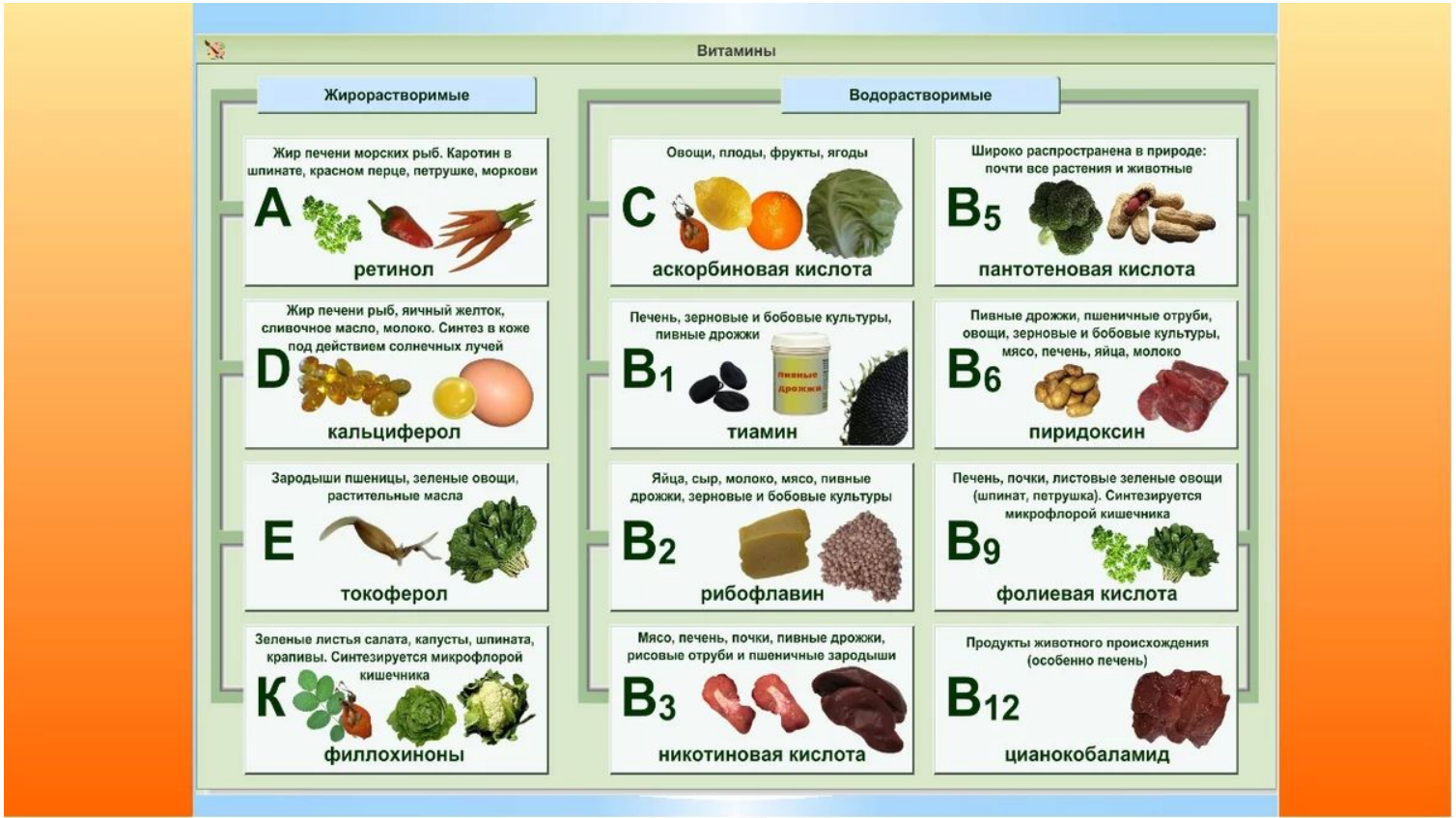
Биохимия витаминов

Витамины — низкомолекулярные органические соединения разнообразной химической природы, полностью или частично незаменимые для человека или животных, участвующие в регуляции и катализе, и не используемые в энергетических и пластических целях.



- **<u>Витаминоподобные вещества</u>** – незаменимые или частично незаменимые вещества, которые могут использоваться в пластических целях и как источник энергии (холин, оротовая кислота, витамин F, витамин U (метилметионин), инозит, карнитин)

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИТАМИНОВ

По физическим свойствам:

1. Водорастворимые витамины

Витамин PP (никотиновая кислота)

- Витамин B_1 (тиамин);
- Витамин B_2 (рибофлавин);
- Витамин B_5 (пантотеновая кислота);
- Витамин B_6 (пиридоксин);
- Витамин B_9, Bc (фолиевая кислота);
- Витамин B_{12} (кобаламин);
- Витамин H (биотин);
- Витамин C (аскорбиновая кислота);
- Витамин P (биофлавоноиды);

2. Жирорастворимые витамины

- Витамин А (ретинол);
- Витамин D (холекальциферол);
- Витамин Е (токоферол);
- Витамин К (филлохинон).
- Витамин F (смесь полиненасыщенных длинноцепочечных жирных кислот - арахидоновая и др.)

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИТАМИНОВ

По метаболическим свойствам :

- **Энзимовитамины** (коферменты) (B_1, B_2, PP, B_6, B_{12}, пантотеновая кислота, биотин, фолиевая кислота);
- **Гормоновитамины** (D_2, D_3, A);
- **Редокс-витамины** или витамины-антиоксиданты (C, E, A, липоевая кислота);

Буквенно обозначение	Химическое название	Физиологическое название
Витамин А	ретинол	антиксерофтальмический
Витамин В1	тиамин	антиневритный
Витамин В2	рибофлавин	витамин роста
Витамин В3	пантотеновая кислота	антидерматитный
Витамин В6	пиридоксин	антидерматитный
Витамин Вс, В9	фоллацин	антианемический
Витамин В12	кобаламин	антианемический
Витамин С	Аскорбиновая кислота	антицинготный
Витамин РР	ниацин	антипелларгический
Витамин Н	биотин	Антисеборейный
витамин Р	рутин	фактор проницаемости
витамин D2	эргокальциферол	антирахитический
витамин D3	холекальциферол	антирахитический
витамин Е	токоферол	антистерильный
витамин К	нафтохиноны	антигеморрагический

Метаболизм витаминов в организме (общие положения)

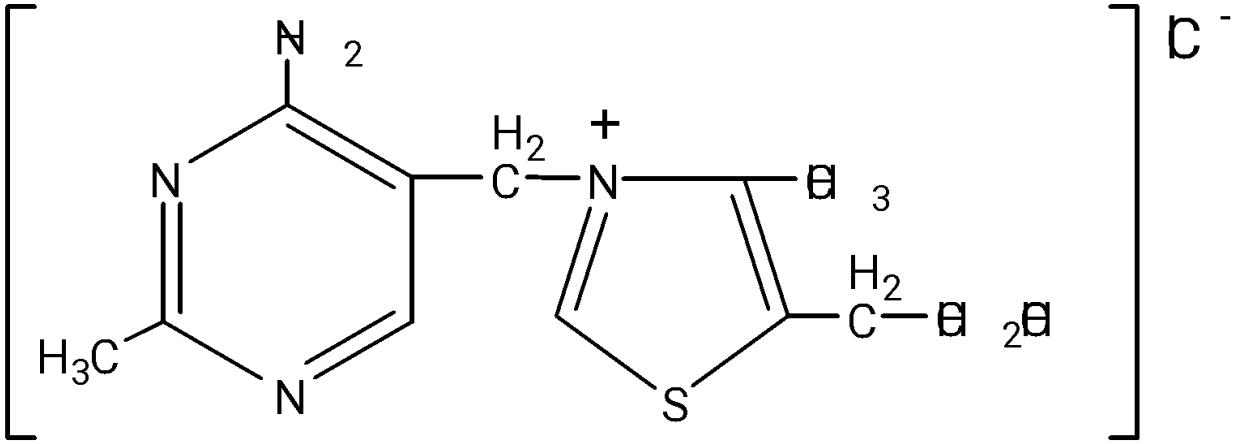
- В кишечнике водорастворимые витамины всасываются активным транспортом, жирорастворимые – в составе мицелл (т.е. лучше усваиваются вместе с жирами пищи).
- В крови **водорастворимые** витамины транспортируются свободно или в комплексе с белками, **жирорастворимые** витамины – в составе липопротеинов и в комплексе с белками.
- Витамины из крови поступают в клетки органов и тканей.

- В печени и почках водорастворимые витамины превращаются в коферменты.
- В печени и почках некоторые витамины превращаются в активные формы (D)
- Активные формы витаминов реализуют свои биохимические и физиологические эффекты.
- Инактивируются как ксенобиотики и другие продукты метаболизма.
- Из организма витамины и их производные выводятся в основном с мочой и калом.

План изучения (ответа) отдельных витаминов

1. содержание в пищевых продуктах (2-3 продукта –без цифр)
2. химическая структура (основа, реакционно способные группировки)
3. роль в метаболизме (2-3 уравнения хим. реакций)
4. картина гипо- и гипервитаминоза (2-3 симптома, вытекающих из механизма действия)
5. суточная потребность, профилактическая и лечебная дозировка (несколько мг или доли мг/сут, = профилактической дозировке, х 10 = лечебная разовая (суточная) дозировка.

ВИТАМИН B_1 (ТИАМИН)



Витамин B_1 (тиамин)

Физико-химические свойства. Водорастворим, разрушается при термической обработке.

витамина В нетоксичен

Суточная потребность взрослого человека не менее 1,4—2,4 мг.

Преобладание углеводов в пище повышает потребность организма в витамине;

жиры, наоборот, резко уменьшают эту потребность.

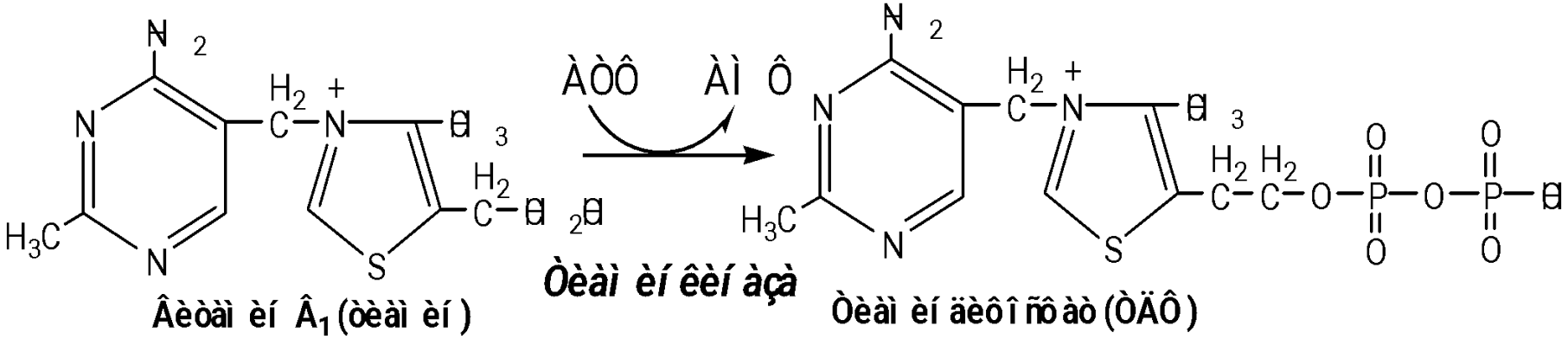
Содержание тиамина в мг% (мг/100г)

- **Дрожжи сухие пивные 5,0, пекарские 2,0**
- **Пшеница (зародыши) 2,0**
- **Ветчина 0,7**
- **Соя 0,6**
- **Крупа гречневая 0,5**
- **Ячмень (зерно) 0,4**
- **Пшеница (цельное зерно) 0,4**
- **Печень свиная, крупного рогатого скота 0,4**

- Овес (зерно) 0,4
- Крупа овсяная 0,3
- Мука пшеничная (82-94%-ная) 0,3
- Крупа ячневая 0,2
- Мука ржаная цельного помола 0,2
- Мясо (разное) 0,2
- Хлеб ржаной 0,15
- Кукуруза (цельное зерно) 0,15
- Молоко коровье 0,05
- Хлеб пшеничный из муки тонкого помола 0,03

Метаболизм

1. Всасывание: в кишечнике;
2. Транспорт: в свободном виде;
3. Активация: при участии тиаминкиназы и АТФ в печени, почках, мозге и сердечной мышце витамин B_1 превращается в активную форму - кофермент тиаминпирофосфат (ТДФ, ТПФ)



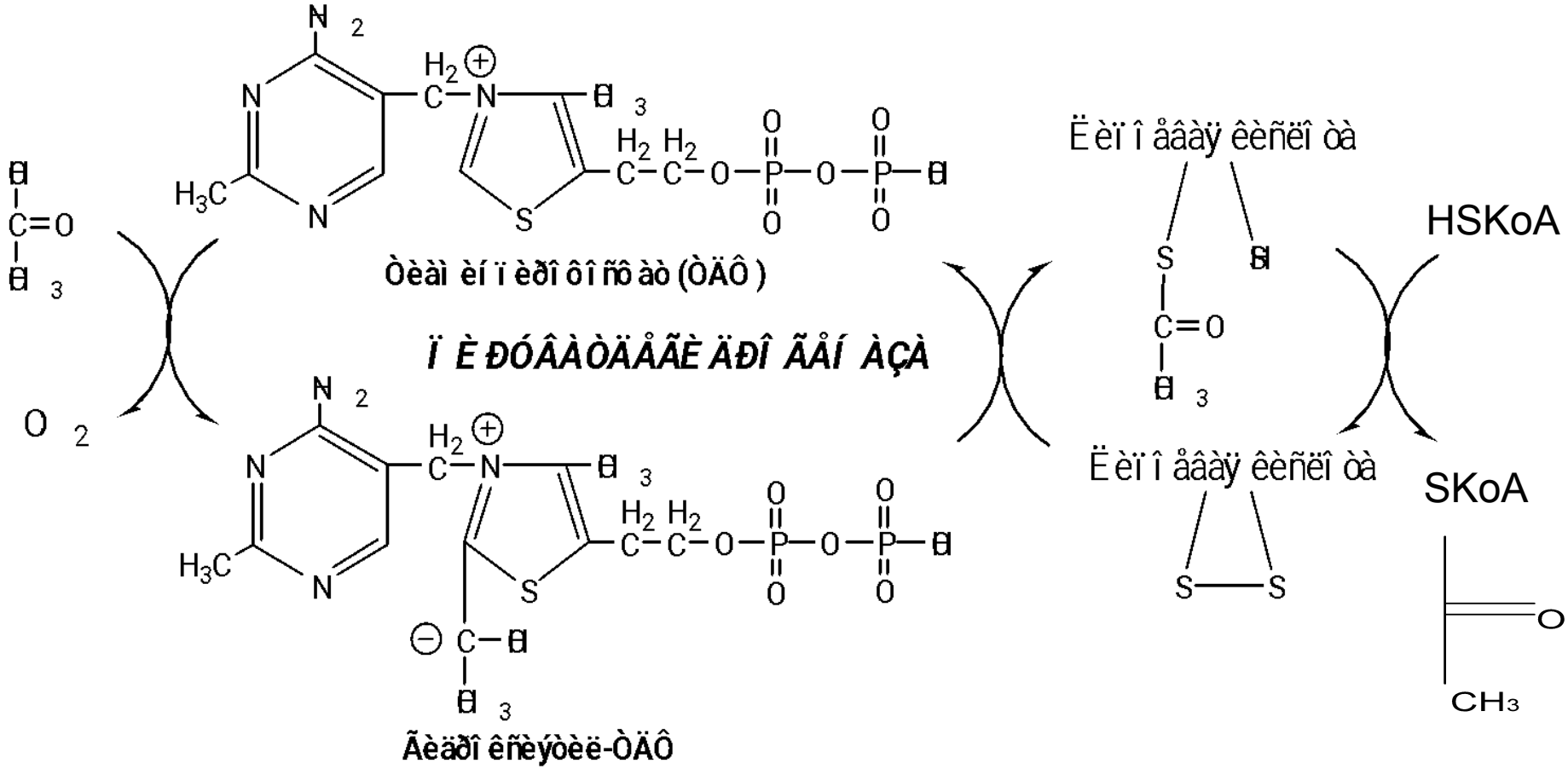
Биологическая роль

ТПФ входит в состав:

- пируватдегидрогеназного комплекса (ПВК→ Ацетил-КоА);
- α-кетоглутаратдегидрогеного комплекса (α-КГ→ Сукцинил-КоА);
- транскетолаз ПФШ (перенос альдегида с кетосахара на альдосахар)

Механизм

ТДФ забирает у субстрата группу и передает ее на липоевую кислоту



Гиповитаминоз B_1 (Бери – Бери)

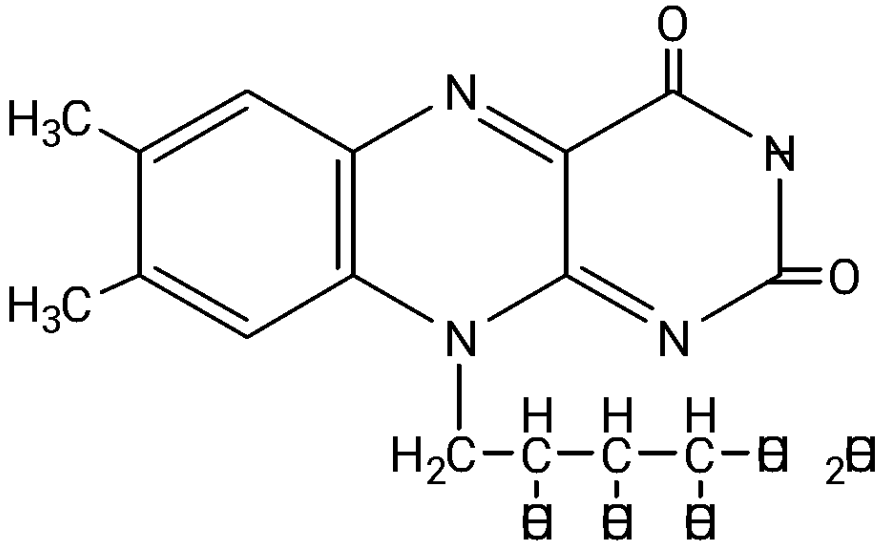
Протекает с преобладанием одной из форм:

1. **сухой** (нарушения нервной системы). Полиневрит, в основе - дегенеративные изменения нервов. Вначале развивается болезненность вдоль нервных стволов, затем — потеря кожной чувствительности и наступает паралич (болезнь Бери-Бери). Наблюдается потеря памяти, галлюцинации.
2. **отечной** (нарушения сердечно-сосудистой системы), выражается в нарушении сердечного ритма, увеличении размеров сердца и в появлении болей в области сердца.
3. **кардиальной** (острая сердечная недостаточность, инфаркт миокарда).

К признакам также относят нарушения секреторной и моторной функций ЖКТ; снижение кислотности желудочного сока, потерю аппетита, атонию кишечника. Развивается отрицательный азотистый баланс.

Бери-бери

ВИТАМИН В2 (РИБОФЛАВИН)



èçî àëëîõñàçèí

ðèáèòîë

Âèòàì èí Â$_2$ (ðèáî ôëàâèí)

Физико-химические свойства. Кристаллы желтого цвета, слаборастворимые в воде.

Физиологическая суточная потребность у взрослого человека 2-2,5 мг/сутки.

у новорожденных - 0,4-0,6 мг,

у детей и подростков -0,8-2,мг.

Содержание витамина B_2 в пищевых продуктах мг % (мг/100 г массы)

1. Печень (говяжья) 1,5
2. Яйцо куриное 0,6
3. Пшеница 0,3
4. Молоко 0,2
4. Капуста 0,2
6. Морковь 0,05

Разрушается на свету под действием ультрафиолетовых лучей. При хранении молока на свету за три с половиной часа разрушается до 70% витамина.

при нагревании разрушается в щелочной среде,

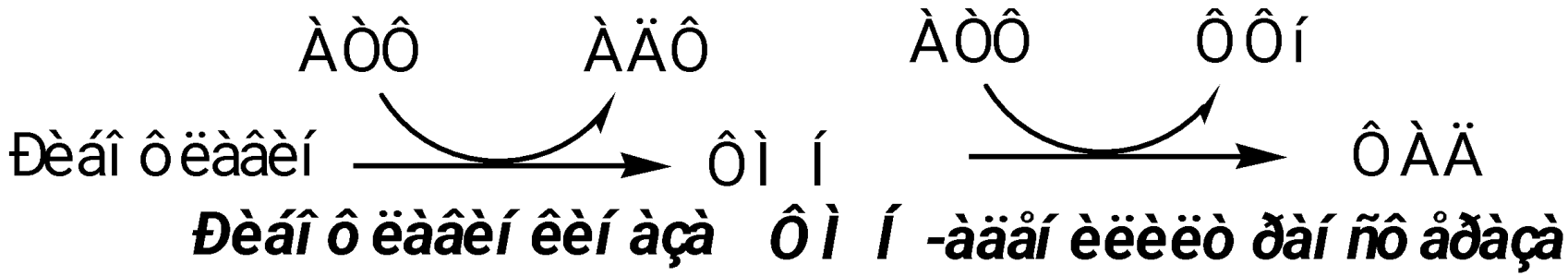
но в кислой среде, устойчив к действию высокой температуры (290°С).

Метаболизм

Всасывание: в кишечнике;

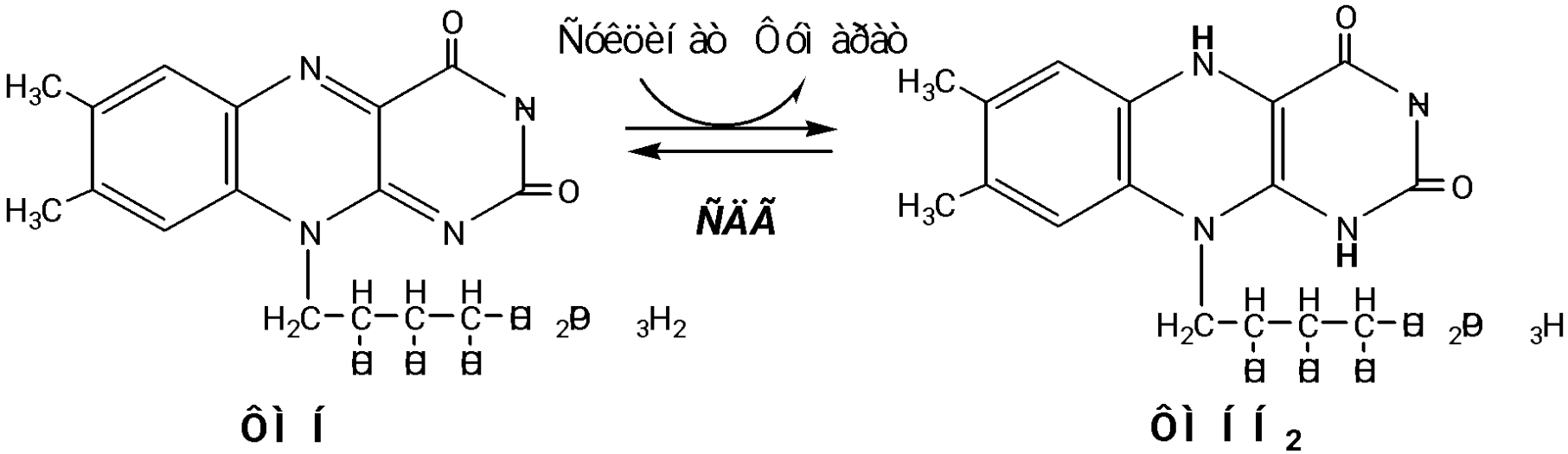
Транспорт: в свободном виде;

Активация: в слизистой оболочке кишечника происходит образование коферментов ФМН и ФАД:



Роль в обмене веществ

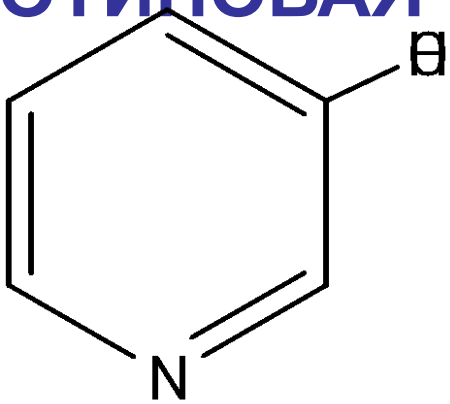
Коферменты ФАД и ФМН входят в состав аэробных и анаэробных дегидрогеназ, принимающих участие в окислительно-восстановительных реакциях (реакции окислительного фосфорилирования, СДГ, оксидазы АК, ксантиноксидаза, альдегидоксидаза и т.д.).



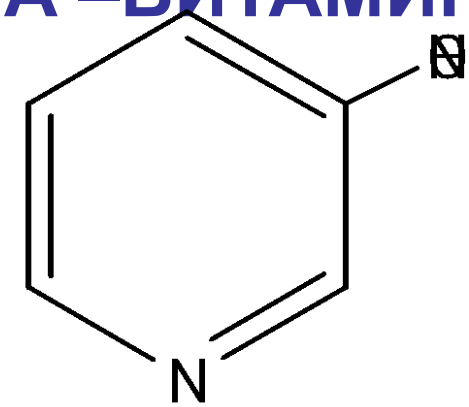
ГИПОВИТАМИНОЗ B_2

- Остановка роста организма
- Воспалителение слизистой оболочке ротовой полости (глоссит - воспаление языка), появляются длительно незаживающие трещины в углах рта, дерматит носогубной складки.
- Воспаления глаз в виде васкуляризации роговой оболочки, кератитов, катаракты.
- Кожные поражения (дерматиты, облысение, шелушение кожи, эрозии и т.д.).
- общая мышечная слабость и слабость сердечной мышцы.

НИКОТИНОВАЯ КИСЛОТА –ВИТАМИН РР



Í èêî òèí î âàÿ êèñëî òà



Í èêî òèí àì èä

2

Âèòàì èí ÐÐ

Физико-химические свойства. Плохо растворим в воде, хорошо - в щелочах.

Суточная потребность
для взрослых 15-25мг,
для детей — 5-20 мг.

Содержание в пищевых продуктах

- Из растительных продуктов:
- в свежих грибах - 6 мг %, в сушеных до 60 мг %.
- в арахисе (10-16 мг %),
- в злаках в гречe (4 мг %),
- пшене, ячневой (по 2 мг %),
- овсяной и перловой крупах, а также в рисе (по 1,5 мг %)
- В красной свекле - 1.6 мг %,
- В картофеле (1-0,9 мг %), а в вареном 0.5 мг %.
- в шпинате, томате, капусте, брюкве, баклажанах (0,5-0,7 мг %).

Из животных продуктов:

- печень (15 мг %),
- почки (12-15 мг %),
- сердце (6-8 мг %),
- мясо (5-8 мг %),
- рыба (3 мг %).

витамин PP может синтезироваться из триптофана (мало).

Метаболизм

ФРПФ ФФн

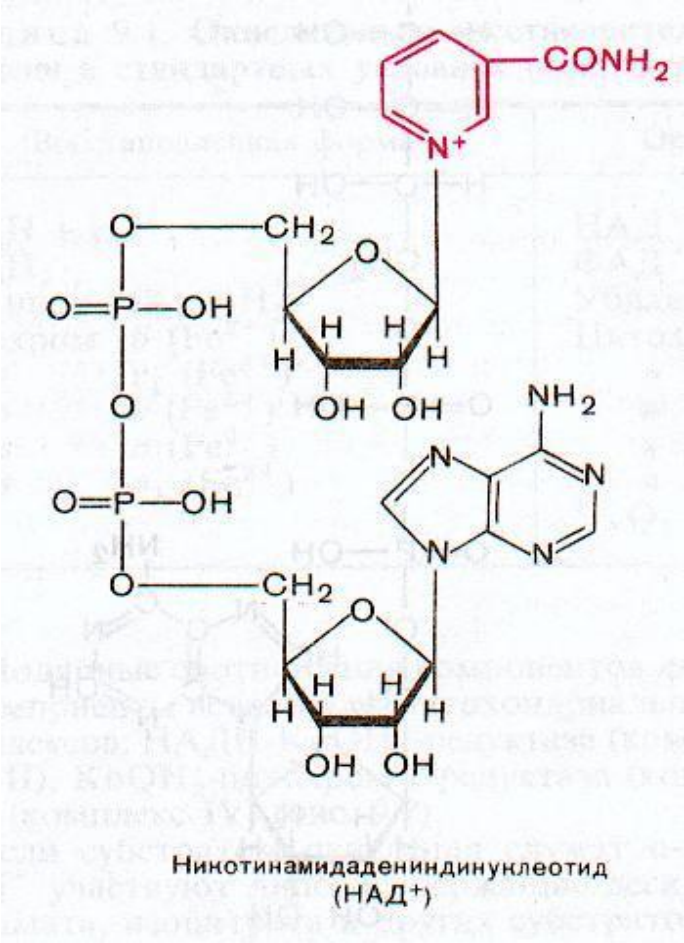
Никотинамид → никотинамидмононуклеотид

никот инамидмононуклеот ид пирофосфорилаза

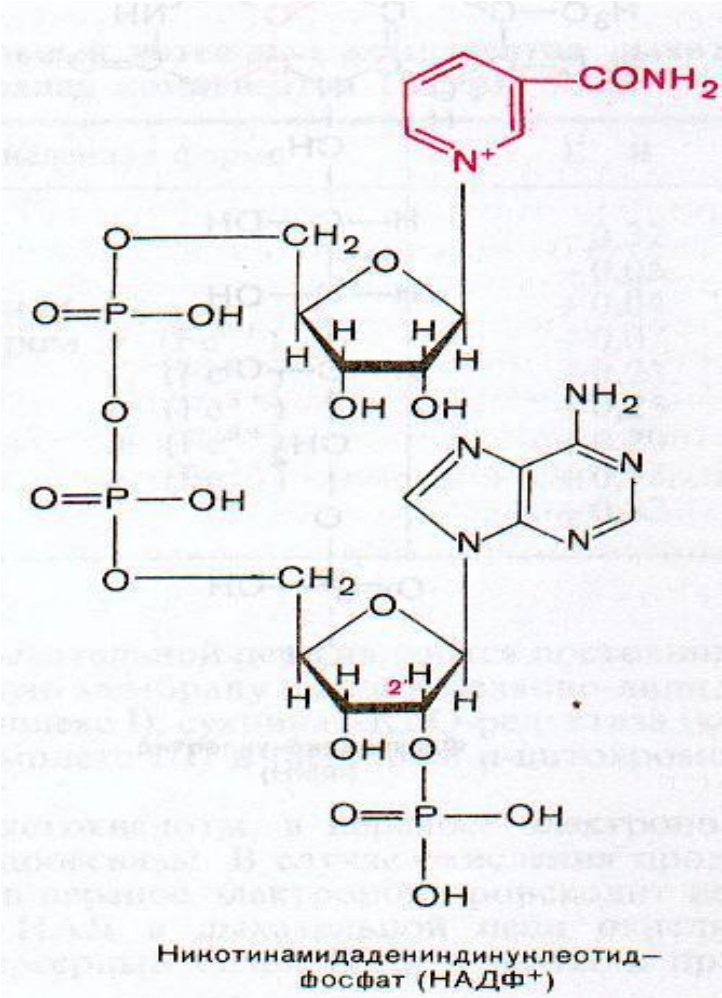
АТФ ФФн АТФ АДФ

НАД$^+$ → НАДФ$^+$

НАД-пирофосфорилаза НАД-киназа

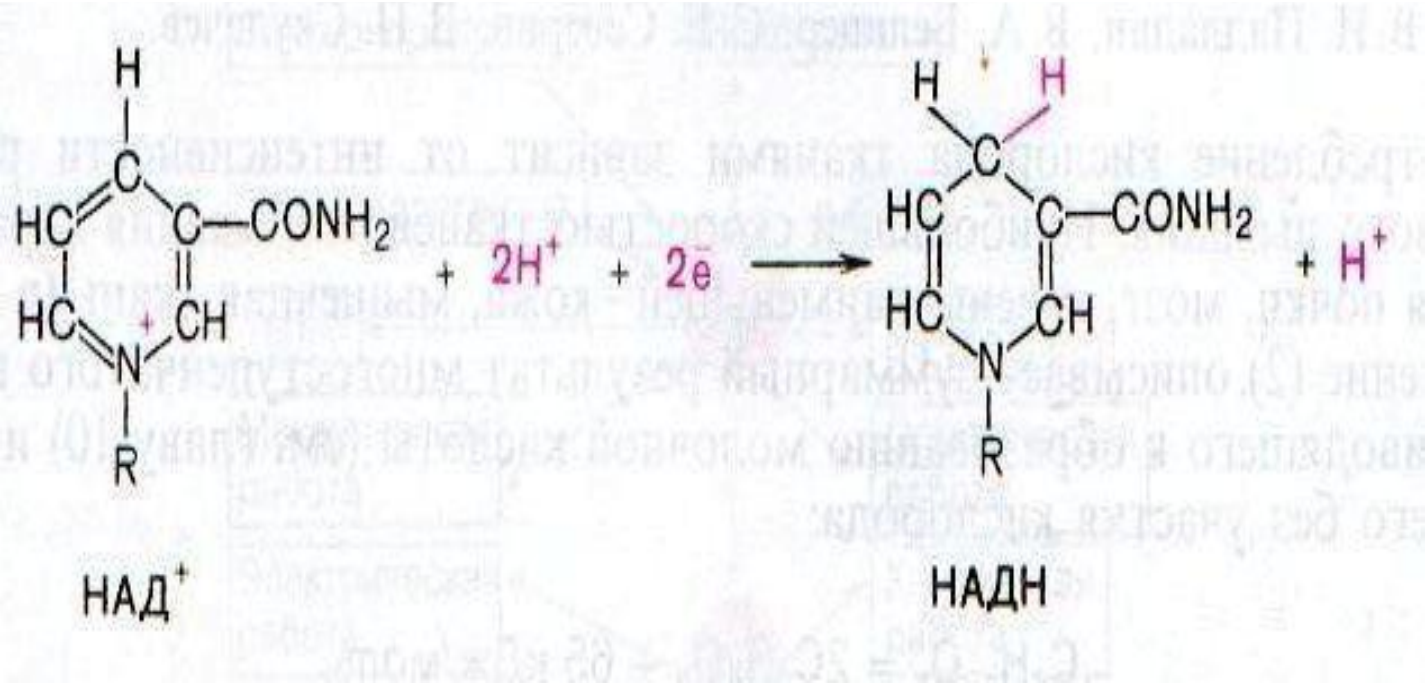


Никотинамидадениндинуклеотид (НАД$^+$)



Никотинамидадениндинуклеотид–фосфат (НАДФ$^+$)

Роль в обмене веществ



- Кофермент пиридинзависимых (НАД, НАДФ) дегидрогеназ ЦТК, гликолиза, ПФП и т.д.

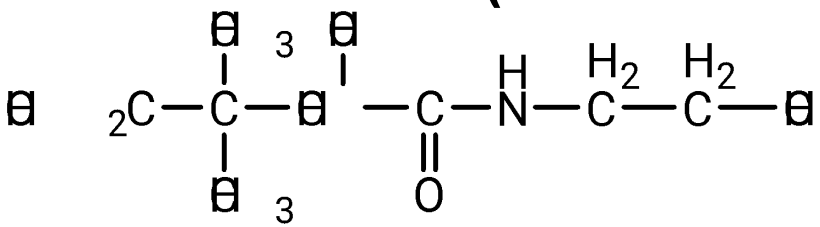
Гиповитаминоз РР - пеллагра

<u>«ТРИ Д»</u>

1. Дерматит – воспаление кожи,
2. Диарея – жидкий стул,
3. Деменция – умственная отсталость.

Пеллагра

ПАНТОТЕНОВАЯ КИСЛОТА (ВИТАМИН В5)



Âèòàì èí Â$_5$

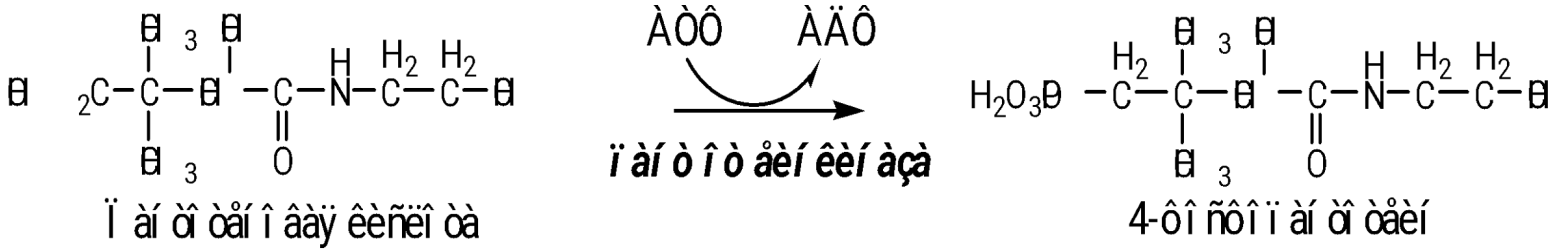
белый мелкокристаллический порошок, хорошо растворимый в воде.

Источники. Синтезируется растениями и микроорганизмами, содержится во многих продуктах животного и растительного происхождения (яйцо, печень, мясо, рыба, молоко, дрожжи, картофель, морковь, пшеница, яблоки). В кишечнике человека панто теновая кислота в небольших количествах продуцируется кишечной палочкой.

Всасывание: в кишечнике;

Транспорт: в свободном виде;

Активация: из пантотеновой кислоты в клетках синтезируются коферменты: 4-фосфопантотеин и HSКоА.



Роль в обмене веществ

4-фосфопантотеин — кофермент пальмитоилсинтазы. HS-КоА участвует в:

1. переносе ацильных радикалов в реакциях общего пути катаболизма,
2. активации жирных кислот,
3. синтеза холестерина и кетоновых тел,
4. синтеза ацетилглюкозаминов,
5. обезвреживания чужеродных веществ в печени

ГИПОВИТАМИНОЗ B_3

- Дерматиты, поражения слизистых, дистрофические изменения.
- Повреждения нервной системы (невриты, параличи).
- Изменения в сердце и почках.
- Депигментация волос.
- Прекращение роста.
- Потеря аппетита и истощение.

ВИТАМИН B_6 (ПИРИДОКСИН, ПИРИДОКСАЛЬ, ПИРИДОКСАМИН)

Распространение: Печень, почки, мясо, хлеб, горох, фасоль, картофель.

Всасывание: в кишечнике

Транспорт: в свободном виде;

Активация:

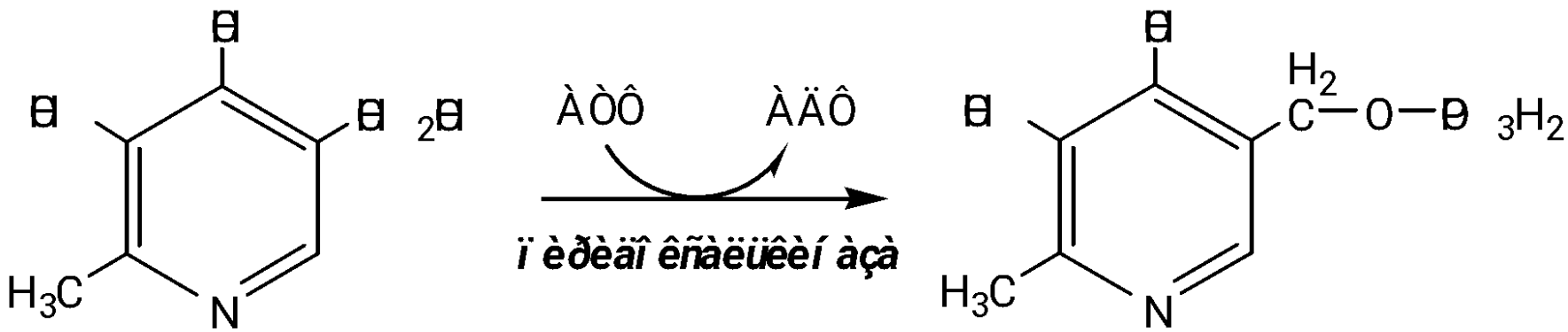
под действием пиридоксалькиназы превращаются в коферменты пиридоксальфосфат и пиридоксаминфосфат.

Содержание витамина, мг %

1. **Овес 3,3**
2. **Пшеница 3,3**
3. **Пекарские дрожжи 2,0**
4. Молоко коровье 1,5
5. Скумбрия 1,03
6. Печень 0,64
7. Орехи (фундук) 0,59
8. Морковь 0,53
9. Соевые бобы 0,38
10. Картофель 0,33
11. Бананы 0,29
12. Яйцо куриное 0,12

Суточная потребность

- взрослого человека - 3 - 4 мг,
- новорожденного - 0,3 - 0,5 мг,
- детей и подростков - 0,6 - 1,5 мг.



Ï èðèäî êñàëü

Âèòàì èí Â$_6$

Ï èðèäî êñàëüôî ñôàò

Êî ôåðì åí ò

Роль в обмене веществ

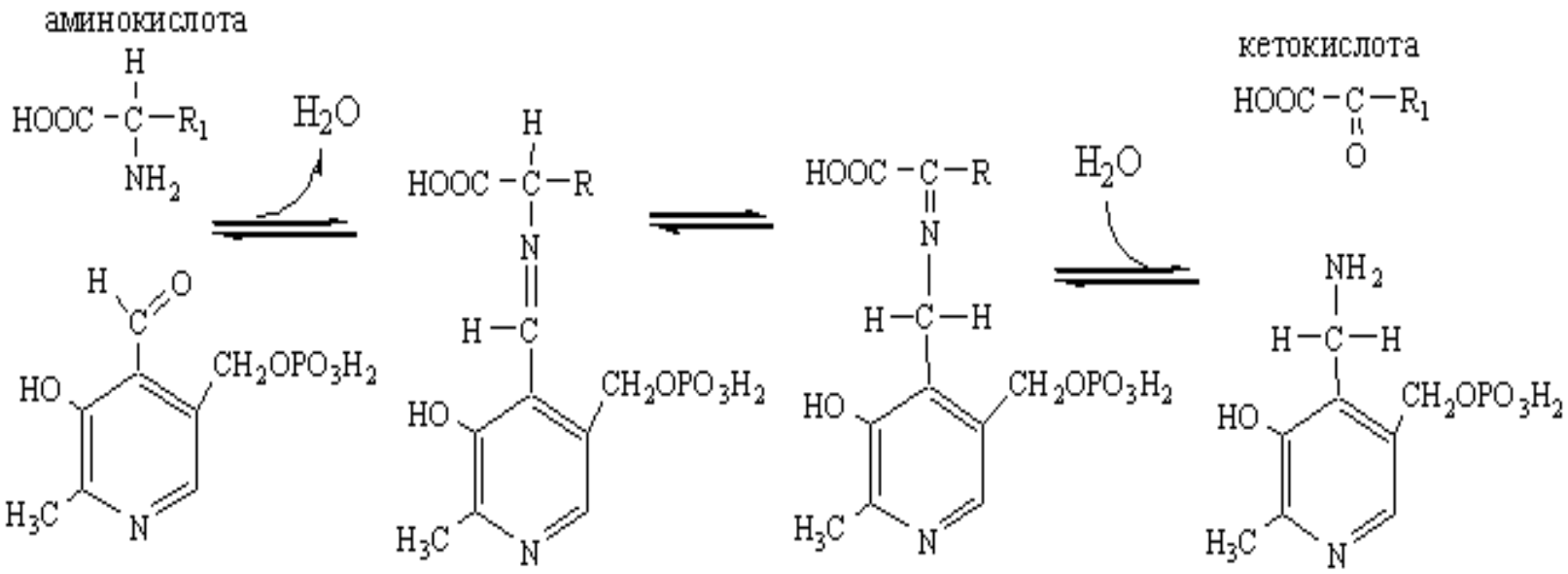
(обмен аминокислот, перенос аминогрупп)

Пиридоксалевые ферменты играют ключевую роль в обмене АК:

1. катализируют реакции трансаминирования и декарбоксилирования аминокислот,
2. участвуют в специфических реакциях метаболизма отдельных АК: серина, треонина, триптофана, серосодержащих аминокислот,
3. в синтезе гема.

B_6-кофермент

1. **Изомеразы** аминокислот. Утилизация в организме D-аминокислот
2. **Декарбоксилазы** аминокислот. Образование биогенных аминов
3. **Моноаминооксидазы.** Диаминооксидаза (гистаминаза). Окисление (инактивация) биогенных аминов
4. **Аминотрансферазы** аминокислот. Катаболизм и синтез аминокислот
   Аминотрансферазы йодтирозинов и йодтиронинов. Биосинтез йодтиронинов (гормонов) в щитовидной железе и их катаболизм. Аминотрансферазы γ-аминобутирата. Обезвреживание ГАМК
5. **Фосфорилаза** гликогена. Гликогенолиз


аминокислота
кетокислота
H_2O
H_2O
пиридоксальфосфат
Шиффово основание альдимин
Шиффово основание кетамин
пиридоксаминфосфат

Гиповитаминоз B_6

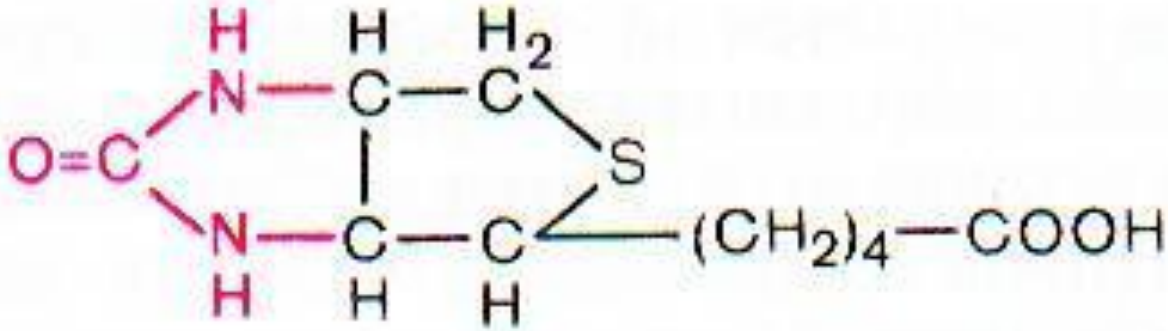
- Дерматиты, поражения слизистых
- Гомоцистинурия
- Нарушения обмена триптофана
- Судороги

- При лечении антитуберкулезными препаратами (изониазид) развивается гиповитаминоз В6 (изониазид связывает витамин)

БИОТИН (ВИТАМИН Н)

Содержание в пищевых продуктах

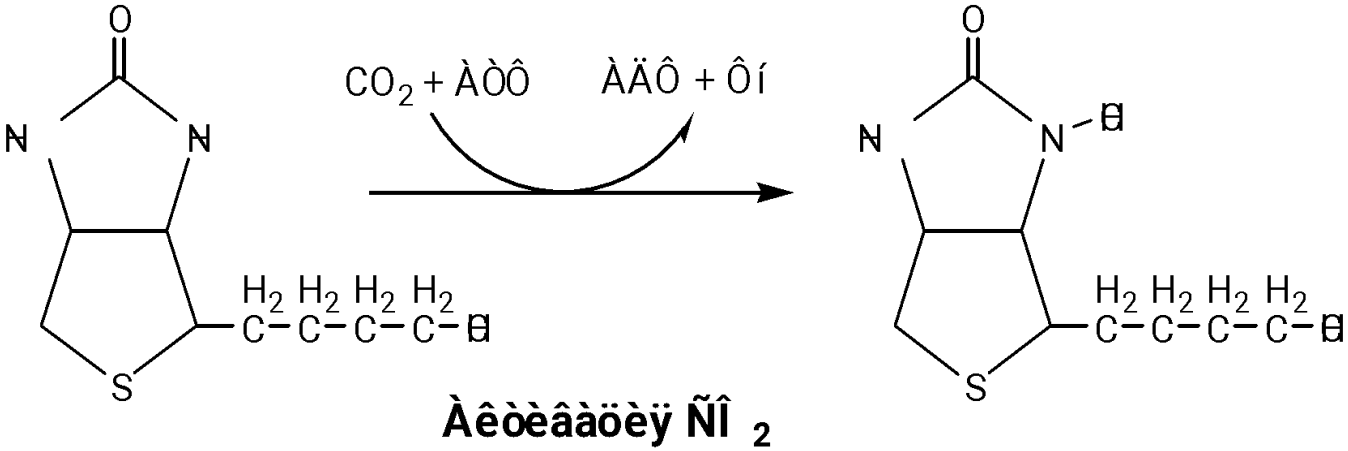
печень акулы свиная и говяжья печень, почки и сердце, яичный желток, бобы, рисовые отруби, пшеничная мука цветная капуста.



Биотин

Роль в обмене веществ

- выполняет коферментную функцию в составе карбоксилаз: образование активной формы CO_2:



- Образовавшаяся карбоксильная группа присоединяется к субстратам в реакциях карбоксилирования

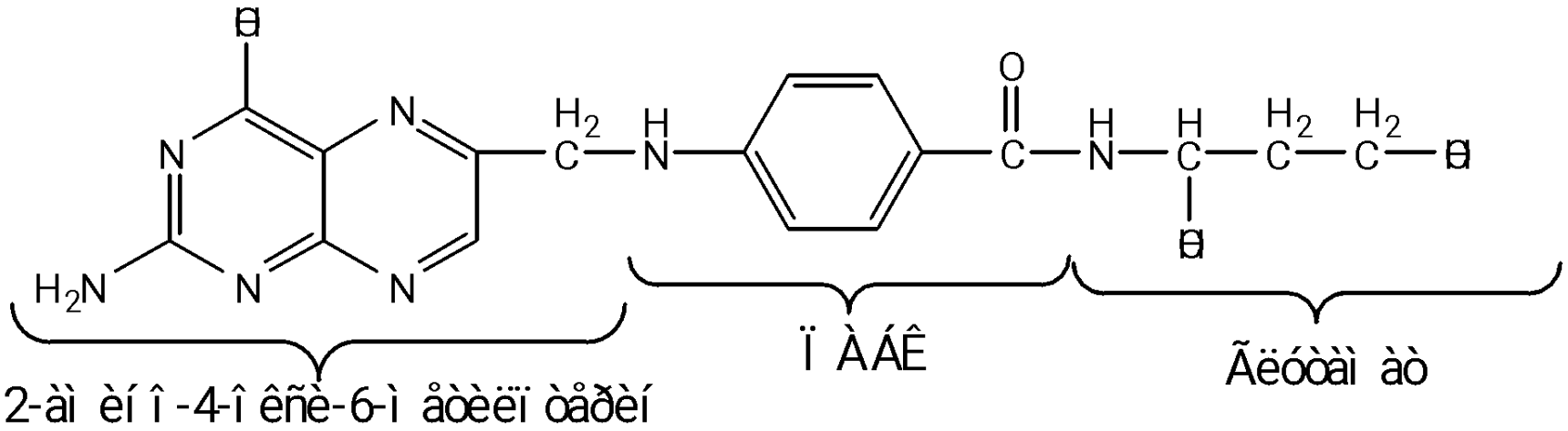
Роль в обмене веществ

1.используется в образовании малонил-КоА из ацетил-КоА;
2.в синтезе пуринового кольца;
3.в карбоксилировании ПВК
4.в синтезе жирных кислот, белков и пуриновых нуклеотидов.

Гиповитаминоз вит. Н

- дерматиты
- ↑ секреции сальных желез
- выпадение волос
- поражения ногтей
- боли в мышцах
- усталость
- сонливость
- депрессия
- анемия

Фолиевая кислота



Витамин: фолиевая кислота (фолат, витамин B9, витамин Bc, витамин M)

Бледно-жёлтые гигроскопические кристаллы, разлагающиеся при 250 °C, малорастворимые в воде (0,001%).

Норма: 200-400 мкг/сут (беременным 800 мкг/сут)

Синтезируют фолиевую кислоту большинство микроорганизмов, низшие и высшие растения

Источники фолиевой кислоты

1. пища (много в зелёных овощах с листьями, в некоторых цитрусовых, в бобовых, в хлебе из муки грубого помола, дрожжах, печени).
2. микрофлора кишечника (плохо).

Свежие лиственные овощи, хранимые при комнатной температуре, могут терять до 70% фолатов за 3 дня
В процессе приготовления пищи до 95% фолатов разрушается.

Активация, метаболизм и выведение фолиевой кислоты

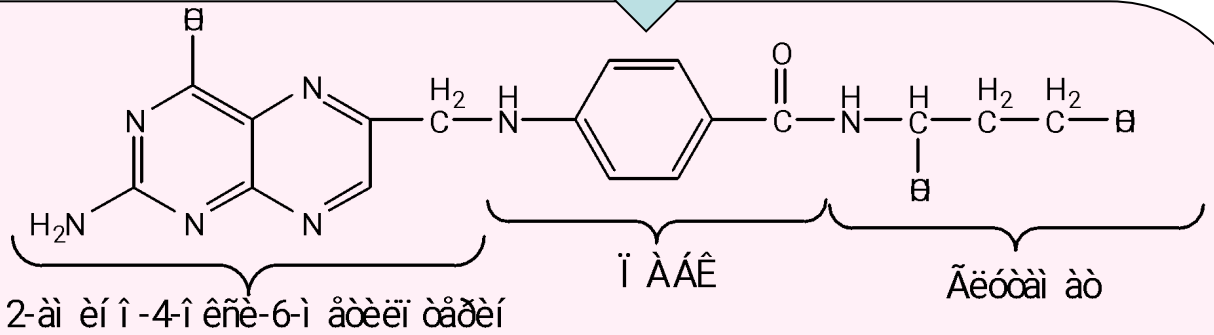
ЖКТ ***Связывание***

Всасывание: *12 перстная кишка*

5 - 20 мкг/литр **Кровь**

Фолиевая кислота + белки крови

Печень

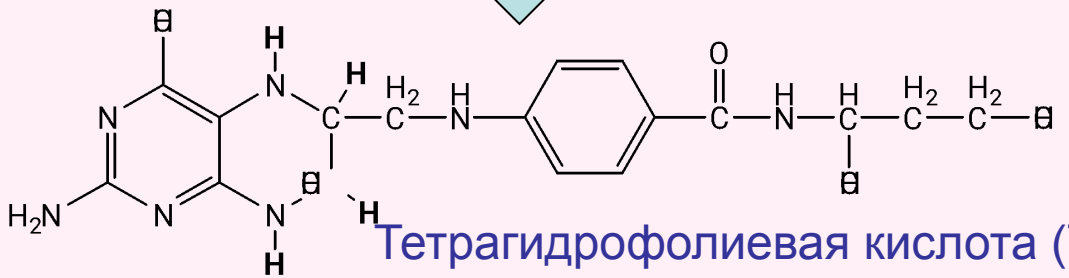


Фолиевая кислота

$2НАДФН_2$

$2НАДФ^+$

Дегидрофолатредуктаза



Тетрагидрофолиевая кислота (ТГФК)

2/3 в печени

1% от общего запаса / сут

Моча

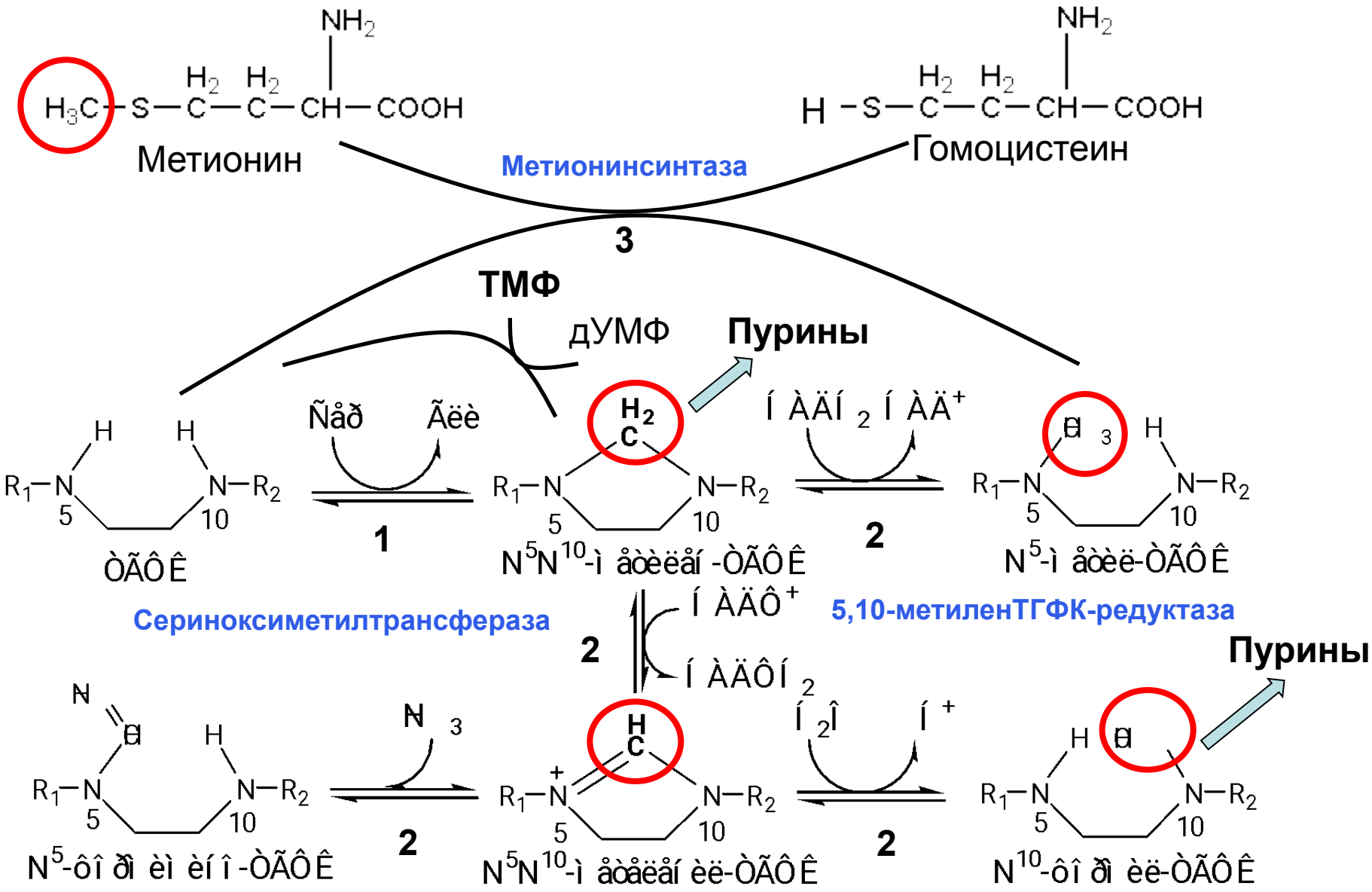
1/3 в ткани

Роль ТГФК

Участвует:

- в метаболизме аминокислот (серин ⇔ глицин, гомоцистеин ⇨ метионин),
- в синтез нуклеиновых кислот (пуриновые основания, тимидиловая кислота),
- в образовании эритроцитов
- в образовании ряда компонентов нервной тканифолиевой кислоты
- снижает уровень гомоцистеина в крови

1. к ТГФК присоединяются одноуглеродные фрагменты
2. в ТГФК одноуглеродые фрагменты взаимопревращаются
3. одноуглеродные фрагменты ТГФК используются для синтеза:



Роль ТГФК в синтезе ДНК

дЦДФ → дЦМФ (H_2O, H_3PO_4)

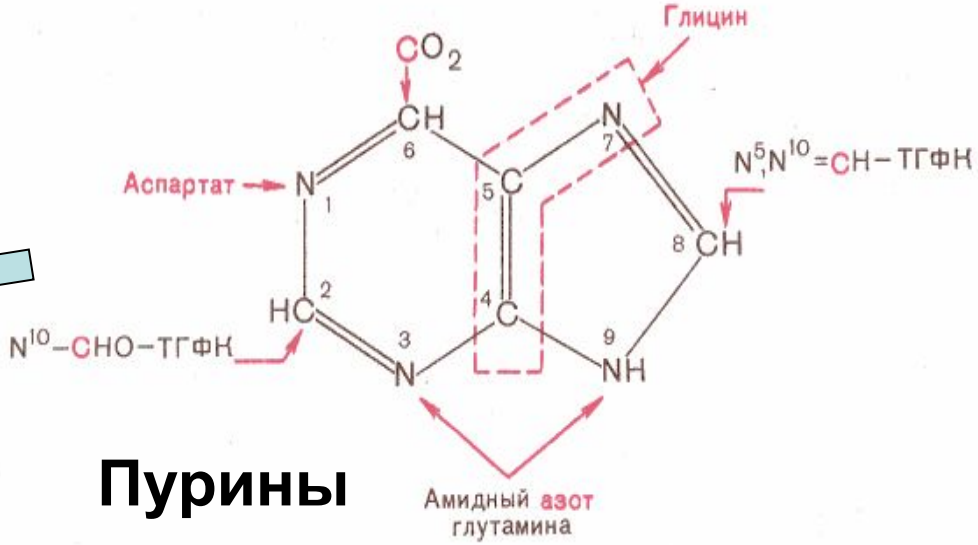
дЦМФ → дУМФ (1: H_2O, NH_3)

дУДФ → дУМФ (H_2O, H_3PO_4)

дУМФ → дТМФ (2: N^5,N^{10}-метилен-H_4-фолат → H_2-фолат; H_2-фолат → H_4-фолат (4: NADPH+H⁺ → NADP⁺); H_4-фолат → N^5,N^{10}-метилен-H_4-фолат (5: Глн → Сер))

дТМФ → дТТФ (3)

ДНК

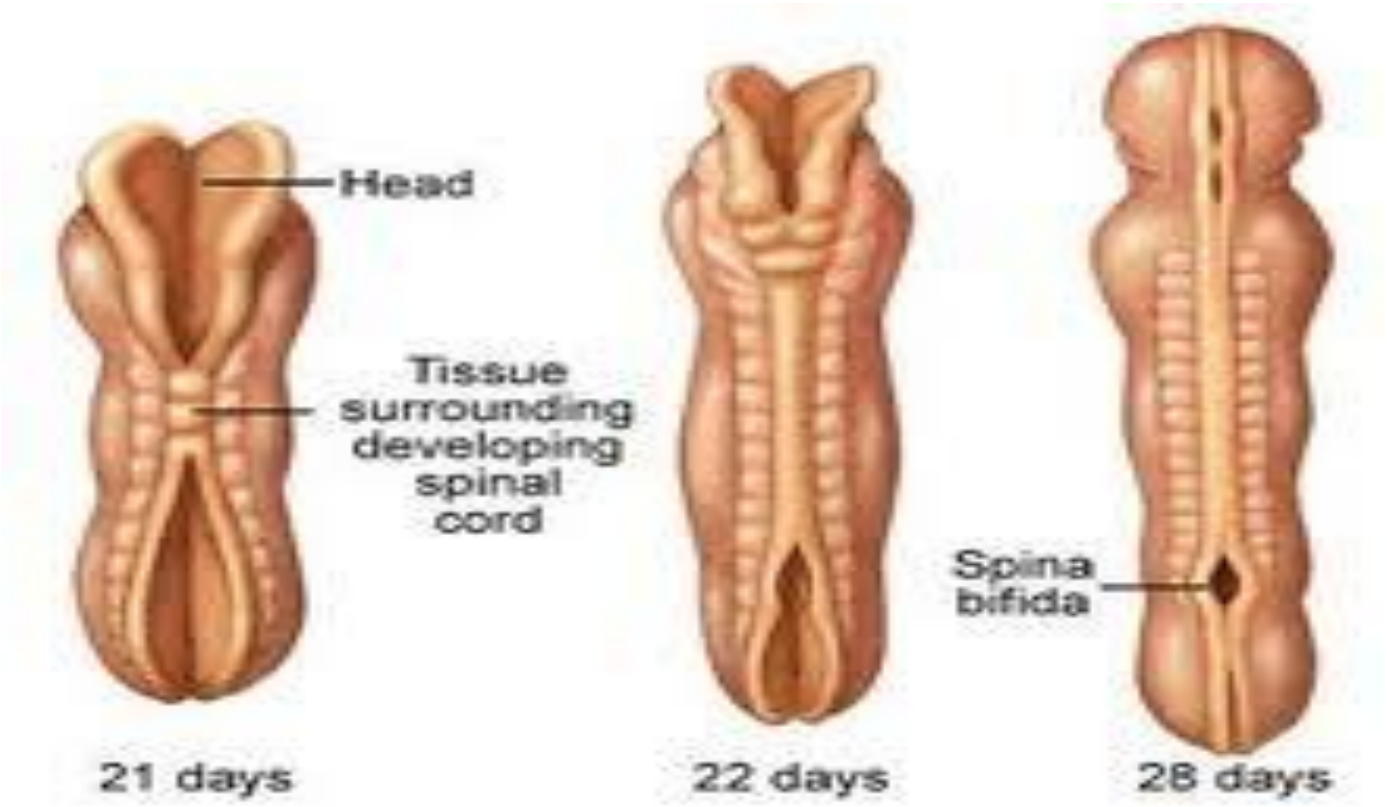


Пурины

Гиповитаминоз фолиевой кислоты

Дефицит фолиевой кислоты приводит к:

- *Мегалобластической анемии*
- *Дефектам нервной трубки у плода.*



•Развитию гипергомоцистеинемии

1. Гомоцистеин обладает выраженным токсическим действием на клетку: приводит к повреждению и активации эндотелиальных клеток (клеток выстилки кровеносных сосудов), что способствует развитию тромбозов, атеросклероза.
2. Гипергомоцистеинемия связана с такой акушерской патологией:

- ранние потери беременности,
- раннее начало гестоза,
- отслойка плаценты,
- задержка внутриутробного развития.

- **К дефициту метионина**

Недостаток метионина сопровождается серьезными нарушениями обмена веществ, в первую очередь обмена липидов, и является причиной тяжелых поражений печени, в частности ее жировой инфильтрации.

ВИТАМИН B_{12} (КОБАЛАМИН)

Всасывание: Внутренний Фактор Касла - белок – гастромукопротеин, синтезируется обкладочными клетками желудка. В ЖКТ фактор Касла соединяется с витамином B_{12} при участии Ca^{2+}, защищает его от разрушения и обеспечивает всасывание в тонкой кишке .

Транспорт: B_{12} поступает в кровь в комплексе с белками транскобаламинами I и II,

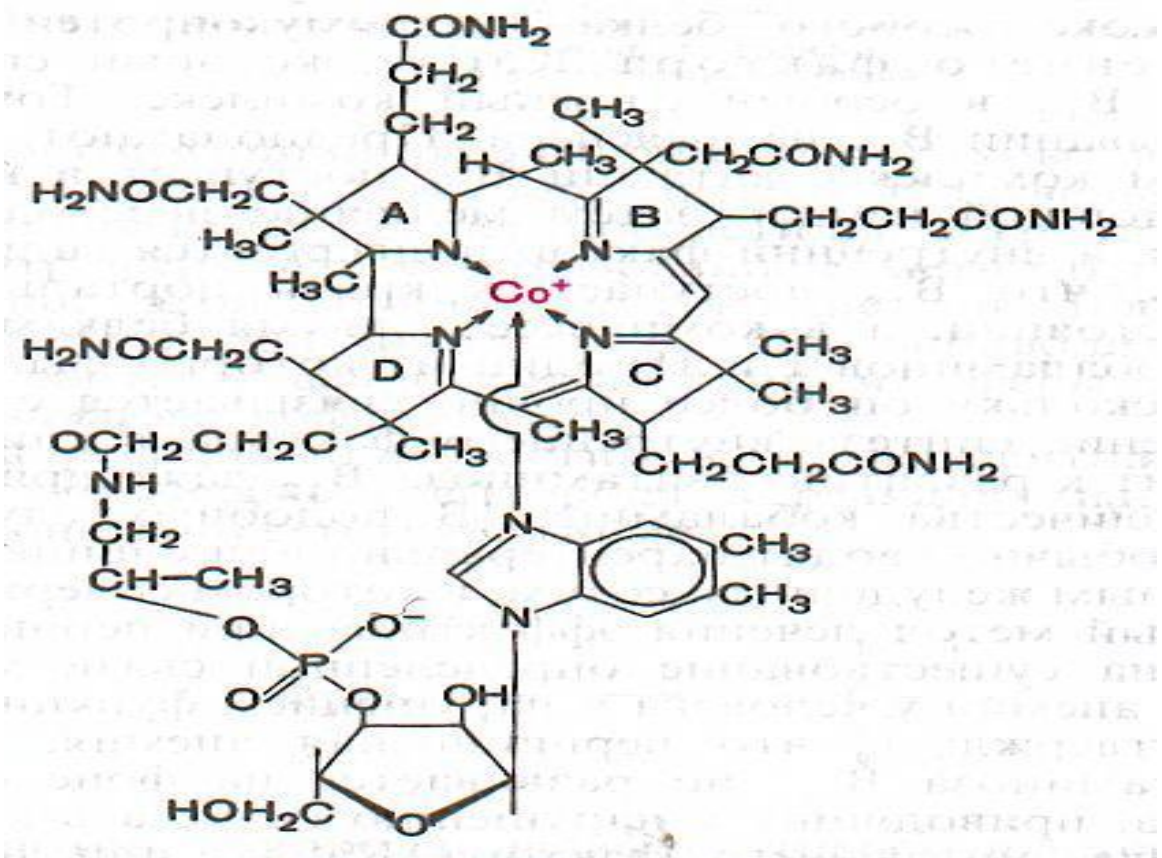
(I) выполняет функцию депо B_{12}, так как он наиболее прочно связывается с витамином.

Активация. Из витамина B_{12} образуются 2 кофермента: метилкобаламин в цитоплазме и дезоксиаденозилкобаламин в митохондриях.

Суточная потребность

- **взрослых 2 - 4 мкг,**
- **у новорожденных - 0,3-0,5 мкг,**
- **у детей и подростков - 1,5-3,0 мкг.**

- **Содержание в пищевых продуктах в мкг%**
  1 Печень свиная 26
  2 Почки свиные 15
  3 Рыба 2,0
  4 Баранина 2
  5 Яйцо куриное 1,1
  6 Свинина 2
  7 Говядина 2
  8 Скумбрия 6
  9 Сыр 1,1
  10 Молоко цельное 0,4



Витамин B_{12} (кобаламин)

Роль в обмене веществ

кофермент метаболических реакций переноса алкильных групп ($-CH_2-$, $-CH_3$); метилирование гомоцистеина

Метилкобаламин участвует: в образовании метионина из гомоцистеина и в превращениях одноуглеродных фрагментов в составе ТГФК, необходимых для синтеза нуклеотидов.

Дезоксиаденозилкобаламин участвует: в метаболизме ЖК с нечётным числом углеродных атомов и АК с разветвлённой углеводородной цепью.

Участие витамина B_{12} в обмене

последовательность превращения витамина B_{12} в кофермент:

кобаламин □ оксикобаламин □ дезоксиаденозилкобаламин

1. Обмен Н на группы -COOH, -NH_2, -OH

2. Восстановление рибонуклеотидов в дезоксирибонуклеотиды

3. Реакции трансметилирования

B_{12}

Фолиевая к-та ------ ТГФК ------ синтез нуклеиновых кислот

Авитаминоз и гиповитаминоз

Проявления: **злокачественная макроцитарная, мегалобластическая анемия; нарушения ЦНС(фуникулярный миелоз);**
↑ pH желудочного сока (гастроэнтероколит – «полированый язык»)

Антиоксиданты

- Витамин С (аскорбиновая кислота)
- Витамин Е (токоферол);
- Витамин А (ретинол);
- Каротин

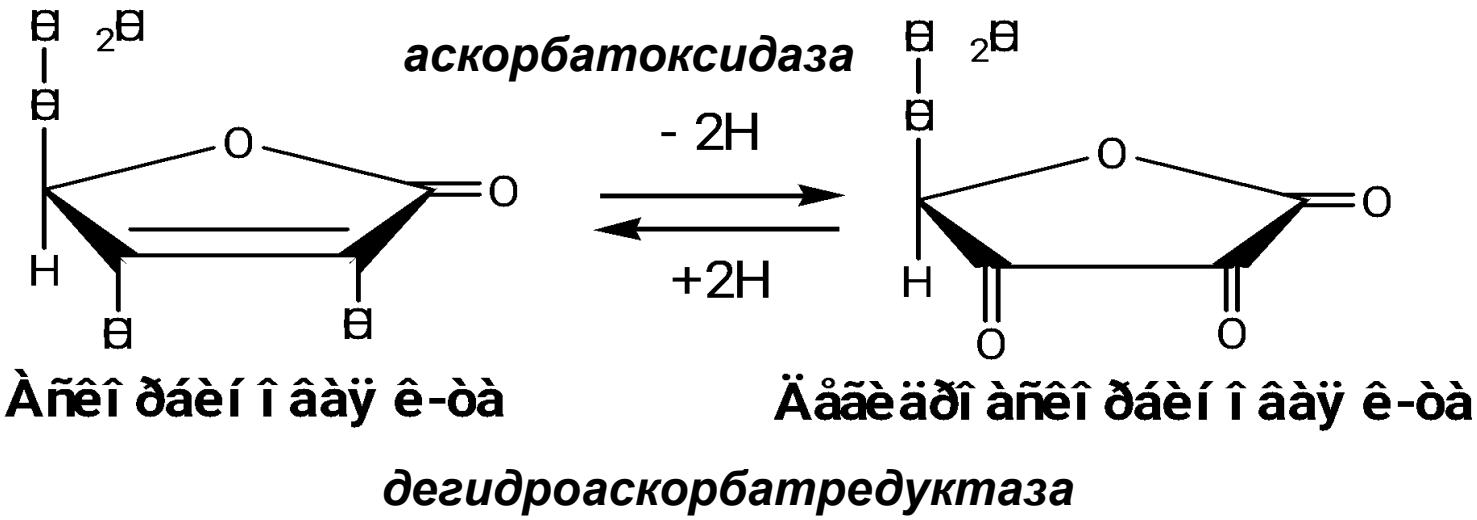
Жирорастворимые витамины

- Витамин А (ретинол);
- Витамин D (холекальциферол);
- Витамин Е (токоферол);
- Витамин К (филлохинон).

АНТИОКСИДАНТЫ –СОЕДИНЕНИЯ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ ОКИСЛЕНИЮ ВЕЩЕСТВ

ВИТАМИН С (АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА)

Белые кристаллический порошок, кислый, хорошо растворим в воде, спирте



в 1928 г был выделен,

в 1932 г. доказана связь с цингой

Всасывание: в кишечнике;

Транспорт: в свободном виде;

Активация: не требуется, находится в активной форме

Выведение: с мочой

Потребность в витамине С

- Аскорбат является витамином для человека, обезьян, морских свинок и некоторых птиц.
- Суточная потребность взрослого человека – 60 -70 мг/сут.
- У детей 0-5 лет – 30 мг/сут., до 14 лет – 45 мг/сут.
- При интенсивной физической работе, гипертермии, заболеваниях, курении, экстремальных состояниях суточная потребность возрастает в 2-3 раза
- Избыток вит. С через 4 часа полностью выводится из организма.

Содержание витамина С в пищевых продуктах

Продукт	мг в 100 г продукта
Шиповник	**1200 (!) – горячая водная экстракция**
Гуайява	230
Черная смородина	200
Петрушка (свежая)	190
Зеленый перец (сырой)	120
Клубника (земляника)	77
Капуста	71
Кресс-салат (свежий)	62
Брюссельская капуста	60

Консервант: Е300-Е305

- **Лимон 58**
- **Апельсин 54**
- **Капуста брокколи 44**
- **Томатное пюре 38**
- **Грейпфрут 36**
- **Рябина 30**
- **Цветная капуста 27**
- **Краснокачанная капуста 20**
- **Печеный картофель (в мундире) 14**
- **Бананы 11**
- **Яблоки 6**
- **Вареный (жареный) картофель 0**

АК вместе с ДАК образует в клетках окислительно-восстановительную пару, участвует в:

1. синтезе коллагена (реакциях гидроксилирования Про и Лиз);
2. синтезе серотонина (из триптофана)
3. катаболизме тирозина: синтезе норадреналина (из дофамина);
4. синтезе кортикостероидных гормонов;
5. во всасывании железа ($Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ в кишечнике);
6. активации фолиевой кислоты;
7. антиоксидантных реакциях:

- восстанавливает витамин Е в мембранах
- инактивирует активные формы кислорода $O_2^{\cdot-}$, H_2O_2, $HO^{\bullet}$.

Гиповитаминоз С - Цинга

- 70% населения уральского региона
- Максимальные проявления – весенний период
- Причина – низкое содержание в пищевых продуктах, неправильное их хранение и термическая обработка
- Проявления: слабость, утомляемость, кровоточивость десен и слизистых, иммунодефицит, бледность и сухость кожи и волос, снижение регенерации, ослабление мышечного мышечного тонуса, ревматоидные боли

Препараты витамина С

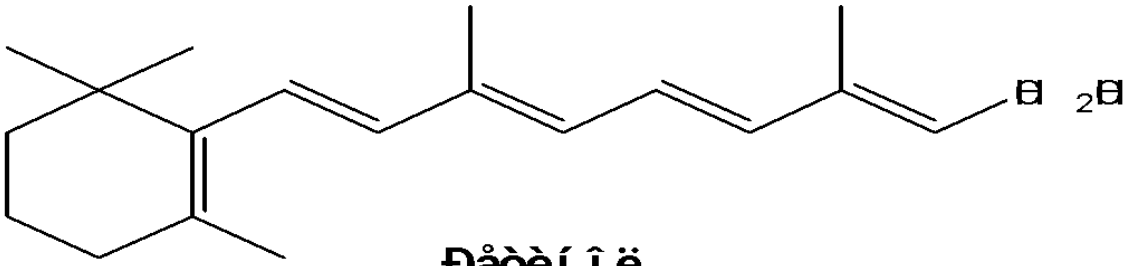
- Профилактическая доза 50 мг
- Лечебная доза – до 500 мг.
- Мегавитаминная доза 1000 мг
- По Поллингу – до 10 г/сутки.

ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

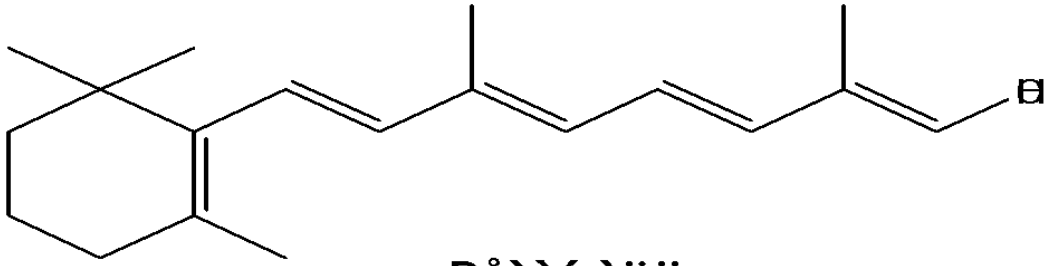
ХИМИЧЕСКОЕ НАЗВ.	ТРИВИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ
Витамин А (ретинол)	антиксерофтальмический
Витамин D (кальциферол)	антирахитический
Витамин Е (токотриенол)	антистерильный
Витамин К (филлохинон)	антигеморрагический

ВИТАМИН А

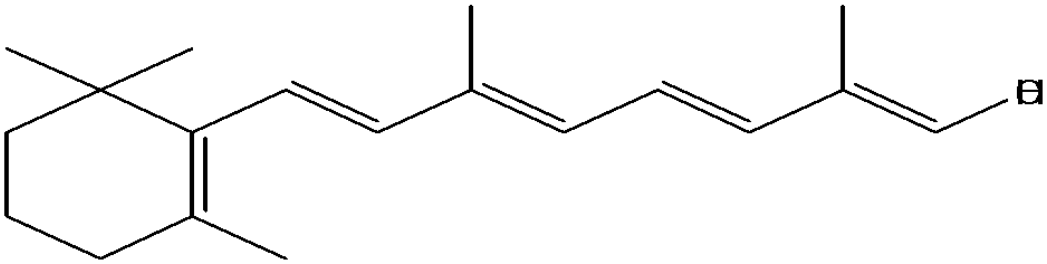
Витамин А представлен 3 веществами: ***ретинолом*** (циклический, ненасыщенный, одноатомный спирт), ***ретиналем*** и ***ретиноевой кислотой***.



Ðåòèí î ë

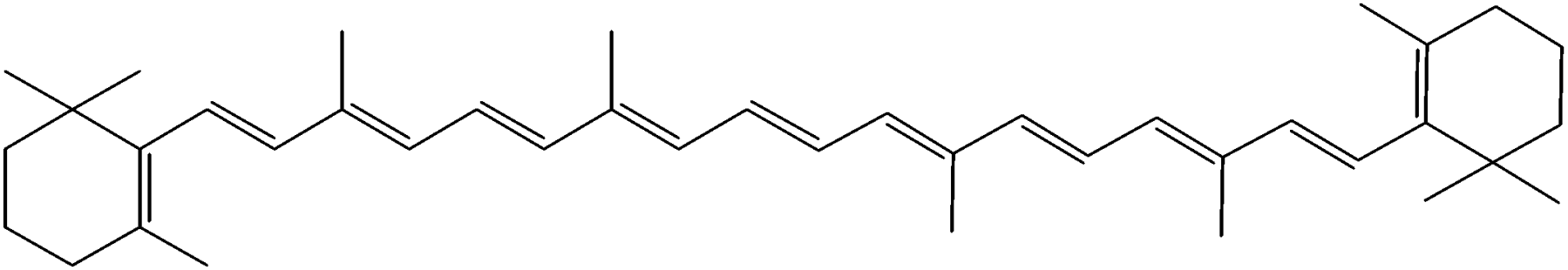


Ðåòèí àëü



Ðåòèí î åâàÿ êèñëî òà

У витамины А есть предшественники – ***каратиноиды*** (***провитамин А***).
Самый известный из них ***β-каротин***:



â-Ê àðî òèí

Содержание провитамина А (бета-каротина) в пищевых продуктах

Продукт	мкг в 100 г
Морковь	4425
Петрушка (свежая)	4040
Шпинат	3840
Кресс-салат (свежий)	2520
Весенняя зелень	2270
Дыни	1000
Помидоры	604
Спаржа	530
Капуста брокколи	475
Абрикосы	405
Персики	58

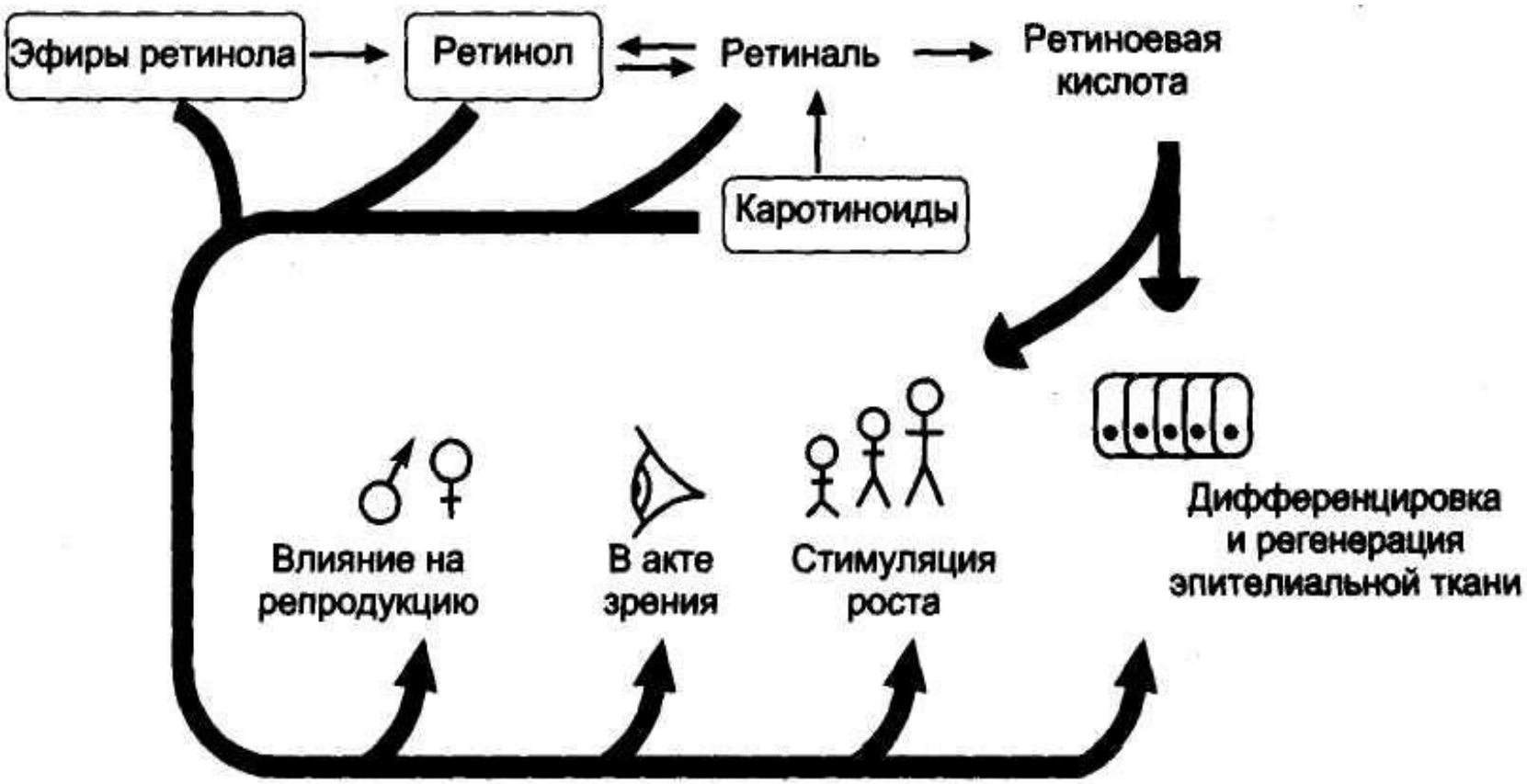
Всасывание: в кишечнике;

Транспорт: в свободном виде;

Активация:

в слизистой оболочке кишечника и печени каротиноиды под действием ***каротиндиоксигеназы*** превращаются в ретинол, который потом окисляется в ретиналь и ретиноевую кислоту.

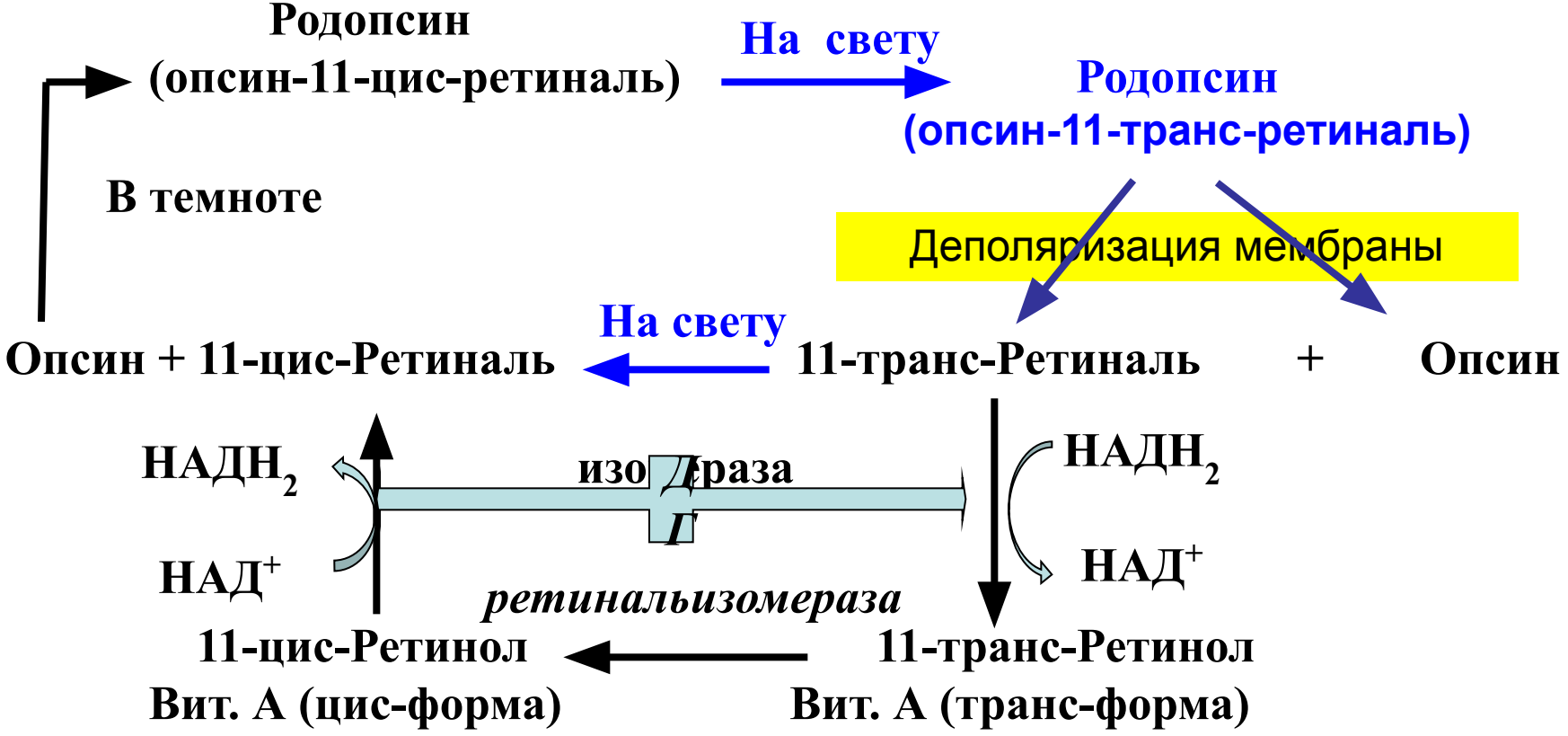
Физиологические эффекты:
действие ретиноидов в организме
(вещества в рамках — компоненты пищи)



Стадии зрительного процесса на сетчатке глаза

- в мембране светочувствительных клеток сетчатки 11-цис-ретиналь в темноте соединяется с белком опсином, образуя родопсин;
- в родопсине под действием кванта света 11-цис-ретиналь фотоизомеризуется в транс-ретиналь;
- родопсин распадается на транс-ретиналь и опсин, что приводит к деполяризации мембраны и возникновению нервного импульса, распространяющегося по нервному волокну;
- транс-ретиналь при участии ретинальизомеразы превращается в 11-цис-ретиналь. Реакция идет через стадии:
- транс-ретиналь → транс-ретинол → цис-ретинол → цис-ретиналь.

ЦИКЛ ПРЕВРАЩЕНИЙ РОДОПСИНА В СЕТЧАТКЕ ГЛАЗА



Ретиноевая кислота

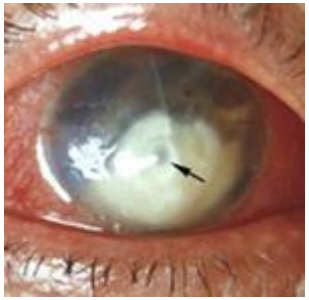
1. действует подобно стероидным гормонам:
2. взаимодействует с ядерными рецепторами
3. в ядре клеток-мишеней, стимулирует транскрипцию генов и биосинтез различных белков (ферментов, регуляторных, структурных белков)
4. влияет на рост и дифференцировку клеток;
5. стимулирует эмбриональное развитие и рост организма;
6. обеспечивает его репродуктивную функцию
7. способствует выработке половых гормонов;

Витамин А

1. повышает иммунитет;
2. антиоксидант, способствует инактивации свободных радикалов;
3. необходим для предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний;
4. может впитываться в ткани кожи и стимулировать выделение секрета (слизи), предотвращающего рубцевание;
5. необходим для баланса сахара в крови.

ГИПОВИТАМИНОЗ А

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

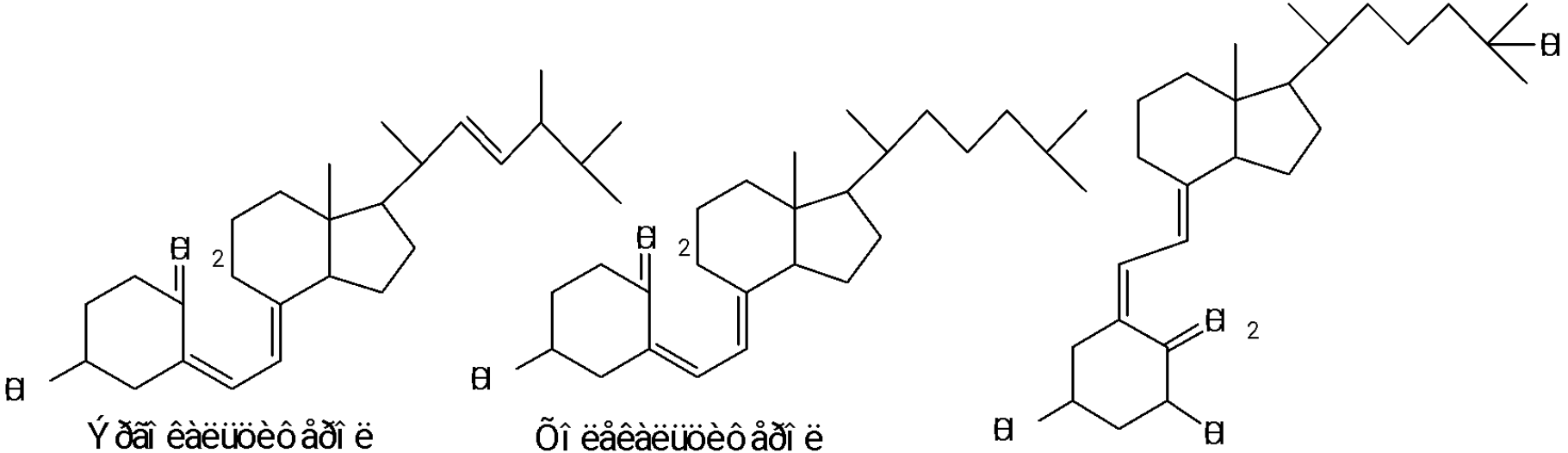


ГИПЕРВИТАМИНОЗ А:

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

ВИТАМИН D (КАЛЬЦИФЕРОЛ)

Витамин D представлен ***кальциферолами*** (производным стеринов): ***эргокальциферолом*** (D2), ***холекальциферолом*** (D3) и ***кальцитриолом*** ***(***1,25(OH)2D3***)***.



Ýðãî êàëüöèôåðî ë (âèòàì èí Ä$_2$)

Õî ëåêàëüöèôåðî ë (âèòàì èí Ä$_3$)

Êàëüöèòðèî ë

Витамин D (содержание в продуктах, мкг/г)

жир печени скумбрии----------1500

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

Эргокальциферол поступает в организм человека только с растительной пищей. Основные источники эргокальциферола — хлеб и молоко. В растениях эргокальциферол образуется из ***эргостерина*** под действием УФ-лучей.

Холекальциферол образуется в коже человека под действием УФ-лучей (длина 290-315нм) из 7-дегидрохолестерина (провитамин D3) и поступает с пищей животного происхождения. Особенно его много в сливочном масле, желтке яиц, рыбьем жире.

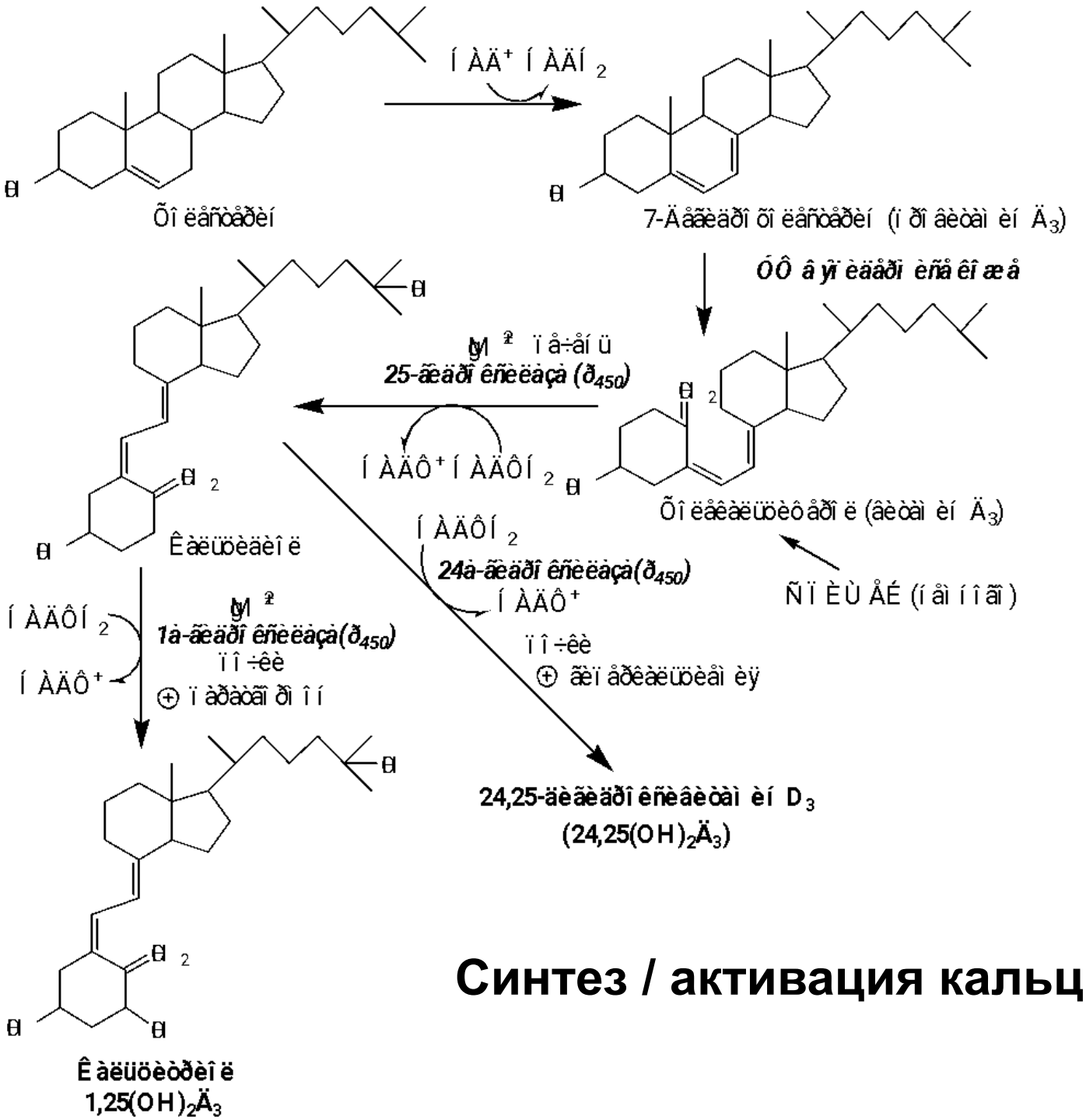
Гормонально-активной формой витамина D является **кальцитриол**.

Всасывание: в кишечнике и из кожи в кровь;

в слизистой оболочке тонкого кишечника в процессе всасывания витамина D под действием эстеразы холестерина **образуются эфиры витамина D:** пальмитат, стеарат, олеат и линолеат.

Под действием сульфокиназы холестерина (много в грудном молоке) витамин D превращается **в сульфат витамина D** - он обладает такой же биологической активностью свободного витамина, но менее токсичен.

Транспорт: витамин-D-связывающим белок переносит все виды витамина D с кровью



Синтез / активация кальцитриола

Биохимические эффекты витамина Д:

Кальциферолы выполняют в организме гормональную функцию.

- Рецепторы к акт.формам вит. D обнаружены в тонкой кишке, костях, почках, поджелудочной железе, скелетных мышцах, гладких мышцах сосудов, клетках костного мозга и лимфоцитах.

- в клетках кишечника индуцирует синтез Ca2+-переносящих белков, которые обеспечивают всасывание Ca2+, Mg2+ и фосфатов;
- в дистальных канальцах почек стимулирует реабсорбцию Ca2+, Mg2+ и фосфатов;
- при низком уровне Ca2+ увеличивает количество и активность остеокластов, что стимулирует остеолиз;
- D3 участвует в перестройке кости.
- подавляет секрецию парат-гормона;

Инактивация витамина D происходит в:

1)печени,
2)костной ткани,
3)стенке кишечника,
4)почках,
5)крови.

Экскреция
осуществляется с желчью, калом и мочой в виде продуктов, лишённых антирахитической активности.

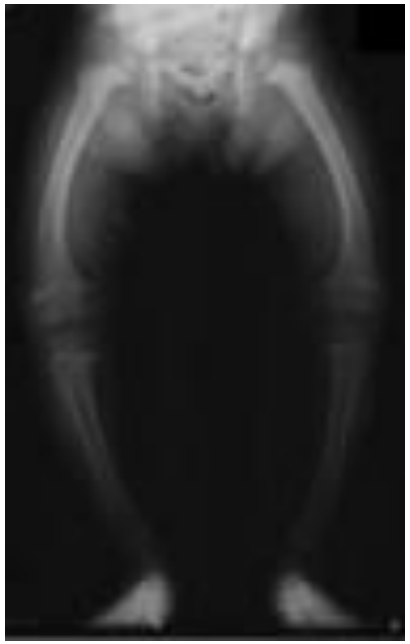
Сильная пигментация тормозит фотохимическое образование витамина D, поскольку пигмент поглощает УФ лучи, не пропуская их к более глубоким слоям, где происходит образование витамина D.

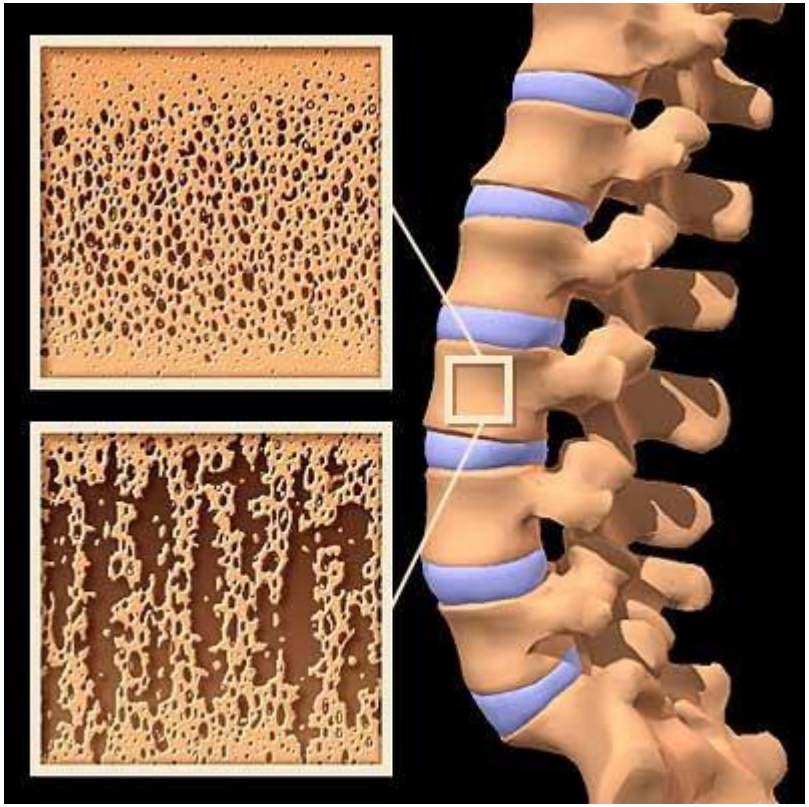
Белый цвет кожи у северных рас является адаптацией, обеспечивающей образование витамина D в условиях недостаточной инсоляции

Чёрная кожа у экваториальных народов служит приспособлением против чрезмерного образования витамина D, способного оказать токсическое действие. Умеренный цвет кожи у красной и жёлтой рас является переходным и соответствует уровню инсоляции в этих зонах обитания.

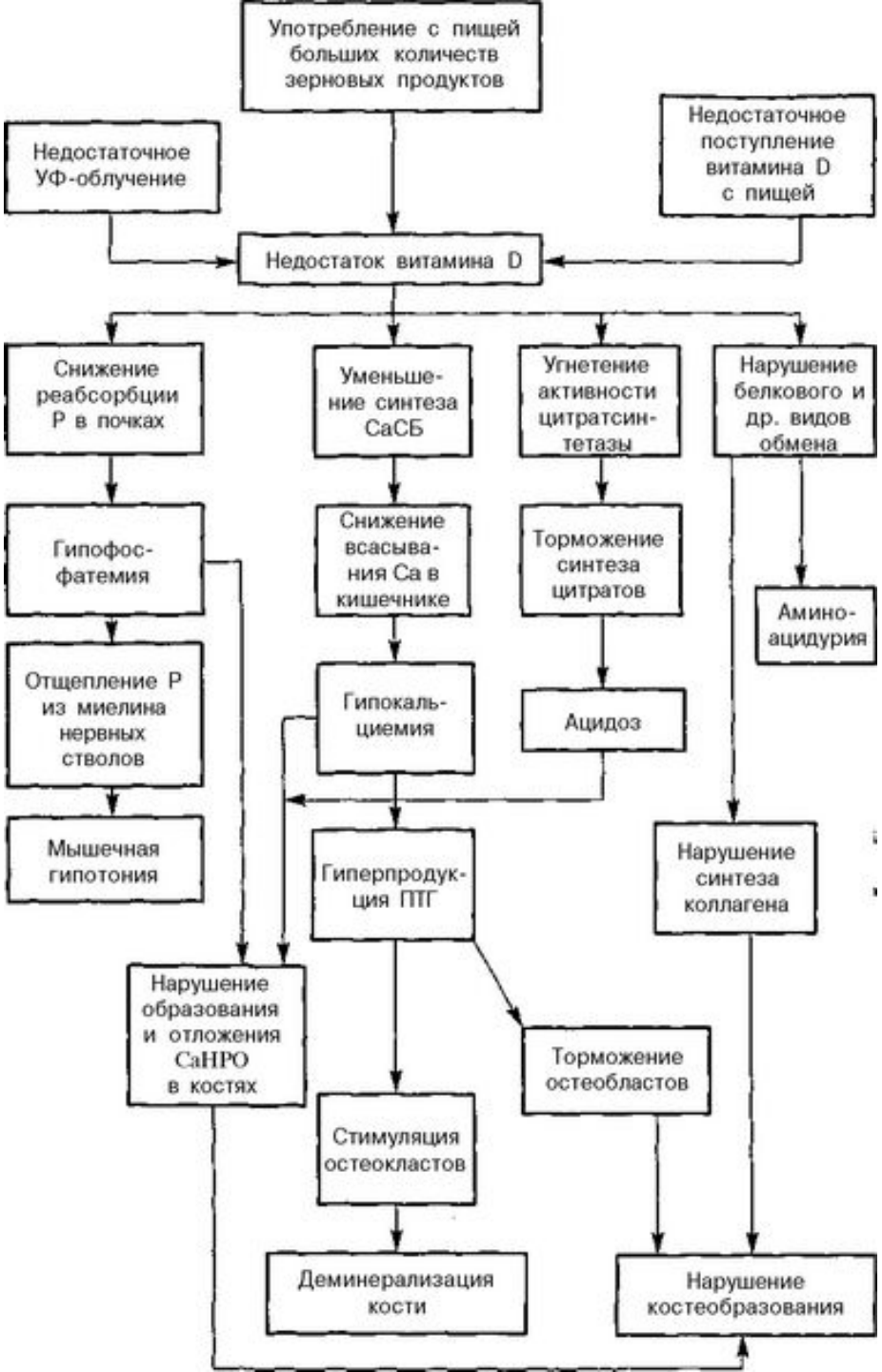
ГИПОВИТАМИНОЗ Д:

1. **рахит у детей (искревление ног);**
2. **остеопороз у взрослых (усиливается вымывание Ca2+ из организма- патологические переломы)**
3. **при беременности (у ребенка поздно развиваются зубы, нарушается костеобразование, наблюдаются головные боли);**

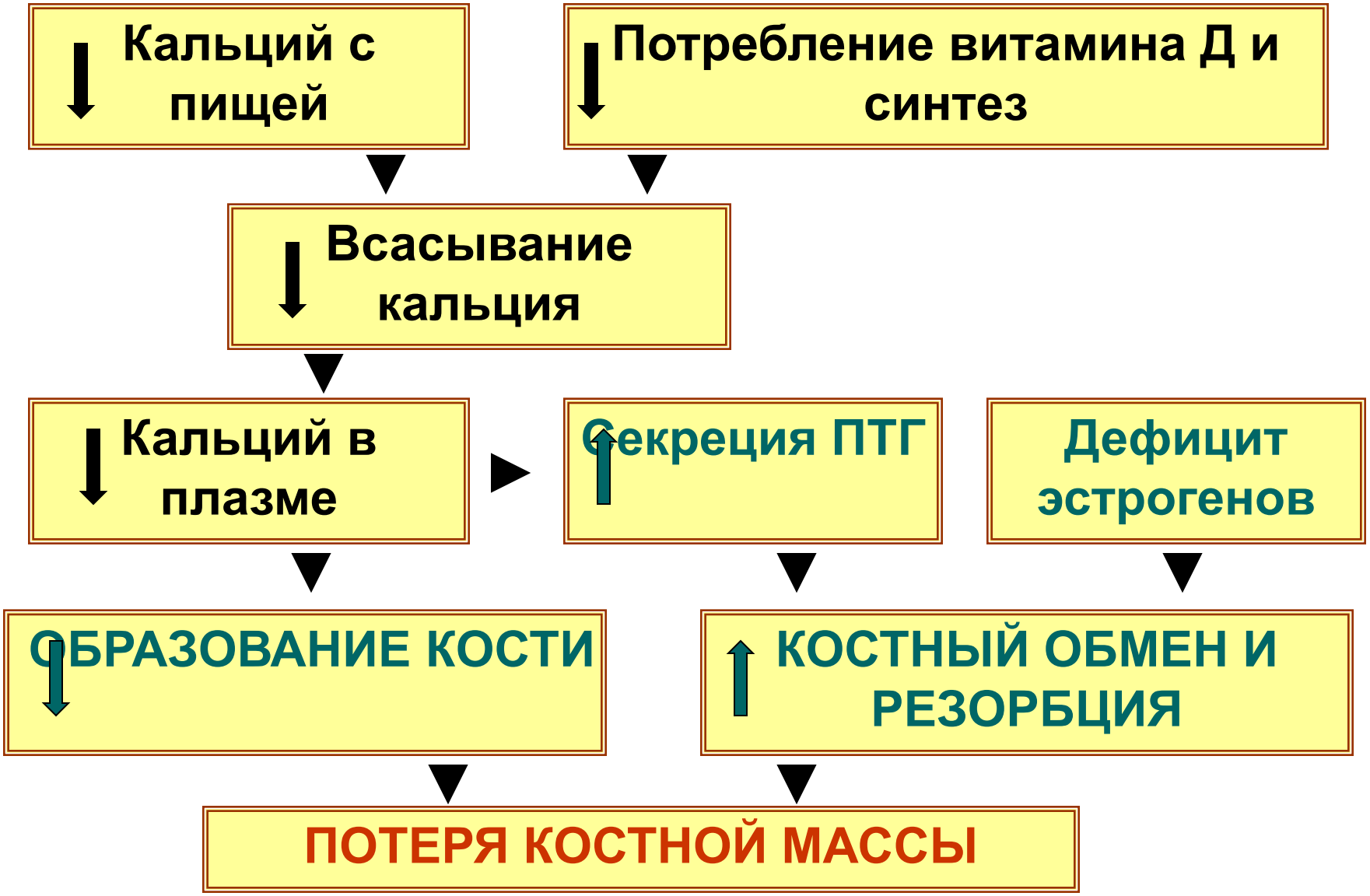




Патогенез рахита

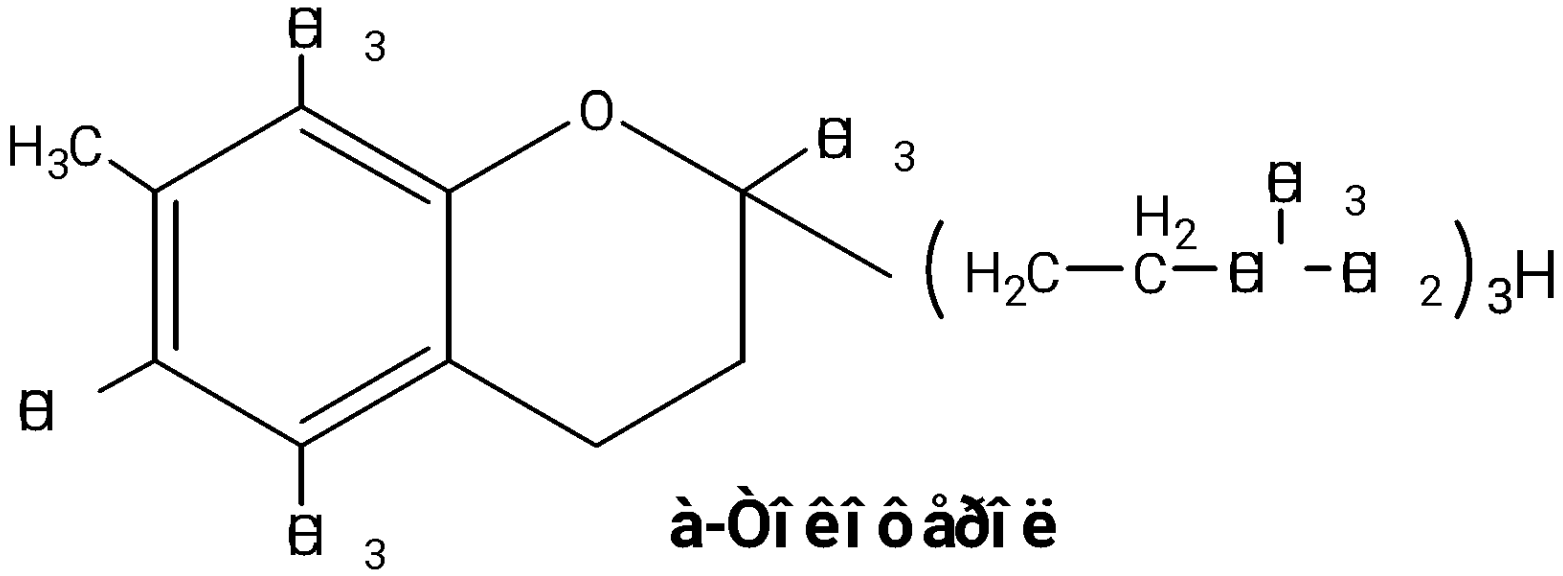


Возрастная потеря кальция



ВИТАМИН Е (ТОКОФЕРОЛ)

Структура. Термин "витамин Е" включает 8 форм метильных производных ***токола***: α, β, γ и дельта ***токоферолы*** и α, β, γ и дельта ***токотриенолы***. Наибольшую биологическую активность проявляет α-токоферол:



à-Òî êî ôåðî ë

Содержание витамина Е в пищевых продуктах

Продукт	мг в 100 г
Масло из пшеничных зародышей*	136
Подсолнечное масло*	49
Семечки подсолнуха	38
Миндаль	24
Проростки пшеницы	20
Рыбий жир	20
Арахисовое масло	15
Томатное пюре	5,3
Оливковое (прованское) масло	5,1
Яичный желток	3,1
Картофельные хлопья	3,1

Минимальная суточная потребность в Витамине Е

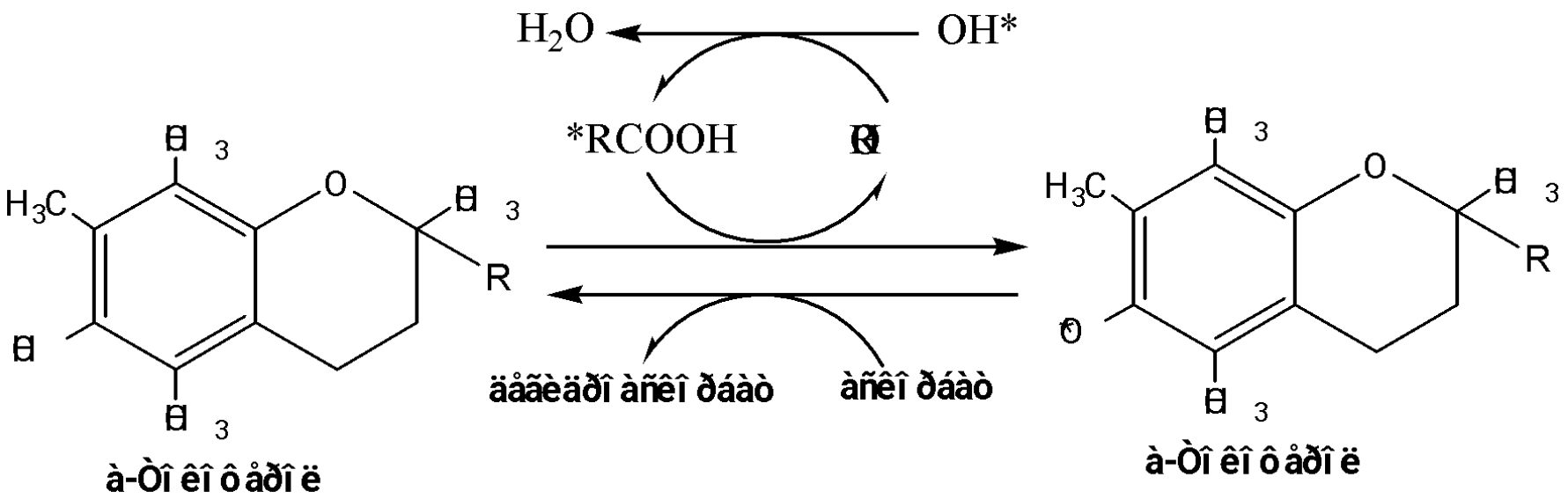
- грудные дети - 3-4 МЕ (обычно полностью получают с молоком матери);
- дети дошкольного возраста - 6-7 МЕ;
- школьники - 7-8 МЕ;
- мужчины - 10 МЕ;
- женщины - 8 МЕ;
- беременные и кормящие - 10-15 МЕ.

Метаболизм витамина Е

1. Связывается энтероцитами и попадает в кровь с хиломикронами.
2. В печени α-TTP - токоферол-транспортный протеин селективно выделяет α-токоферол из всех поступающих токоферолов и включает его в ЛПОНП. Другие формы выделяются с желчью и мочой.
3. Концентрация α-токоферола в ЛПОНП не может быть увеличена более чем в 2-3 раза т.к. процесс абсорбции контролируется.
4. альфа-токоферол инактивируется в печени превращением в токофероновую кислоту и токоферонолактон, конъюгируют с глюкуроновой и серной кислотой и выделяются с мочой как глюкурониды и сульфаты.

Биологическая роль α-токоферола

- антиоксидант, входит в состав неферментативной антиоксидантной системы, ингибирует СРО в биологических мембранах.



α-Токоферол снижает у мужчин синтез андростендиона и тестостерона, что снижает риск развития рака простаты.

выполняет регуляторную функцию - ингибирует протеинкиназу С (α): предотвращает аутофосфорилирование ПК С или стимулирует дефосфорилирование ПК С фосфатазой PP2A.

α-Токоферол необходим для поддержания иммунитета (Т- и В-клеточные функции).

α-Токоферол ингибирует ключевые этапы воспаления:

- производство моноцитами хемотаксических белков
- спайку моноцитов с эндотелиальными клеткам,
- производство артериальными эндотелиальными клетками IL-8,
- пролиферацию клеток гладких мышц,
- агрегацию тромбоцитов,
- активацию NADPH оксидазы
- производство коллагена фибробластами человека
- возрастное увеличение экспрессии коллагеназы фибробластов кожи человека.

Из-за своих антиоксидантных и противовоспалительных свойств, витамин Е предотвращает болезни, связанные с окислительным стрессом: сердечно-сосудистые заболевания, хроническое воспаление и неврологические нарушения (болезни Альцгеймера и Паркинсона).

- замедляет процесс старения, поддерживает здоровье у пожилых людей, замедляет возрастные изменения кожи

ГИПОВИТАМИНОЗ Е:

-нарушение овогенеза/сперматогенеза;

-бесплодие;

-нарушение протекания беременности;

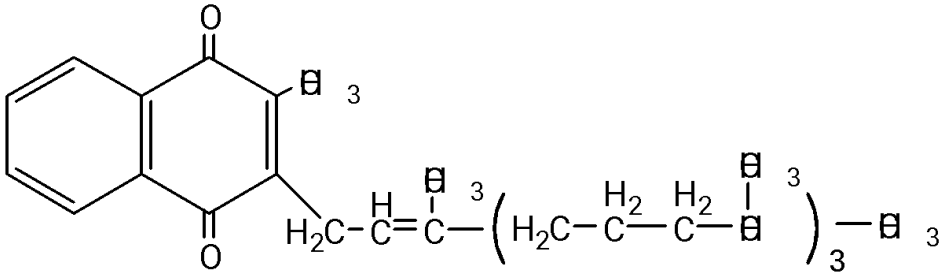
-нарушение синтеза половых гормонов;

-мышечная дистрофия;

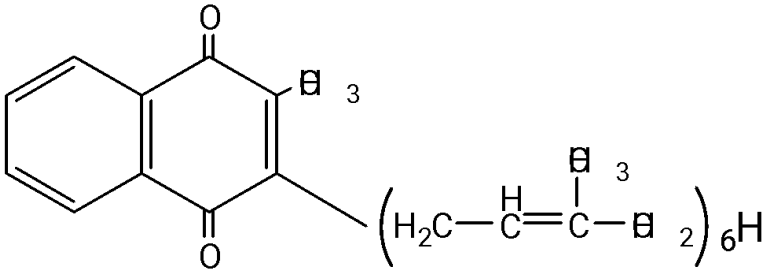
-синдром липидной пероксидации (активация ПОЛ)

ВИТАМИН К (НАФТОХИНОН)

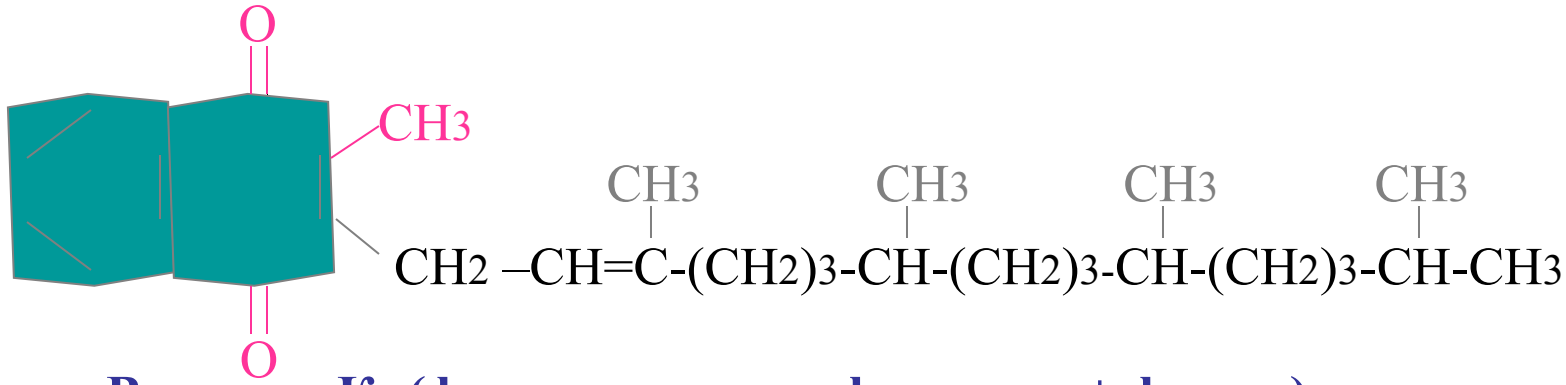
Витамин К существует в нескольких формах в растениях как ***филлохинон*** (К1), в клетках кишечной флоры как ***менахинон*** (К2).



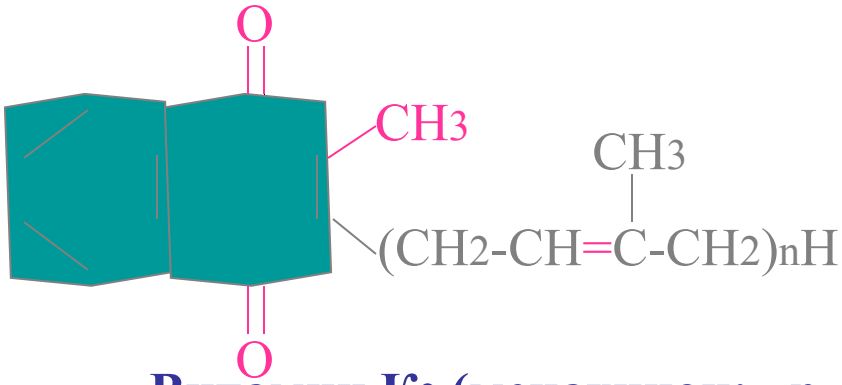
Ô èëëî õèí î í (âèòàì èí Ê$_1$)



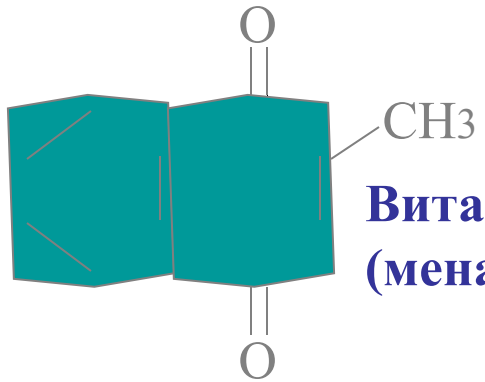
Ì åí àõèí î í (âèòàì èí Ê$_2$)



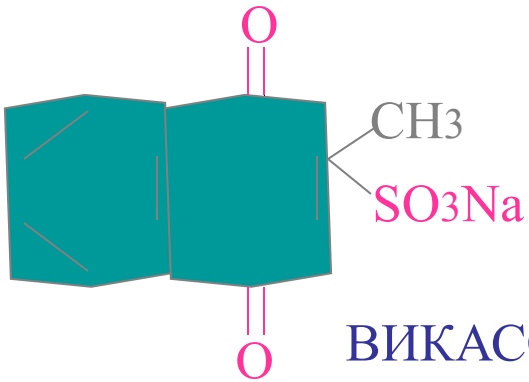
Витамин К1 (филлохинон = нафтохинон + фитол)



Витамин К2 (менахинон; n=6,7, 9)



Витамин К3 (менадион)



ВИКАСОЛ

Витамин К(содержание в продуктах, мкг/г)

листья каштана----------800

шпинат----------270-550

крапива----------400

люцерна----------200-400

томаты----------100

картофель----------20

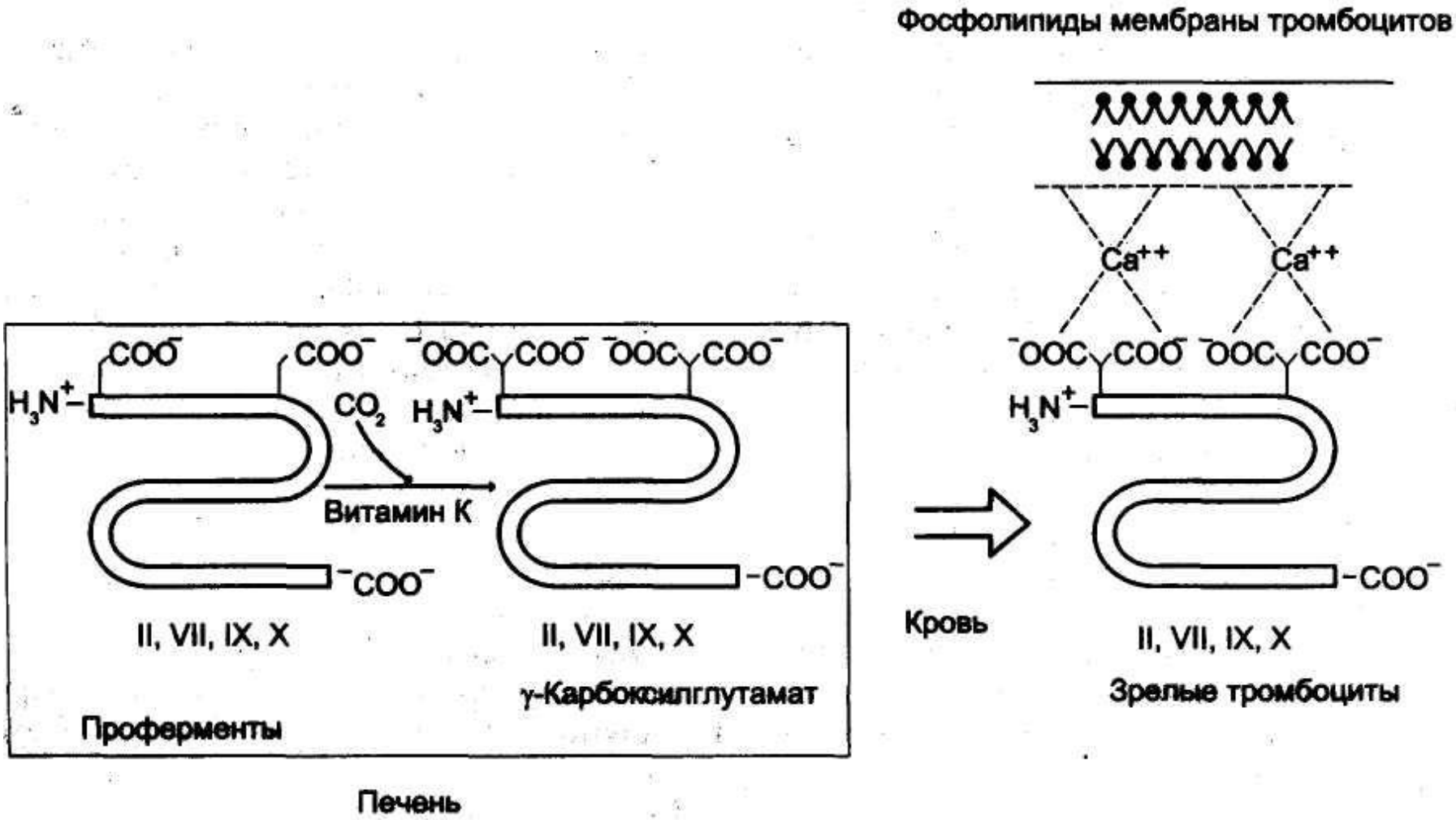
овес----------10

СУТОЧНАЯ НОРМА 1 мг

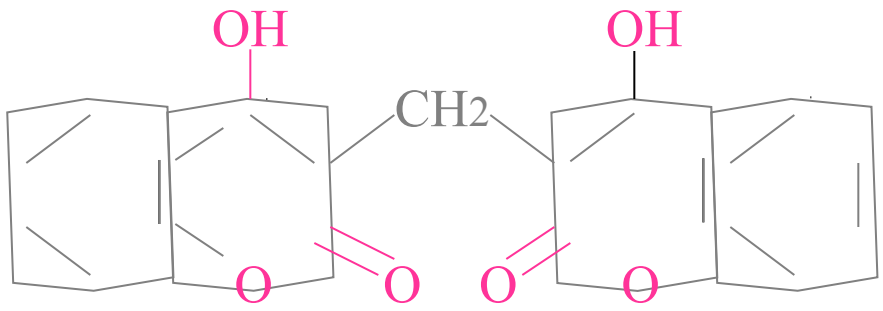
Витамин К

- кофермент карбоксилаз, которые в белках карбоксилируют глутаминовую кислоту в γ-карбоксиглутаминовой кислоту. После этой реакции белок, за счет 2 расположенных рядом карбоксильных групп, способен связывать Ca^{2+}.
- В составе карбоксилаз он карбоксилирует и активируют факторы свёртывания крови: протромбин (фактор II), проконвертин (фактор VII), фактор Кристмаса (фактор IX) и фактор Стюарта (фактор X).
- Витамин К обеспечивает карбоксилирование белков, которые необходимы для минерализации костей и зубов.
- Витамин К участвует в реализации функции мышц, способствует усилению перистальтики желудка и кишечника, принимает участие во внутриклеточном дыхании, поддерживает функцию печени и сердца.

Участие витамина К в карбокислировании вакторов свертывания в печени



<u>АНТИВИТАМИНЫ К</u> -используются для предотвращения образования тромбов, так как являются конкурентными ингибиторами реакций, к которых участвует витамин К



ДИКУМАРОЛ, синкумар, Варфарин

→ Препятствуют свертыванию крови

Гиповитаминоз К

1. Основное проявление — сильное кровотечение, часто приводящее к шоку и гибели организма.
2. Гиповитаминоз К также вызывает нарушение работы кишечника, кровоточащие, плохо заживающие раны, повышенную утомляемость и болезненные менструации.
3. Для лечения и предупреждения гиповитаминоза К используют синтетические производные нафтохинона: менадион, викасол, синкавит.

Благодарю за внимание!