



**Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет
им. акад. И.П. Павлова**

Кафедра общей и биоорганической химии

ВИТАМИНЫ И ВИТАМИНОПОДОБНЫЕ ВЕЩЕСТВА

**К. х. н., доцент кафедры
Протас Александра Владимировна**

**Санкт-Петербург
2023**

Определение

- **Витамины** – органическое вещество, образующееся в животном организме или поступающее с пищей в очень незначительных количествах, но абсолютно необходимое для нормального обмена веществ и жизнедеятельности.
- Многие витамины являются коферментами или предшественниками коферментов, в составе которых они участвуют в различных ферментативных реакциях.
- Обычно первоисточником витаминов служат пищевые растения или некоторые низшие микроорганизмы.

Известно более 20 групп различных витаминов, которые различаются по своему физиологическому действию

Водорастворимые витамины

В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР и С

Жирорастворимые витамины

А, D, Е, К

***Витаминоподобные вещества –
вещества с похожими на витамины физиологическими функциями:***

- *Флавоноиды*
- *Липоевая кислота*
- *Оротовая и пангамовая кислоты*
 - *Холин*
- *Инозит (инозитол).*

Витамины группы А

жирорастворимые

Функции:

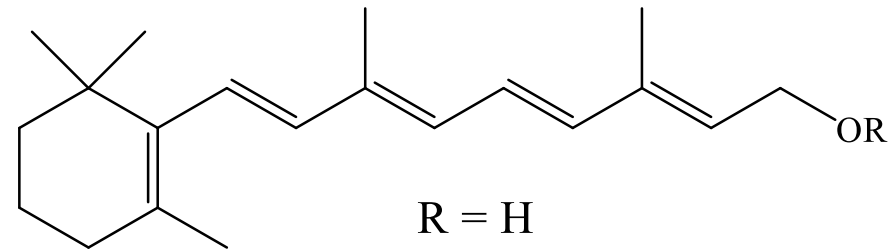
- *Рост*
- *Антиксерофтальмический фактор*

Содержание:

- *Животные продукты*
- *Печень морских животных и рыб*

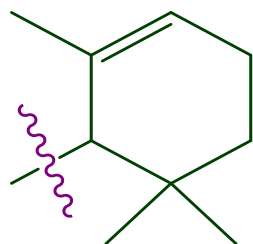
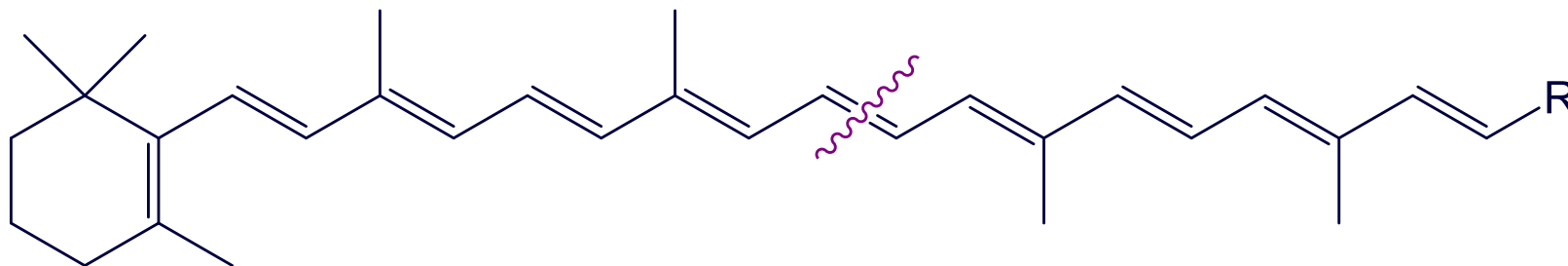
Недостаток витамина приводит:

- *Ксерофтальмия*
- *Остановка роста костей и клеток надпочечников*
- *Повреждение тканей ЦНС*

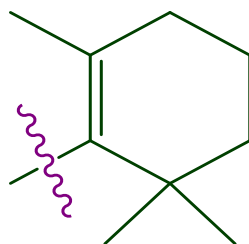


R = H
ретинол
аксерофтол

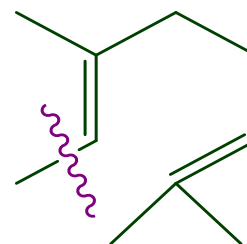
Провитамины А — каратиноиды



α -каротин



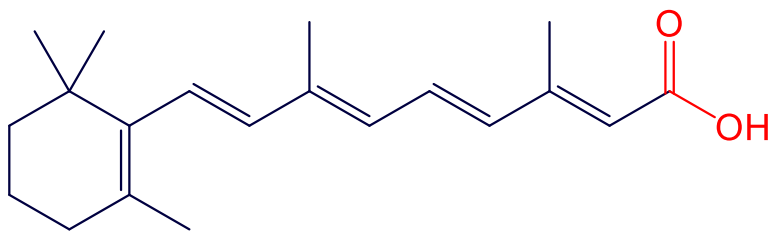
β -каротин



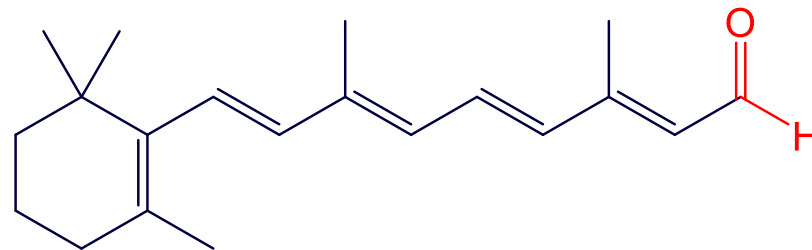
γ -каротин

Общая структура каратиноидов — полиеновая цепь сопряженных двойных связей, что обуславливает перенос электронов по всей молекуле. Из-за длины полиеновой цепи каратиноиды липофильны. Длина полиенового «хвоста» определяет длины волн света, которые поглощает растение

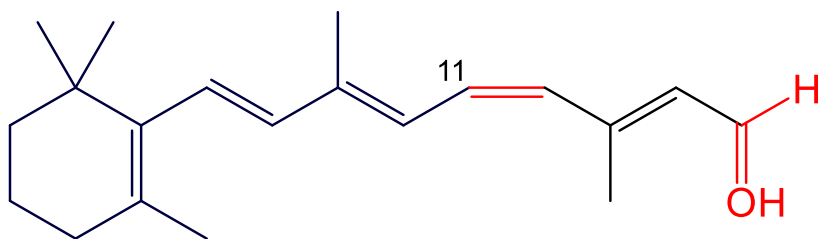
Провитамины А — каратиноиды



Ретиноевая кислота
(ростовой фактор)

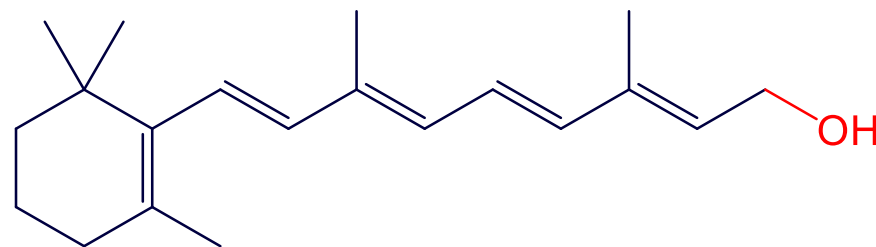


транс-ретиаль



11-цис-ретиаль

Участвует в образовании зрительного пурпура – родопсина, который входит в состав светочувствительных клеток

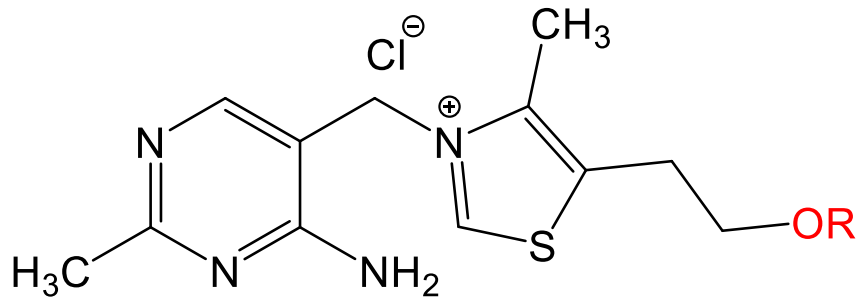


Витамин А₂

дегидроретинол

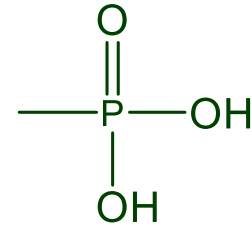
Хромоген светочувствительного пигмента рыб — порфиросина

Витамины группы В водорастворимые

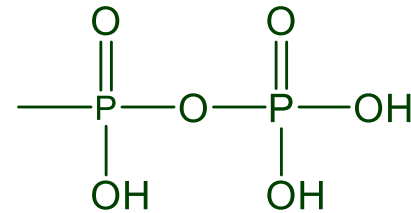


Витамин В₁ (R = H)
тиамин, анейрин, аневрин

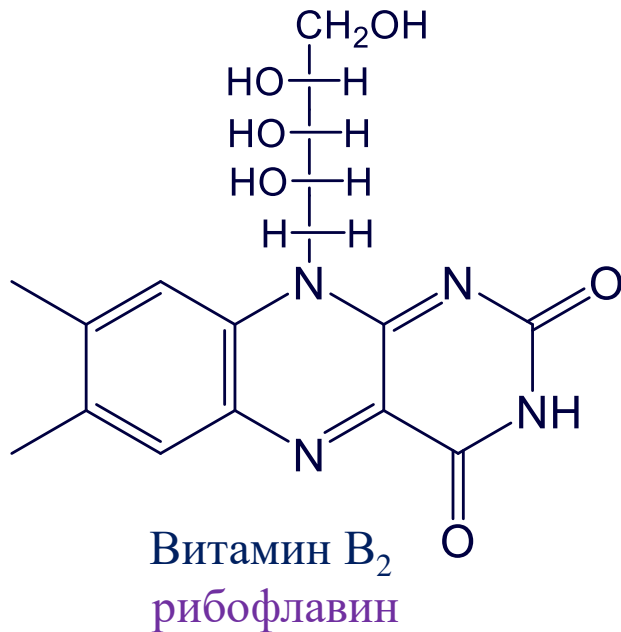
R =



Тиаминмонофосфат



Кокарбоксилаза
(действующая форма)



Витамин В₂
рибофлавин

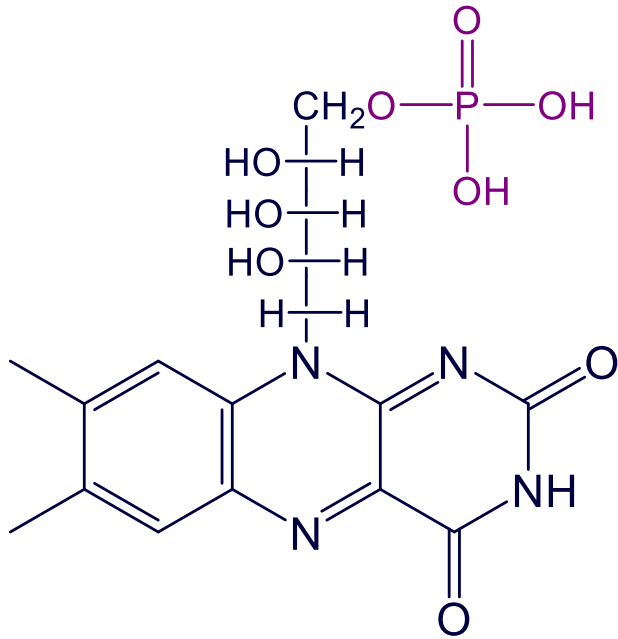
Рибофлавин содержится в яйцах, овощах, печени, почках, сердце, дрожжах. Пигмент коровьего молока (желтый)
Суточная потребность 2–4 мг.

При недостатке витамина В₂:

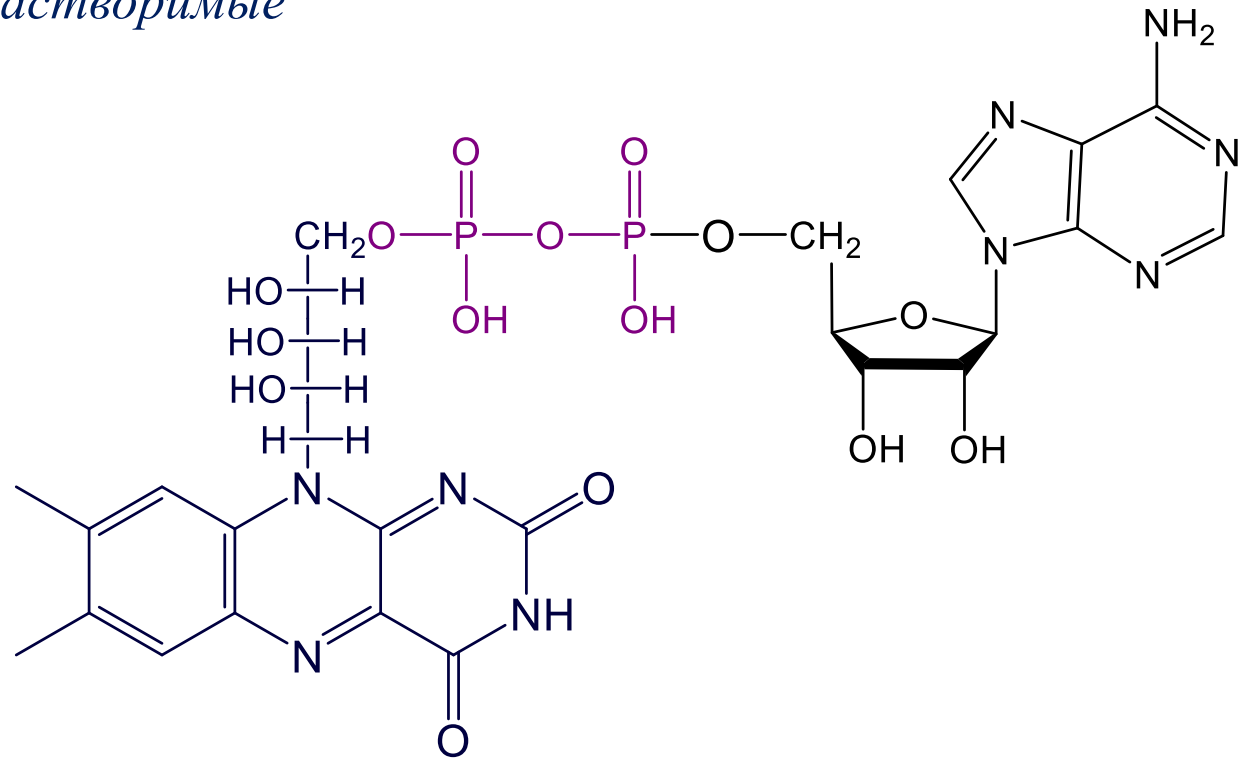
- Себорея, псориаз
- Воспаление слизистой оболочки рта
- Поражение сетчатки и роговой оболочки глаза
- Заболевания кроветворной системы
- Заболевания ЖКТ

Витамины группы В

водорастворимые

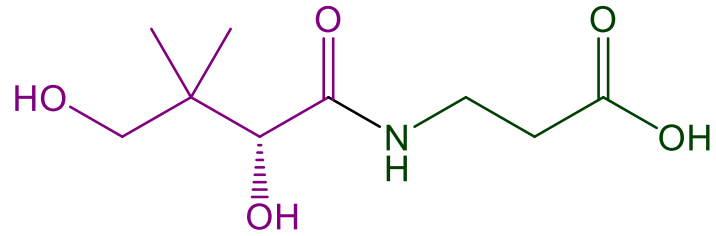


Флавинмононуклеотид
флавиновый кофермент

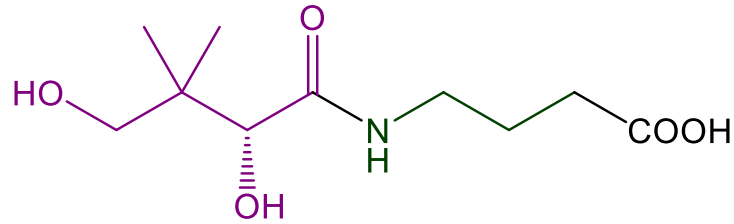
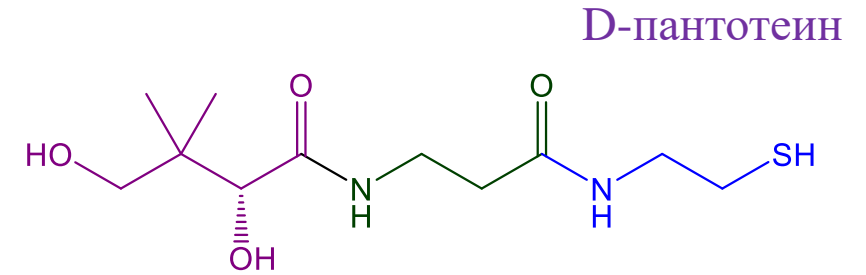


Флавинадениндинуклеотид
участвует в важнейших
окислительно-восстановительных реакциях организма

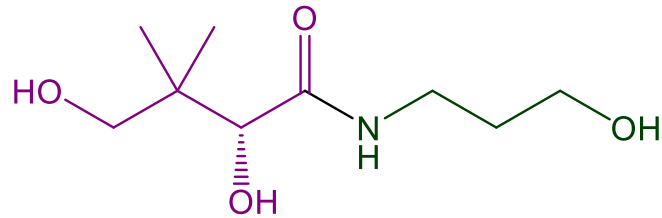
Витамины группы В водорастворимые



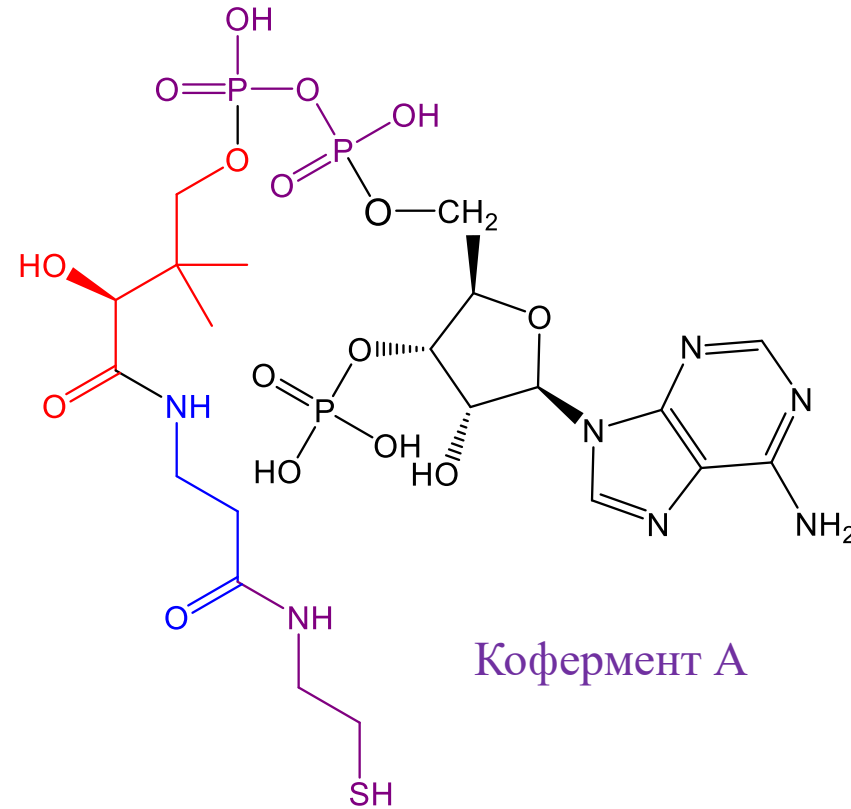
Витамин В₃, пантотеновая кислота,
(«универсальный витамин», «антидерматидный фактор»)



D-гомопантотеновая кислота
(применяется для лечения нервных
и психических заболеваний)

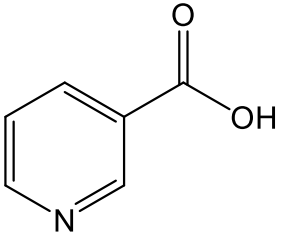


D-пантотенол
полноценная замена витамина В₃ у животных

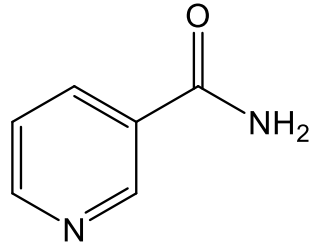


Суточная потребность — 10 мг. Содержится в яйцах, дрожжах, горохе, печени, почках, сердце. Синтезируется кишечной палочкой.

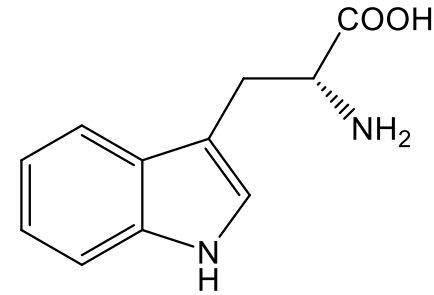
Витамины группы В водорастворимые



Витамин В₅, витамин РР,
никотиновая кислота, ниацин



Никотинамид, ниацинамид



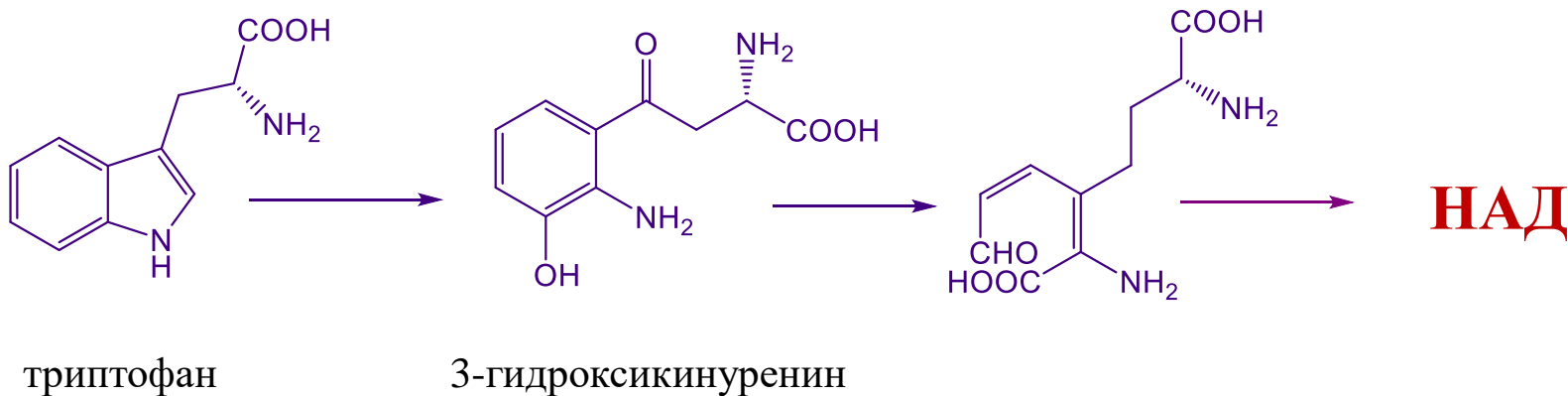
Триптофан (провитамин В₅)

Антигипералгический витамин.

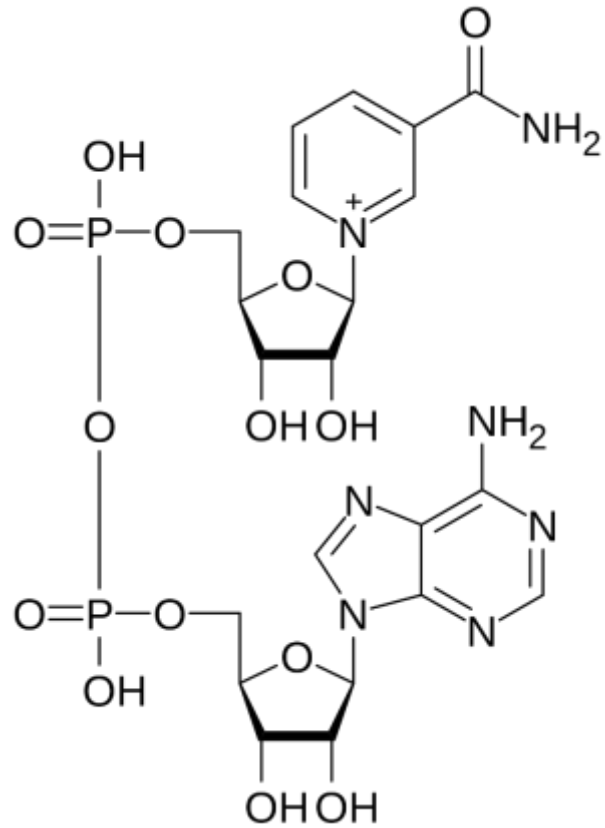
Содержание: хлеб, картофель, мясо, печень, почки, морковь, рис.

Суточная потребность: 18 мг

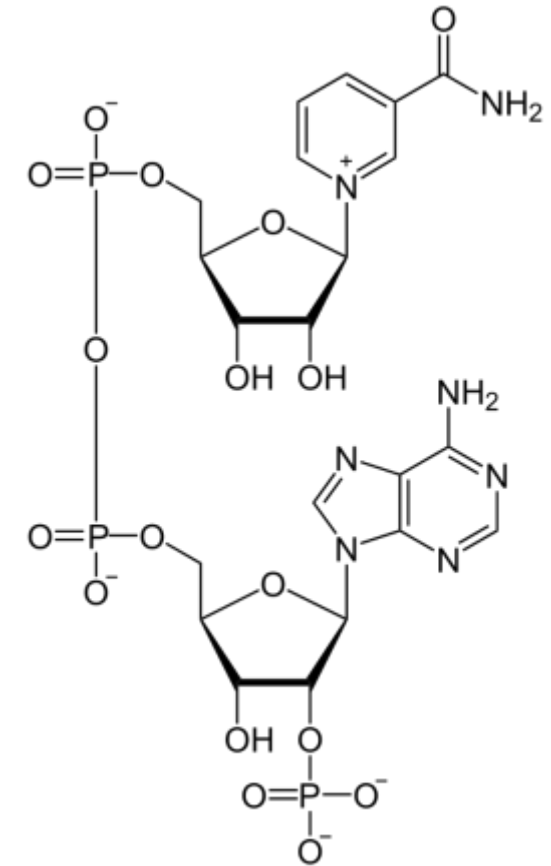
Ферментативное превращение триптофана в никотинамидадениндинуклеотид



Витамины группы В водорастворимые



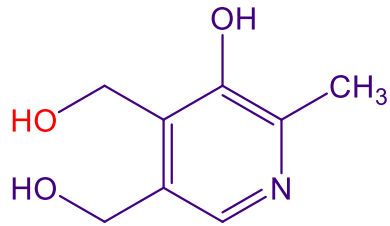
Никотинамидадениндинуклеотид
НАД



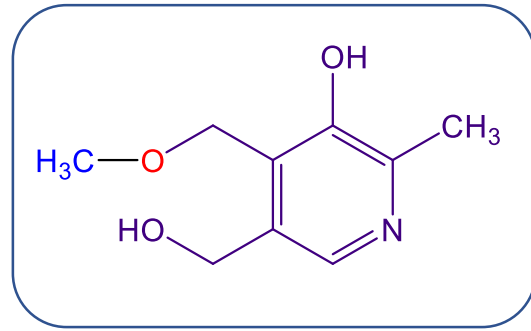
Никотинамидадениндинуклеотидфосфат
НАДФ

- Входят в состав оксидоредуктаз.
- Участвуют в реакциях окисления, изомеризации, дегидрирования.
- Составляют важную часть процессов дыхания, фотосинтеза, анаэробном расщеплении углеводов, энергетическом обмене

Витамины группы В водорастворимые

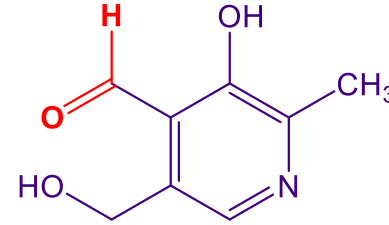


пиридоксин

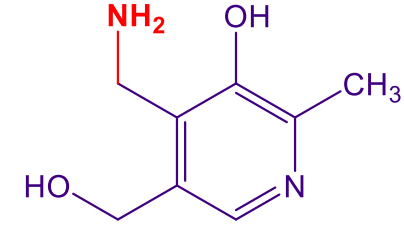


Гинкготоксин

антивитамин —
выделен впервые
из полированного риса



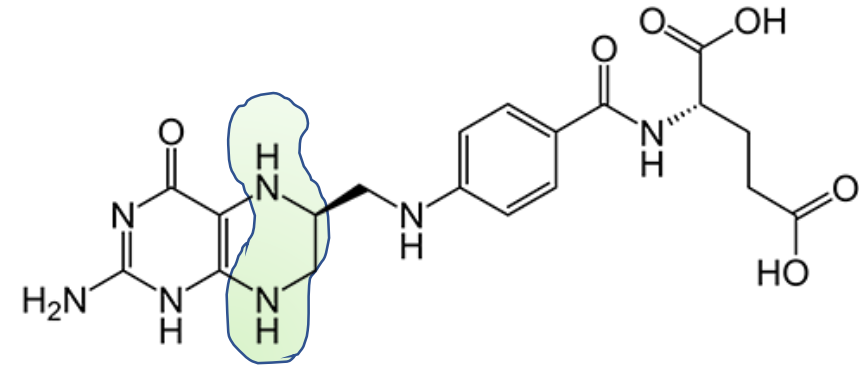
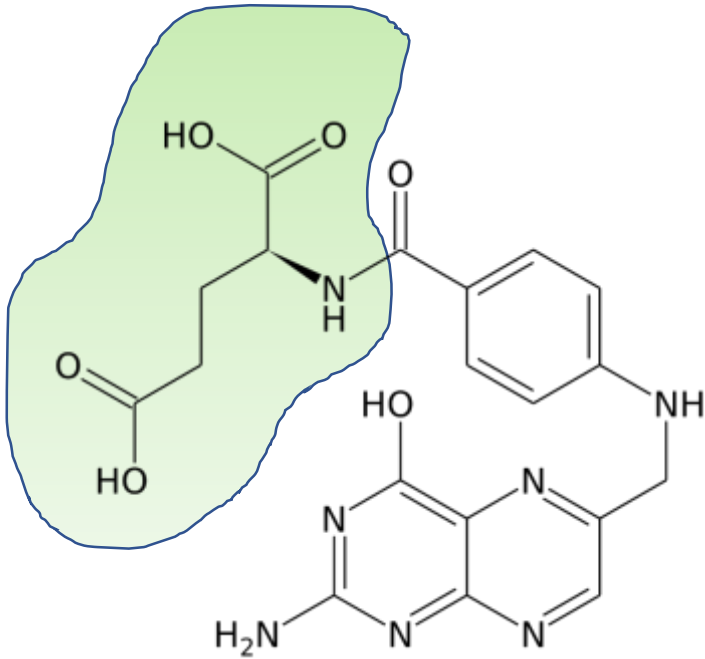
пиридоксаль



пиридоксамин

- Входят в состав 50 ферментов
- Участвуют в процессе аминокислотного синтеза и метаболизма
- Участвуют в фосфорилировании углеводов, в метаболизме жирных кислот
- В медицине — при лечении кожных и неврологических заболеваний, в гематологии и при хроническом гепатите
- Обладают антидерматидными свойствами
- **Синтезируются микрофлорой кишечника человека**
- **Основные источники: хлеб, картофель, горох, мясо, печень, почки, фасоль**

Витамины группы В водорастворимые

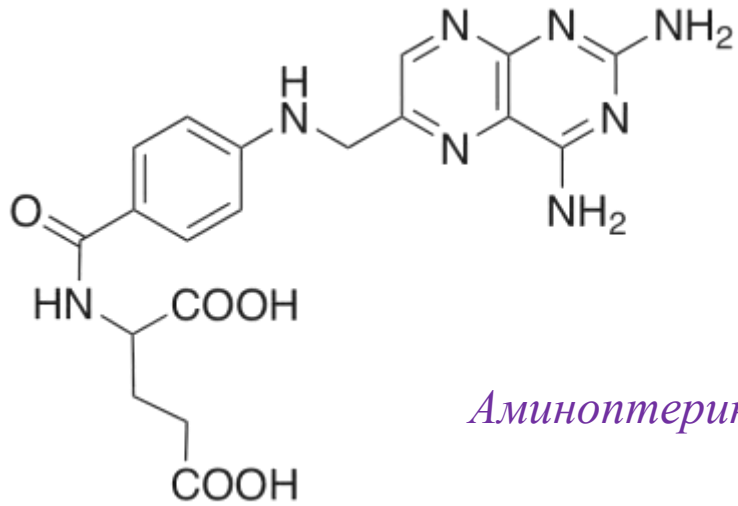


Тетрагидрофолиевая кислота

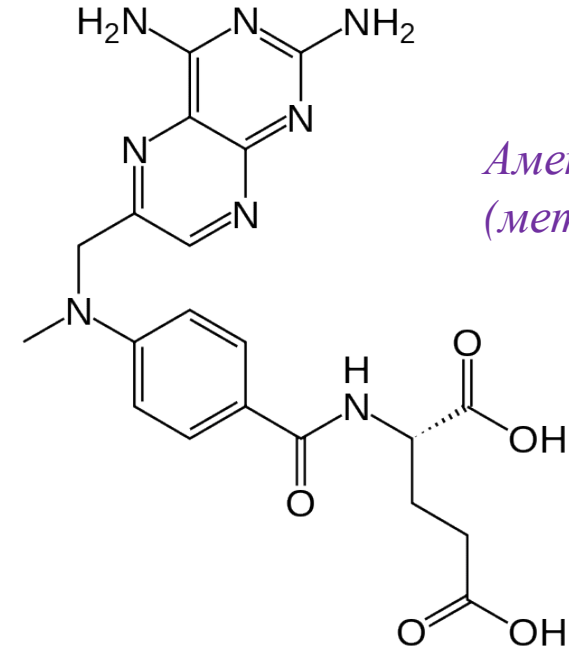
Витамин В₉, В_с, фолиевая кислота —
антианемический витамин

- Участвует в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, нуклеиновых кислот и др.
- В медицине применяют при злокачественных анемиях, лучевой болезни
- Синтезируется микрофлорой кишечника человека
- Содержится в дрожжах, мясе, печени, зеленых листьях
- Суточная потребность — 2 мг

Антивитамины группы В



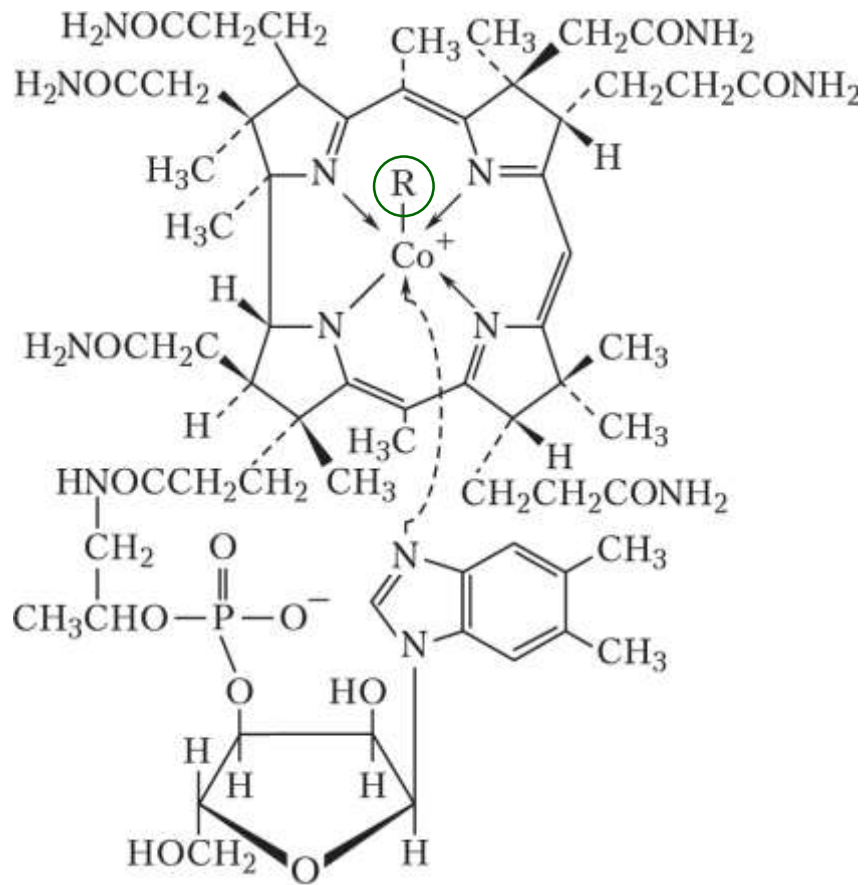
Аминоптерин



*Аметоптерин
(метотрексат)*

- Антивитамины В9 — антагонисты фолиевой кислоты — применяют при лечении злокачественных опухолей для подавления биосинтеза нуклеиновых оснований.
- Антивитамины В9 обладают иммуностимулирующими свойствами, цитотоксическими, противоартритными

Витамины группы В



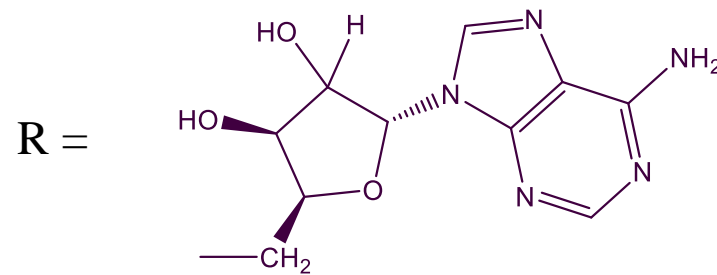
R = OH – оксикобаламин

- витамин с антианемичными свойствами
- кроветверный фактор)

R = CN – цианкобаламин

- Болезнь Аддисона — Бирмера, малокровие

Содержание: животные ткани, пропионовокислые бактерии, бобовые



Кофермент В12 — кобамид

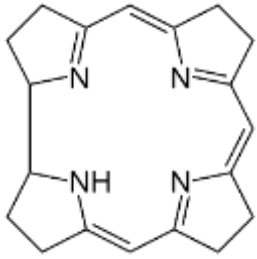
Суточная потребность: менее 0.01 мг

Применение в медицине:

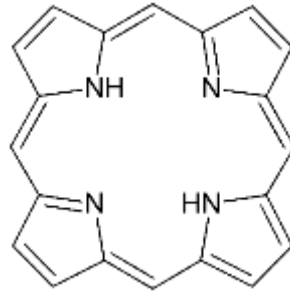
- лечение хронических анемий в гематологии и др. болезней кроветворной системы
- В неврологии лечение полиневритов, рассеянного склероза, радикулита
- Лечение липидного обмена

Производные порфирина в живых организмах

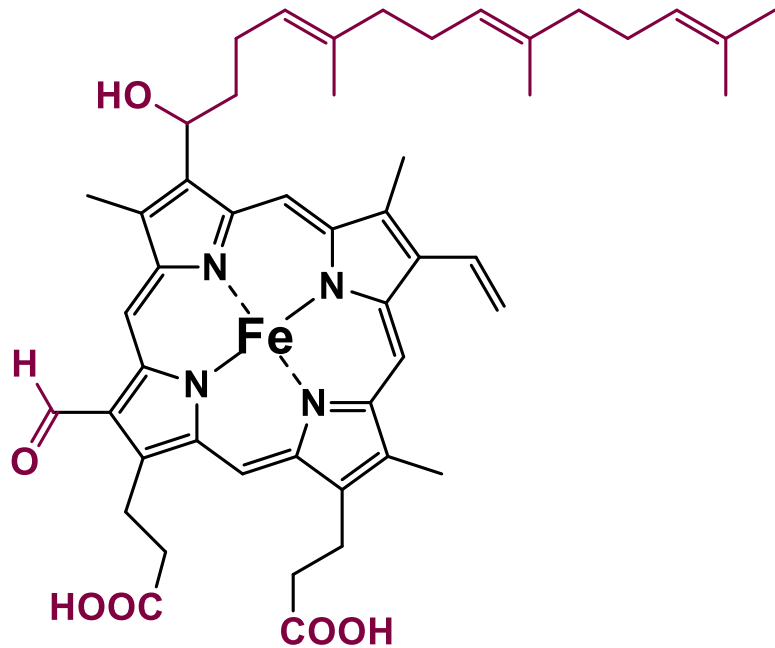
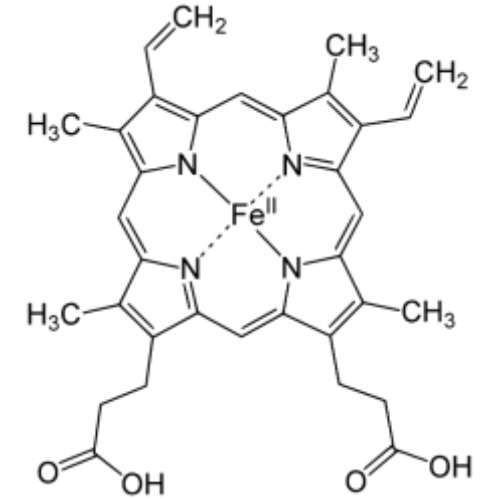
Коррин



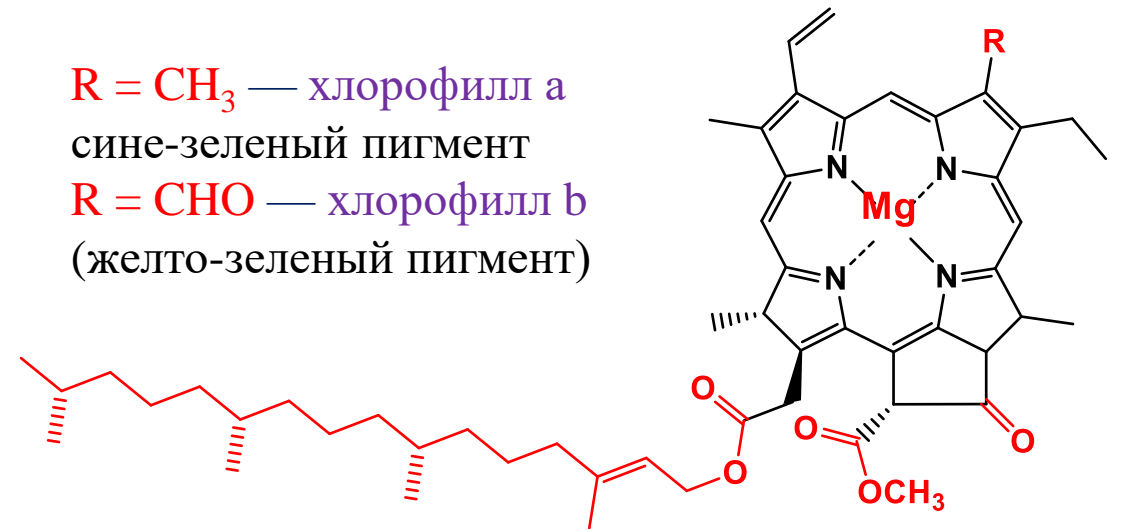
Порфирин



Гем гемоглобина



$R = CH_3$ — хлорофилл а
сине-зеленый пигмент
 $R = CHO$ — хлорофилл b
(желто-зеленый пигмент)

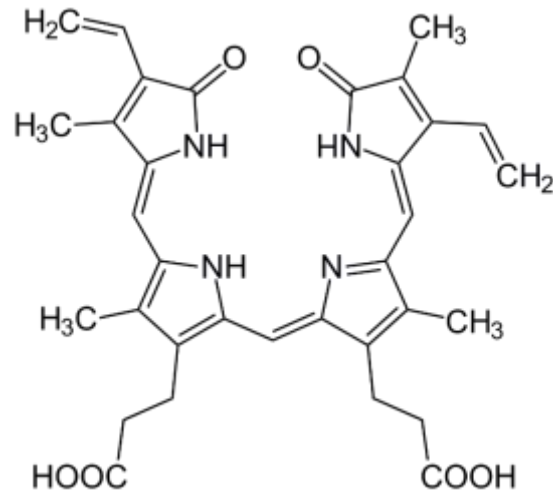


Цитогемин (гем а) — гем цитохромов класса а

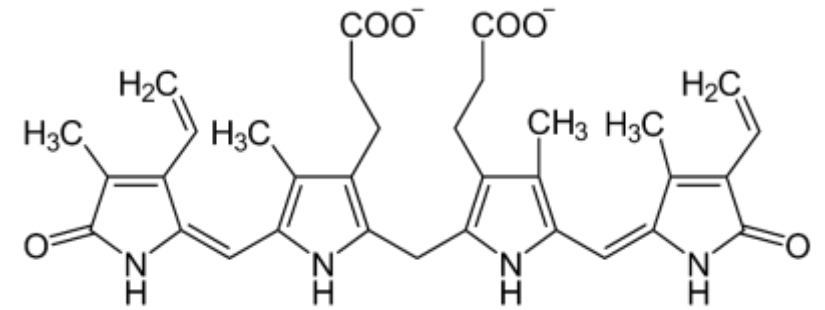
Производные порфирина в живых организмах

- Цитохромы выполняют функции переносчиков электронов от окисляемого субстрата к окислителю;
- У цитохрома С, в отличие от цитохрома А, у иона Fe^{2+} имеются дополнительные лиганды — атом N молекулы гистидина и атом S метионина;
- При биологическом окислении гемоглобина, а также миоглобинов и цитохромов) образуются окрашенные вещества — билирубиноиды.

Гем
гемоглобина



Биливердин

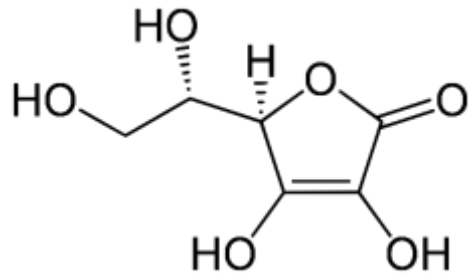


Билирубин

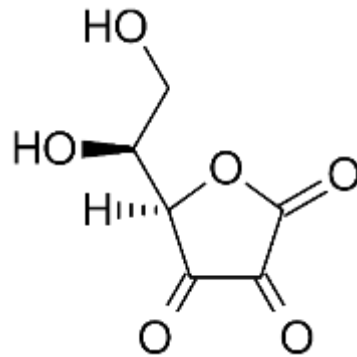
- Билирубин имеет оранжевую окраску и является основным пигментом желчи.
- Часть билирубиноидов выделяется с мочой, отвечая за характерный цвет.
- При желтухе, например, билирубин накапливается в крови, окрашивая кожу в жёлтый цвет

Витамин С

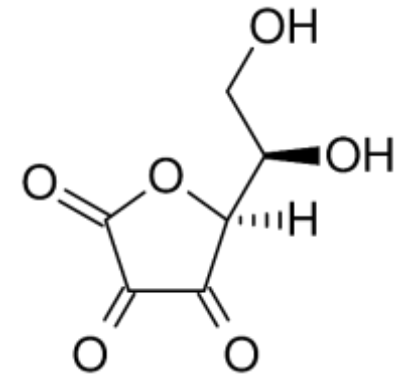
- **Источник витамина С:** лимон, капуста, сладкий перец, фрукты и овощи.
- У большинства животных может синтезироваться в организме
- **Суточная потребность** — 25–75 мг



*аскорбиновая кислота
антицинготный витамин
антискорбутный витамин*



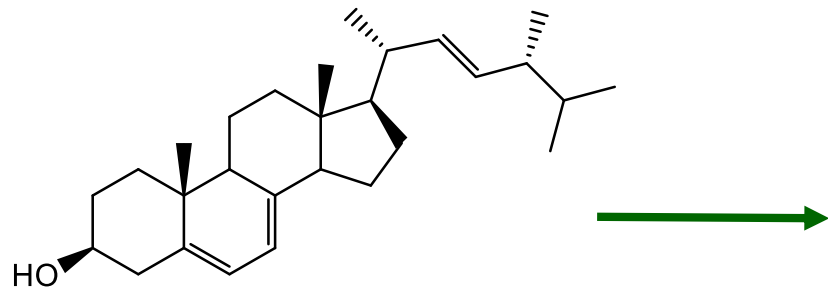
Дегидро-L-аскорбиновая кислота



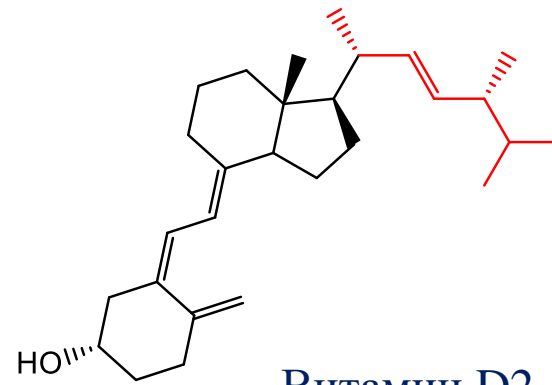
Дегидро-D-аскорбиновая кислота
витамин С

Витамин С применяется для лечения цинги, геморрагических диатезов, кровотечениях, ряда инфекционных и иммунных заболеваний, для нормализации липидного обмена, простуде, усиленном умственном и физическом напряжении

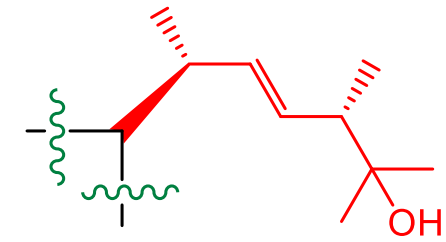
Витамины группы D жирорастворимые



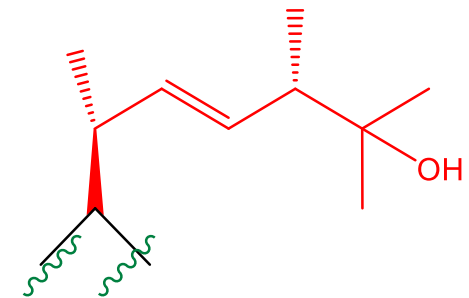
Эргостерин
предшественник витамина D



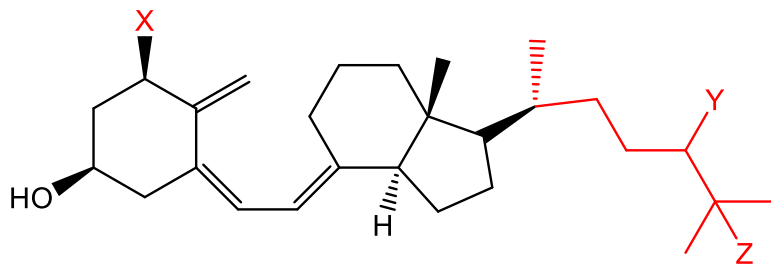
Витамин D2
эргокальциферол
(много в жире печени рыб)



25-гидроксикальциферол



Витамин D₃

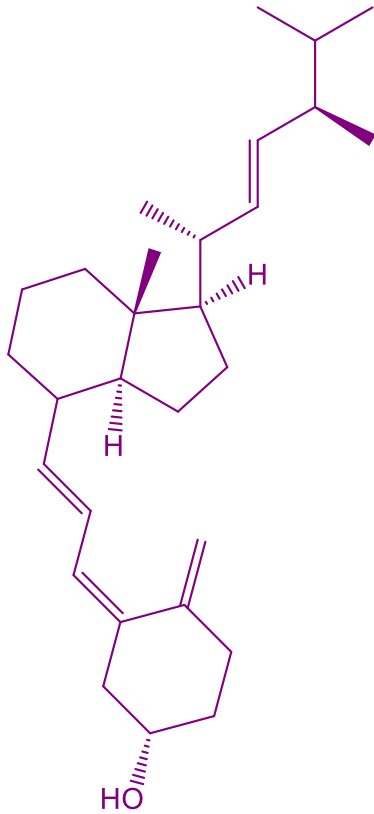


Наиболее активны, где X, Y, Z = H, OH

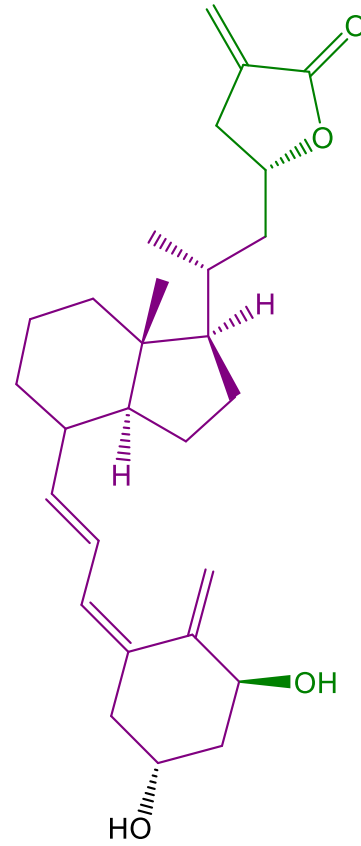
- Жирорастворимый. Антирахитный витамин, его недостаток в организме вызывает рахит;
- В организме человека регулирует всасывание кальция в кишечнике и общие процессы метаболизма с участием кальция;
- Суточная потребность 0.01–0.03 мг

Витамины группы D

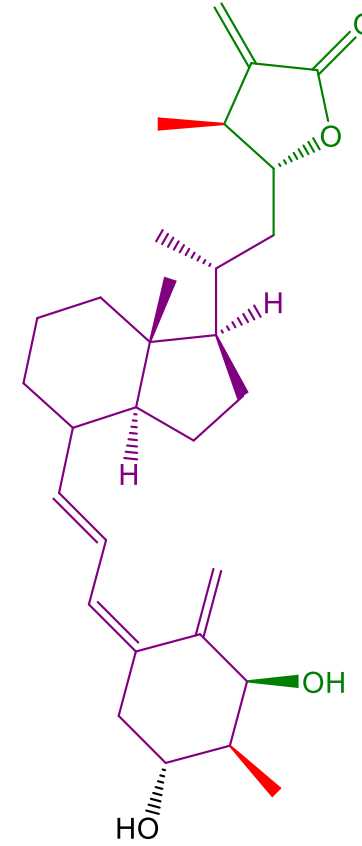
жирорастворимые



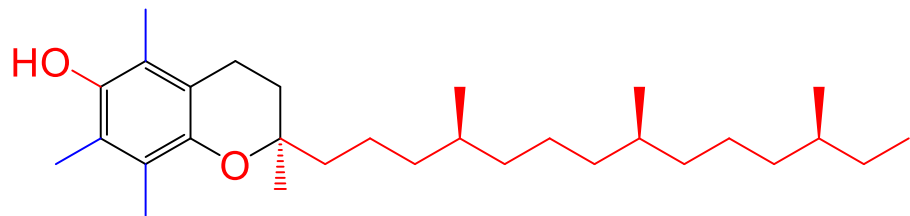
Витамин D₃



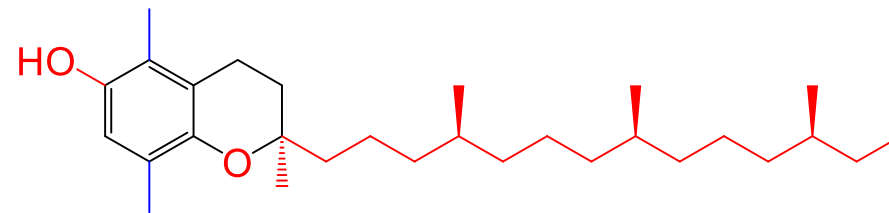
Антивитамины D₃



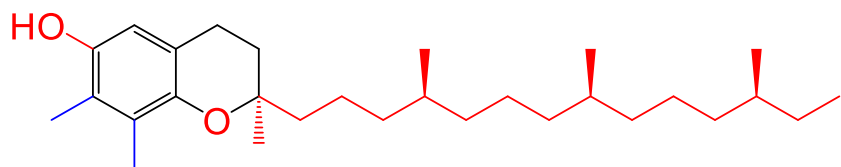
Витамины группы Е *жирорастворимые*



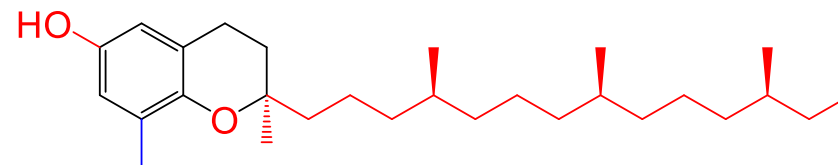
α -токоферол



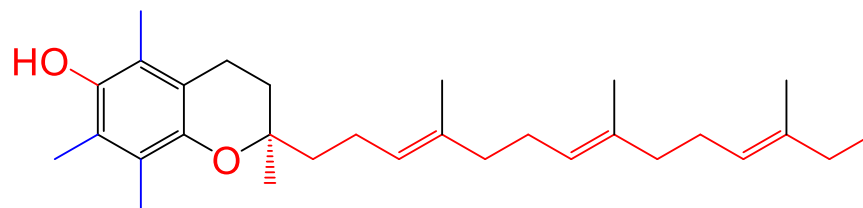
β -токоферол



γ -токоферол



δ -токоферол

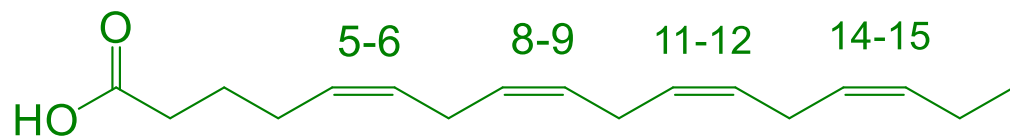
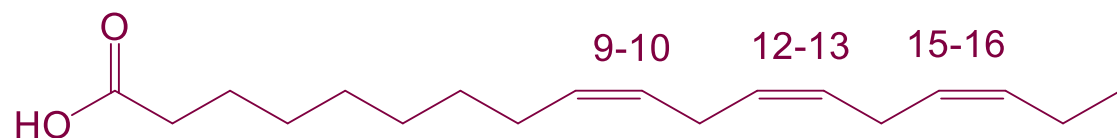
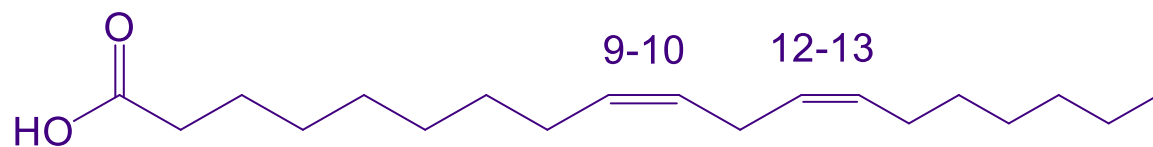
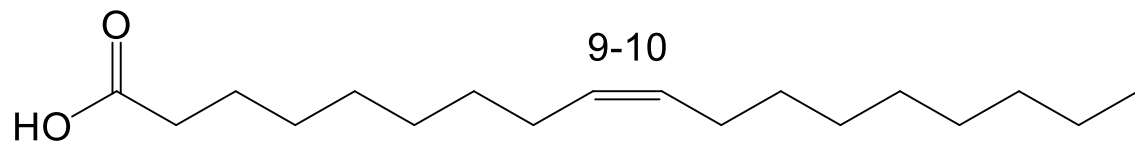


α -токотриенол

- У человека и животных недостаток витамина Е приводит к бесплодию, поражению сердечной мышцы, нервной и сосудистой систем.
- Антиоксидант
- Суточная потребность 5–25 мг
- Источник витамина Е: зерна пшеницы, риса, растительные масла, шпинат, салат

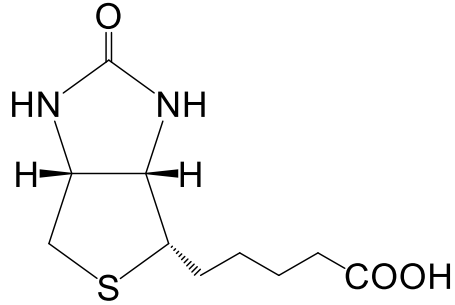
Витамин F

Общее название ненасыщенных жирных кислот – олеиновой, линолевой, линоленовой и арахидоновой

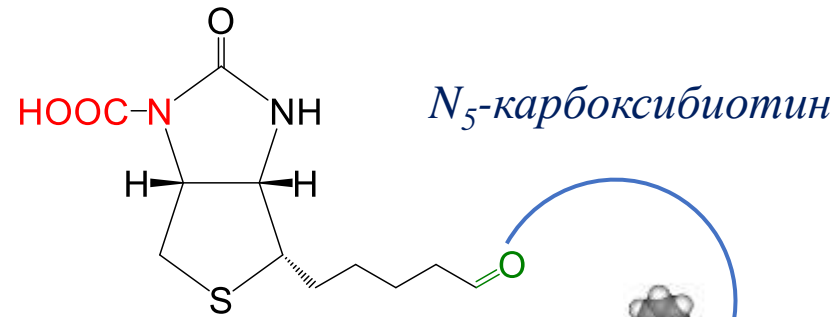


- Незаменимые, не синтезируются в организме человека
- Необходимы для построения клеточных мембран
- Называются витаминоподобные, т. к. входят в состав тканей организма

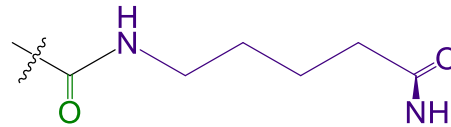
Витамин Н водорастворимый



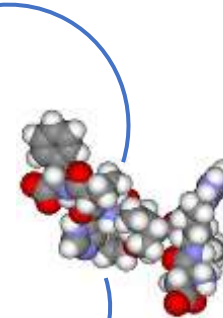
Витамин Н — биотин



*N*₅-карбоксивиотин



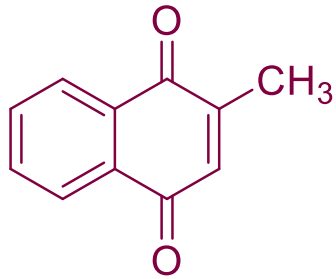
ω-N-биотинилизин



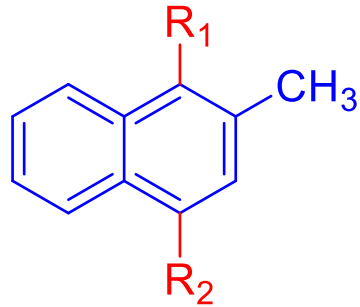
Фермент

- Выделен из яичного желтка
- Фактор дрожжей и низших грибов
- Недостаток витамина приводит к депигментации кожи, дерматитам (антисеборейный фактор), торможению роста, нервным расстройствам, поражению ногтей, анорексии и анемии
- Суточная потребность — 0.1–0.3 мг.
- антивитамин Н — белок авидин
- Синтезируется микрофлорой кишечника человека.
- Содержание: в печени, почках, молоке, желтке яиц, картофеле, луке, томате, шпинате.

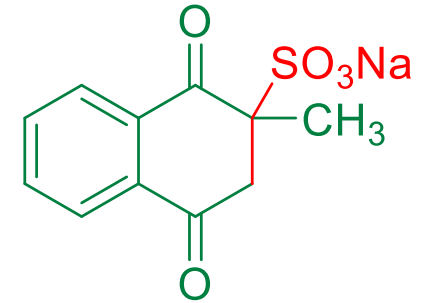
Синтетические аналоги витамина К *жирорастворимые*



Менадион —
провитамин витамина К

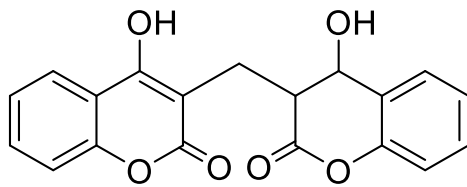


R₁, R₂—OH или NH₂

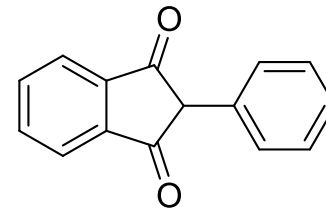


Викасол

Антивитамины К



Дикумарол



Фенилин

Применяют при инфаркте миокарда и тромбозах, когда происходит образование тромбов в сосудах и повышается свёртываемость крови.

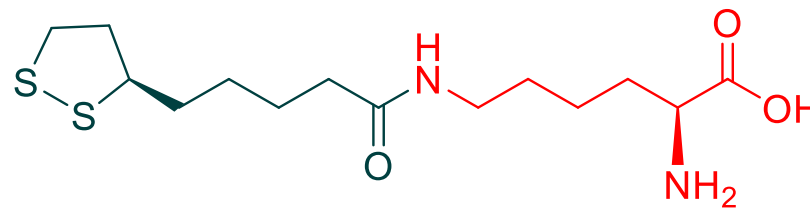
Витамин N

водорастворимый

- Присутствует в тканях животных, растений и в микроорганизмах
- Незаменимый фактор роста молочнокислых бактерий, дрожжей и др.
- Входит в состав множества оксидоредуктаз, в частности, участвует в окислительном декарбоксилировании α -кетоксилот.



α -липовая кислота
тиоктовая кислота



ϵ -липоиллизин

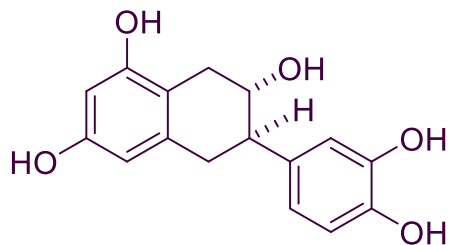
Применение в медицине:

- нормализация липидного обмена
- лечения цирроза печени и желтухи, сахарного диабета, атеросклероза.

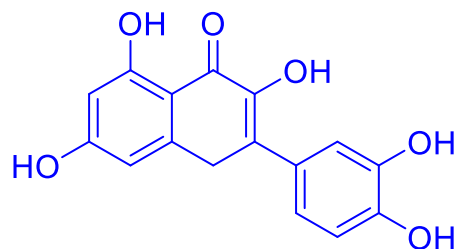
Витамины группы Р

Комплекс флавоноидных соединений растений

уменьшает проницаемость и ломкость капиллярных кровеносных сосудов

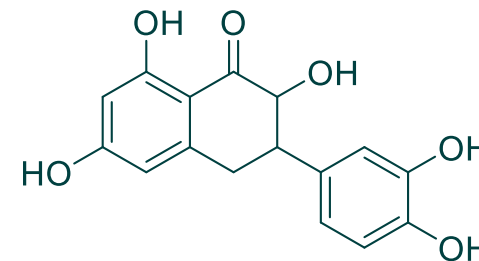


Катехин

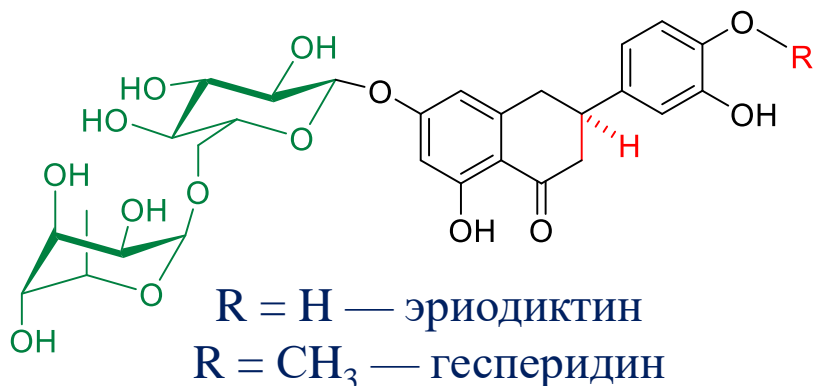


Кварцетин

основной флавонон жёлтых цветов



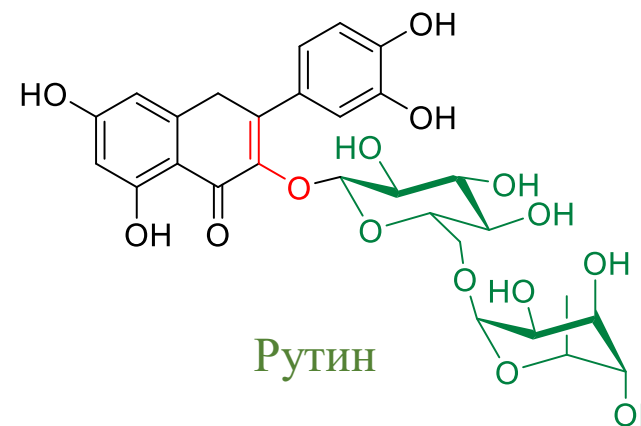
Дегидрокварцетин



R = H — эриодиктин

R = CH₃ — гесперидин

(до 10 % в высушенных корках цитрусовых)

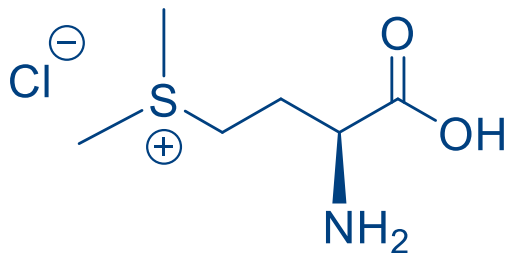


Рутин

Используются для лечения заболеваний кровеносных сосудов, гипертонии, кори, скарлатины, сыпного тифа, кровоизлияния в сетчатку глаза.

Витамин группы Q

Часто относят к незаменимым аминокислотам и считают витаминоподобным веществом

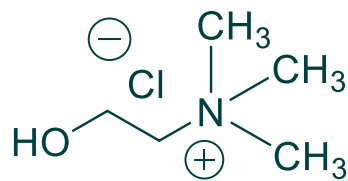


S-метилметионин

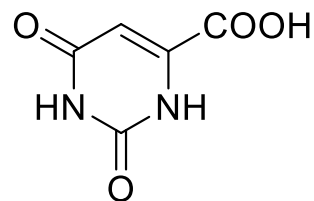
- При потреблении 250–300 мг/сутки оказывает болеутоляющее действие, способствует эпителизации оболочки желудка, кишечника и двенадцатиперстной кишки
- Биохимический донор CH_3 -групп, работает в составе коферментов.
- Содержится в капустном соке, спарже, зелени петрушки и репы, шпинате, сельдерее, томатах, перце, зелёном чае, бананах, фруктах, сыром молоке.

Витаминоподобные вещества

- вещества, которые могут синтезироваться в организме животных без внешних факторов (в отличие от истинных витаминов) и обладают витаминными (незаменимыми) свойствами
- К ним относят холин, липоевую кислоту (витамин N), пангамовую кислоту (витамин B₁₅), оротовую кислоту, инозит (витамин B₈), убихинон (витамин Q), *пара*-аминобензойную кислоту, карнитин, полиненасыщенные жирные кислоты (витамин F), витамин U (противоязвенный фактор) и ряд факторов роста птиц, крыс, цыплят, тканевых культур.

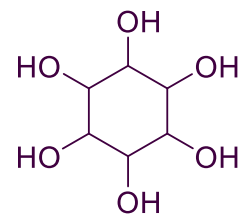


ХОЛИН

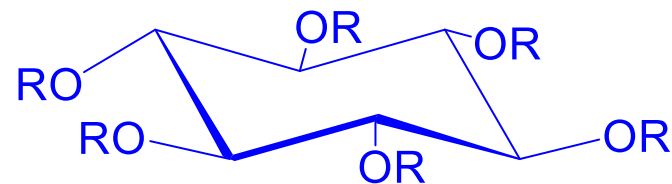


Оротовая кислота

Урацил-6-карбоновая кислота



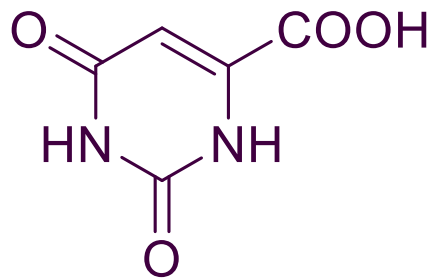
Общая формула
ИНОЗИТОВ



R = H — мезоинозит
(оптически неактивный)

R = PO(OH)₂ — фитиновая кислота
(гексафосфат мезоинозита)

Витаминоподобные вещества



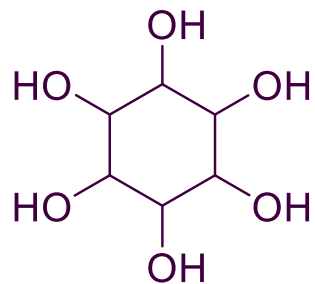
Оротовая кислота является предшественником пиримидиновых нуклеотидов.

Используется:

- при нарушениях белкового обмена
- для нормализации функций печени
- для снижения аппетита
- при инфарктах миокарда
- Выполняет роль анаболика - заместителя стероидных гормонов.

Потребность — 1–1.5 г в сутки.

Содержится: в женском молоке, печени, дрожжах, растительных продуктах.



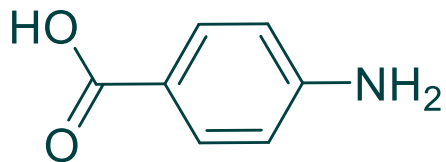
Инозит является мощным липотропным фактором, участвует в фосфолипидном обмене, тормозит развитие дистрофии печени у животных, находящихся на безбелковой диете и у человека при злокачественных новообразованиях.

Суточная потребность — не менее 1 г.

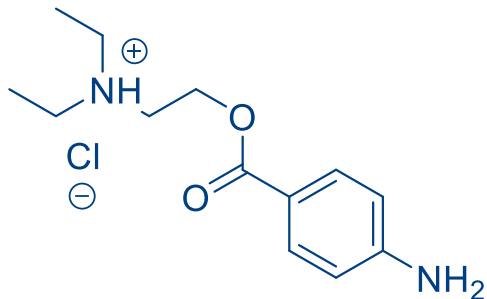
Содержится: в печени, мясе, молоке, хлебе из муки грубого помола, овощах и фруктах.

Общая формула
ИНОЗИТОВ

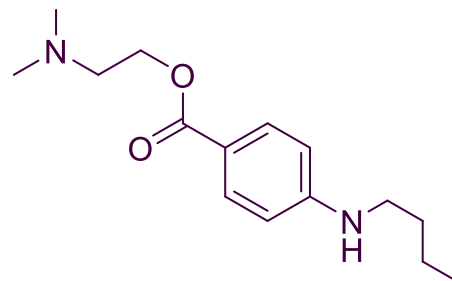
Витаминоподобные вещества



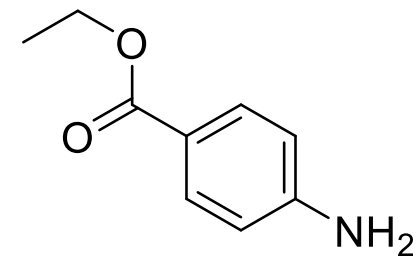
ПАБК



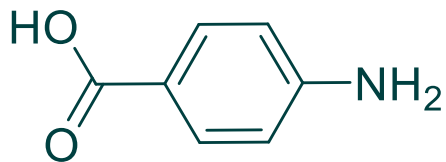
Новокаин
(водорастворимая форма)



Дикаин
(в 10 раз эффективнее
кокаина)



Анестезин
(жирорастворимая
форма)

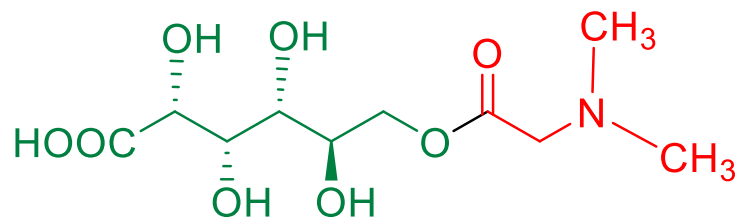


ПАБК

p-Аминобензойная кислота является ростостимулирующим фактором дрожжей и других микроорганизмов.

- Необходима для нормального процесса пигментации волос, шерсти, перьев и кожи.
- Активирует действие тирозиназы — ключевого фермента при биосинтезе меланинов кожи.
- **Содержание:** в печени, почках, мясе, дрожжах.
- Производные *p*-АБК обладают местно-анестезирующим действием.
- Сульфанил-амидные антибиотики — структурные аналоги *p*-АБК

Витаминоподобные вещества



Глюконовая кислота

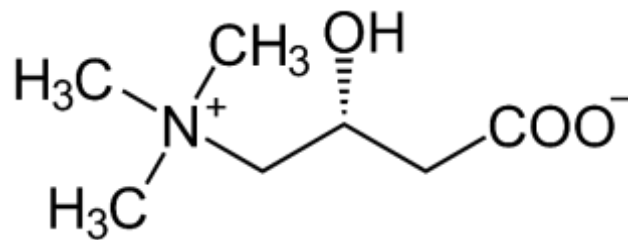
диметилглицин

Пангамовая кислота

Пангамовую кислоту используют:

- при ряде заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ (реакции трансметилирования)
- при жировом перерождении печени и некоторых формах кислородного голодания.

Содержится в печени, семенах растений, дрожжах.



L-карнитин

- Витамин роста.
- У млекопитающих участвует в процессах окисления жирных кислот.
- В медицине используется для лечения психических и неврологических расстройствах. Анаболик.