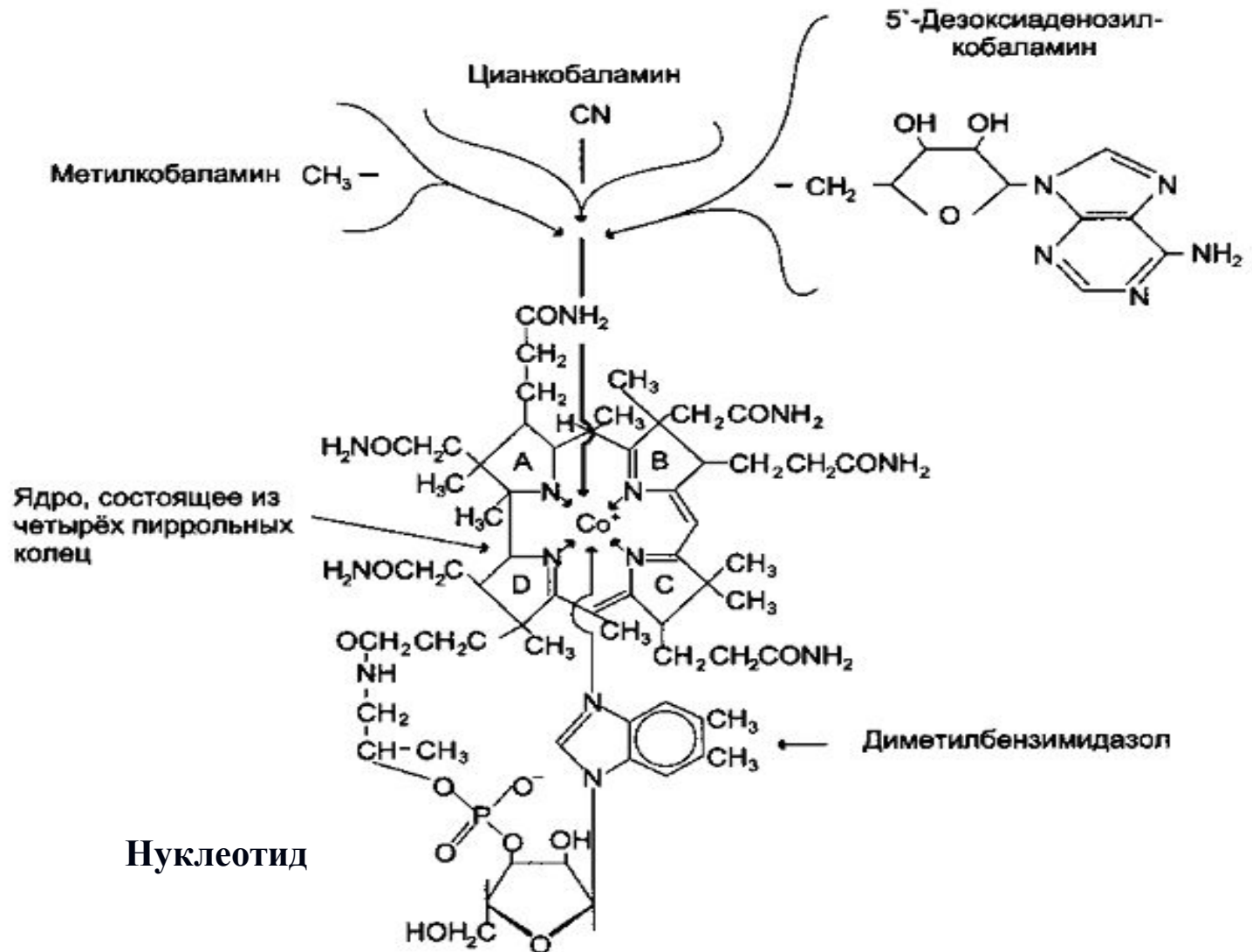
Пиридоксальфосфат
(кофермент)



Признаки В₆-авитаминоза

- Специфические дерматит.
- Эпилептические судороги.
- Задержка роста и развития.
- Поражения нервной системы.
- Снижение содержания гемоглобина (на 30%).
- Нарушается обмен липидов, что ведёт к атеросклерозу.

Витамин В₁₂ (кобаламин, антианемический)



Содержание витамина В₁₂ (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

- Хорошо синтезируется многими микроорганизмами, поэтому у животных, имеющих симбиоз с микрофлорой, недостаток витамина наблюдается редко из-за причин:
- Недостатка кобальта в рационе,
- Нарушения всасывания V_{12} из-за дефицита белка — гликопротеина (внутренний фактор Кастла, необходимого для всасывания витамина).

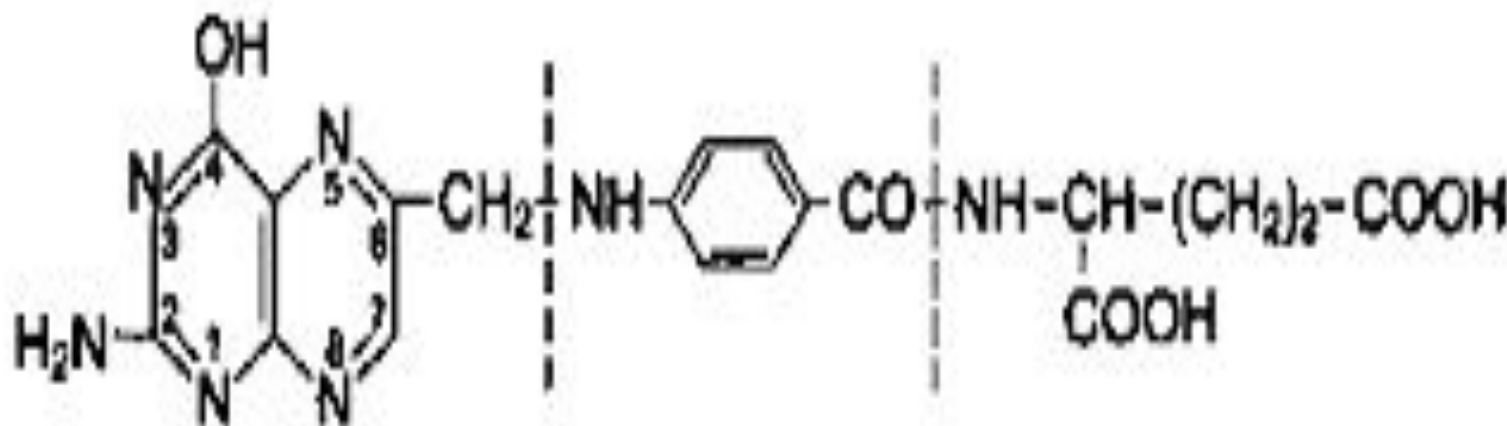
Биологическая роль витамина В₁₂

- Витамин В₁₂ служит источником образования коферментов, участвующих в реакциях переноса одноуглеродных остатков: метильных, формильных, метиленовых и др. групп.
- Поэтому он участвует в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, а значит в синтезе нуклеотидов и нуклеиновых кислот.
- Участвует в синтезе гема, а через него в синтезе гемоглобина.
- Участвует в синтезе метионина и др. биологически значимых синтезах (часто вместе с витамином В_с).

Признаки В₁₂-авитаминоза

- Анемия – заболевание крови, вызванное нарушением эритропоеза (из-за нарушения синтеза гемоглобина).
- Лейкопения.
- Приостанавливается рост.
- Снижается уровень продуктивности.
(Из-за нарушения синтеза нуклеиновых кислот и белков).

Витамин В_с (фолиева кислота)



Птеридин

Параамино-
бензойная
кислота

Глутаминовая кислота

Источники в природе

- Синтезируется зелеными растениями (от лат. *folium* – лист).
- Синтезируется многими микроорганизмами.

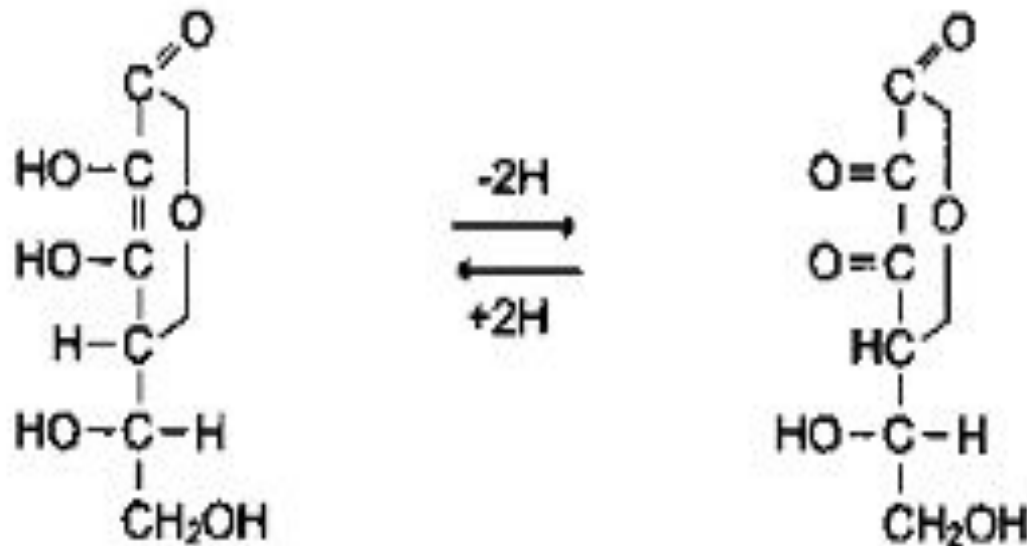
Биологическая роль витамина В_с

- Участвует в образовании кофермента – ***ТГФК - ТетраГидроФолиевая Кислота.***
- ТГФК – это кофермент, который в своем действии связан с витамином В₁₂ и вместе с ним является коферментом ферментов, участвующих в синтезе аминокислот, азотистых оснований, нуклеиновых кислот, белков, в процессах кроветворения.

Признаки В_с-авитаминоза

- Практически те же, что и при авитаминозе В₁₂.
- Гипохромная анемия.
- Лейкопения.
- Приостанавливается рост.
- Снижается уровень продуктивности.

Витамин С (аскорбиновая кислота, антицинготный)



Аскорбиновая кислота (АК)

Дегидроаскорбиновая кислота (ДАК)

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

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

Биологическая роль витамина С

- Участвует в окислительно-восстановительных реакциях.
- Участвует в превращении проколлагена в коллаген.
- Является природным антиоксидантом.
- Является природным иммуномодулятором, усиливающим синтез иммуноглобулинов, а значит и сопротивляемость организма.
- Способствует укреплению стенок кровеносных сосудов.
- Стимулирует синтез гормонов коркового слоя надпочечников – кортикостероидов.

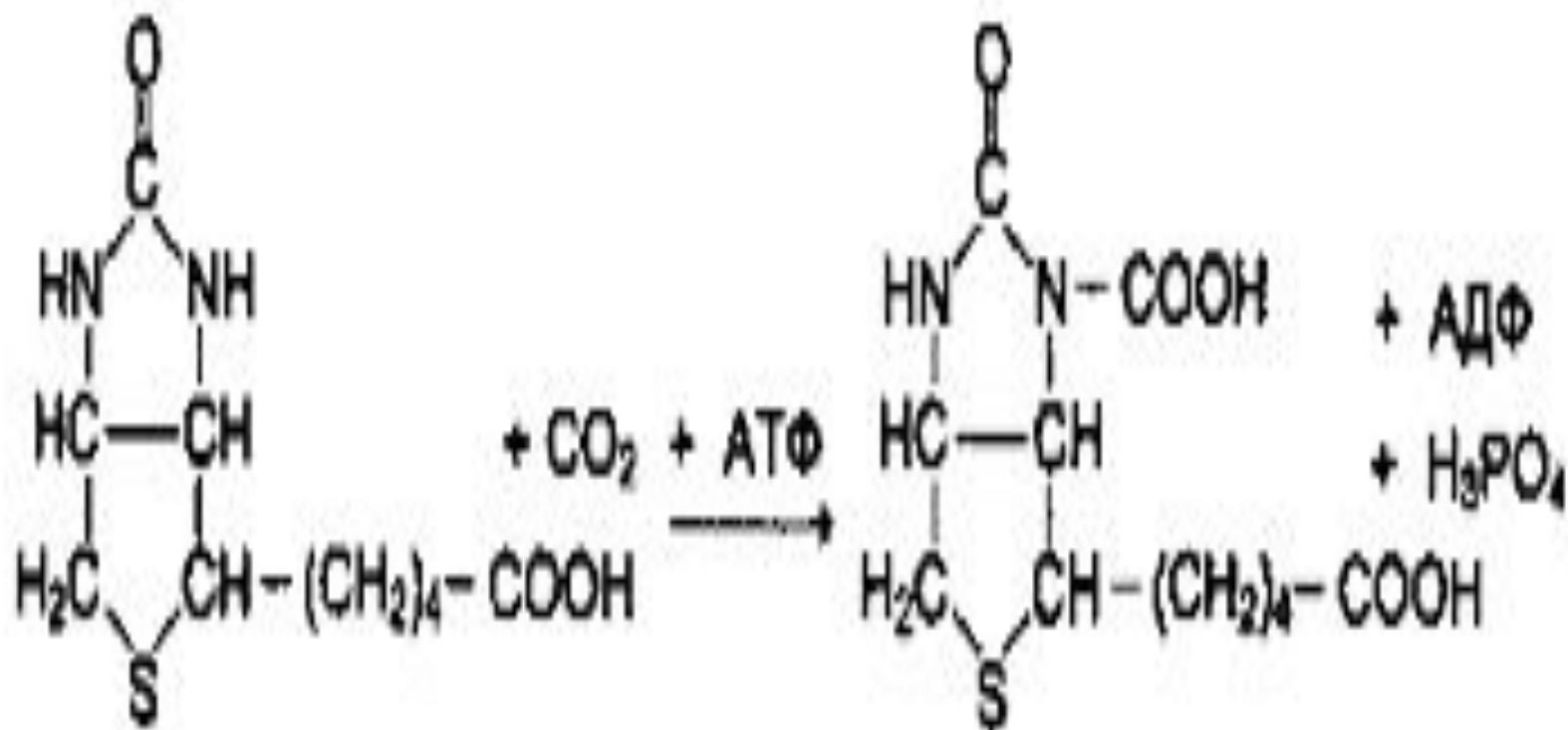
Признаки авитаминоза С

- Цинга – из-за нарушения синтеза коллагена и целостности сосудов (болезненность, припухлость и кровоточивость десен, расшатывание и выпадение зубов).
- Снижение общей резистентности организма (поэтому витамин С относят к группе антиинфекционных).
- Повышенная чувствительность к стрессам (витамин С – антистрессовый фактор).
- Повышенная ломкость кровеносных сосудов).

Использование хвои в качестве витаминовой подкормки



Биотин (витамин Н)



Источники в природе

- Синтезируется в основном микроорганизмами, дрожжами
- Содержится в печени, желтке яиц, дрожжевом экстракте

Биологическая роль витамина Н

- Является коферментом ферментов карбоксилаз, осуществляющих реакции карбоксилирования – присоединения CO_2 .
- Используется в образовании малонил-КоА из ацетил-КоА, в синтезе пуринового кольца.
- А также в реакции карбоксилирования пировиноградной кислоты (ПВК) с образованием щавелево-уксусной кислоты (ЩУК) – катализатора цикла трикарбоновых кислот.

Признаки авитаминоза Н

- Себорея (жирная кожа, лупа, шелушение) – антисеборейный фактор.
- Дерматит
- Выпадение перьев.
- Отеки конечностей.

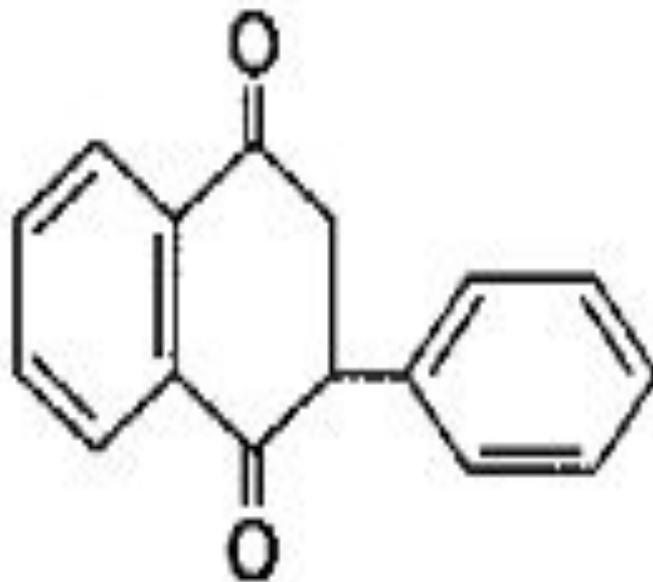
Дерматит ног у цыпленка при дефиците биотина



Обесцвечивание меха у норок при биотиновом дефиците



Витамин Р (цитрин, рутин, биофлавоноиды)



Флавонон

Источники витамина Р

- Богаты свежие овощи и фрукты с высоким содержанием витамина С
- Особенно много витамина Р в черноплодной рябине, смородине, облепихе, шиповнике, листьях чая и др.

Биологическая роль витамина Р

- Ингибирует фермент гиалуронидазу, тем самым стабилизирует основное межклеточное вещество, межклеточный матрикс соединительной ткани и уменьшает проницаемость капилляров.
- Действует совместно с витамином С в окислительно-восстановительных реакциях.
- Многие представители группы витамина Р обладают гипотензивным действием.

Признаки авитаминоза Р

- Хрупкость и ломкость кровеносных сосудов.
- Кровоизлияния и кровотечения.
- Общая слабость
- Быстрая утомляемость
- Боль в конечностях

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

Название	Коферментная форма	Биологические функции (коферментные)	Характерные признаки авитаминозов
В₁ (тиамин)	ТДФ (ТПФ) - тиаминдифосфат	Декарбоксилирование α -кетокислот (декарбоксилазы), перенос активного альдегида (транскетолаза)	Полиневрит
В₂ (рибофлавин)	ФАД, ФМН	В составе дыхательных ферментов (флавинзависимых дегидрогеназ), перенос водорода	Поражение глаз (кератиты, катаракта)
В₃ (пантотеновая кислота)	КоА-SH	Транспорт ацильных групп (кофермент ацилтрансфераз)	Дистрофические изменения в надпочечниках и нервной ткани
В₅ (РР)	НАД, НАДФ	Акцепторы и переносчики водорода в составе дыхательных ферментов (пиридинзависимых дегидрогеназ)	Симметричный дерматит на открытых участках тела, деменция и диарея
В₆ (пиридоксин)	ПФ (пиридоксаль-фосфат)	Обмен аминокислот (трансаминирование, декарбоксилирование)	Повышенная возбудимость нервной системы, дерматиты

Н (биотин)	Биотин	Фиксация CO₂, реакции карбоксилирования (карбоксилазы) (например, пирувата и ацетил-КоА)	Дерматиты, сопровождающиеся усиленной деятельностью сальных желез
Вс (фолиевая кислота)	ТГФК (тетрагидрофолиевая кислота)	Транспорт одноуглеродных групп	Нарушения кроветворения (анемия, лейкопении)
В₁₂ (кобаламин)	Дезоксиаденозил- и метилкобаламин	Транспорт метильных групп	Макроцитарная анемия
С (аскорбиновая кислота)	—	Гидроксилирование пролина, лизина (синтез коллагена), антиоксидант	Кровоточивость дёсен, расшатывание зубов, подкожные кровоизлияния, отёки
Р (рутин)	—	Вместе с витамином С участвует в окислительно-восстановительных процессах, тормозит действие гиалуронидазы	Кровоточивость дёсен и точечные кровоизлияния

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.

