



**Кафедра біологічної хімії
і лабораторної діагностики**

**Біохімічні
ОСНОВИ
вітамінології**

Вітаміни (від лат. *vita i aminum* – амін життя) – **низькомолекулярні біоорганічні з'єднання, які є:**

- 1. необхідними компонентами клітинних і позаклітинних метаболонів**
- 2. не синтезуються в організмі людини і надходять в нього виключно з їжею**
- 3. необхідні для організму в малих дозах (10^{-3} – 10^{-6} г)**

Вітомери – варіанти одного і того ж вітаміну, які проявляють однаковий специфічний біологічний ефект, але відрізняються ступенем впливу на організм

(вітомери A_1 і A_2 , вітомери D , D_1 , D_2 , D_3 , D_7 та інші)

Вітаміноїди (вітаміноподібні речовини) необхідні для життєдіяльності організму, як правило, у великій кількості (*вітамін F, холін, пангамова і ліпоєва кислоти, вітамін U, карнітин*)

Провітаміни – структурні біологічні неактивні попередники вітамінів (не утворюють коферментних форм) і перетворюються у вітаміни в організмі

***β-каротин** – провітамін А,
нікотин* – провітамін РР,
***ергостерол, 7-дегідрохолестерол** –
провітаміни D*

Антивітаміни – речовини різної хімічної природи, які обмежують використання вітамінів в організмі і приводять до псевдовітамінної недостатності:

- Є структурними аналогами вітамінів і діють за принципом конкурентної взаємодії з ферментами (метотрексат, сульфаніламід – антивітаміни B_c ; ізоніазид, фтивазид, салюзид – антивітаміни B_6)
- Модифікують хімічну структуру вітамінів, гальмують їх всмоктування, транспорт, абсорбцію клітиною, приводить до прояву гіповітамінозу (етиловий спирт, барбітурати, фенітоїн, дифенін)

Класифікація вітамінів

1. По розчинності у воді і ліпідах (жирах):

- ✓ водорозчинні (гідрофільні) **B₁**, **B₂**, **B₃**, **B₅**, **B₆**, **H**, **C**, **P**, **PP**
- ✓ жиророзчинні (ліпофільні) **A**, **D**, **E**, **K** і вітаміноїд **F**

Водорозчинні вітаміни

1. Мають слабку здатність до кумуляції, що обмежує резистентність організму в умовах гіповітамінозу
2. У споживанні їх клітиною діє принцип *quantum satis*, інше екскретується у незмінному вигляді нирками, частково метаболізується в печінці і виводиться з ЖОВЧЮ

Жиророзчинні вітаміни

1. Обов'язково всмоктуються в кишечнику в комплексі з ліпідами
2. Транспортуються, як правило, хіломікронами і альбумінами плазми крові
3. Можуть депонуватися ліпоцитами печінки (клітини Іто)
4. Кумулюються в жировій тканині (при гіпервітамініозі)

Класифікація вітамінів

2. За їх біологічною дією (враховує патологію, яка виникає при конкретизованому гіповітамінозі):

| Емпірична назва і хімічна структура | Головний біологічний ефект |
|---|---|
| B_1 (тіамін), B_2 (рибофлавін), B_5 (пантотенова кислота), B_6 (піридоксин) | Антидерматитний |
| B_{12} (кобаламін), B_c (фолієва кислота, птероїлглутамат) | Антианемічний |
| C (аскорбінова кислота) | Антискорбутний |
| PP (ніацин) | Антипелагричний |
| P (флавоноїди) | Вітамін проникності (зміцнює стінку судин) |

Класифікація вітамінів

2. За їх біологічною дією (враховує патологію, яка виникає при конкретизованому гіповітамінозі:

| Емпірична назва і хімічна структура | Головний біологічний ефект |
|-------------------------------------|--|
| А (ретинол) | Антиксерофтальмічний, вітамін росту |
| К (філохінон) | Антигеморагічний |
| Е (α-токоферол) | Антистерильний |
| Д (кальциферол) | Антирахітичний |

Класифікація вітамінів

3. За особливостями хімічного складу:

- ✓ вітаміни аліфатичного ряду **C**, **B₁₅** та інші.
- ✓ вітаміни аліцикличного ряду **A**, **D** та інші.
- ✓ вітаміни ароматичного ряду **K**, **P** та інші.
- ✓ вітаміни гетероцикличного ряду **B₁**, **B₂**, **PP** та інші.

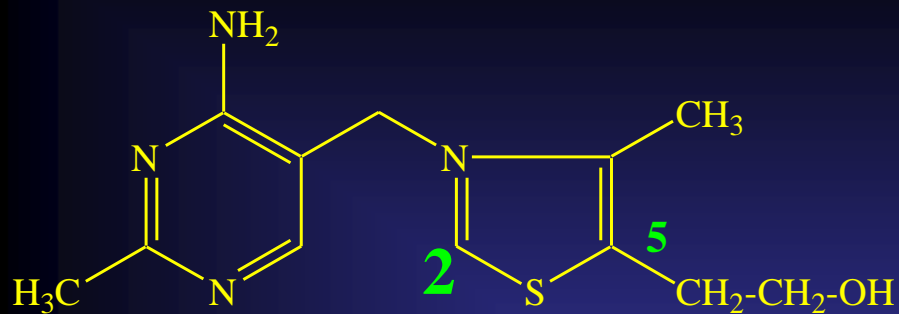
Класифікація вітамінів

4. За фармакодинамічними характеристиками (переважному молекулярному механізму дії):

- ✓ **коферментні** вітаміни – водорозчинні вітаміни, що використовуються для синтезу коферментів, які входять у склад ключових ензимів основних метаболічних шляхів
- ✓ **редокс**-вітаміни – природні антиоксиданти, які інактивують активні форми повністю і ліпоперекиси, що захищають біомембрани і клітинні структури від токсичних продуктів перекисного окислення (при оксидативному стресі)
- ✓ **гормоно**вітаміни – вітаміни, які після певних структурних модифікацій проникають в каріоплазму з впливом на експресію генів



Джеймс Лінд (1716-1794),
“Трактат про цингу”, 1753 р.



2-активний центр

Вітамін В₁ (тиамін)

добова потреба - 1,5-2 мг

Житній хліб

Крупа (гречана, вівсяна)

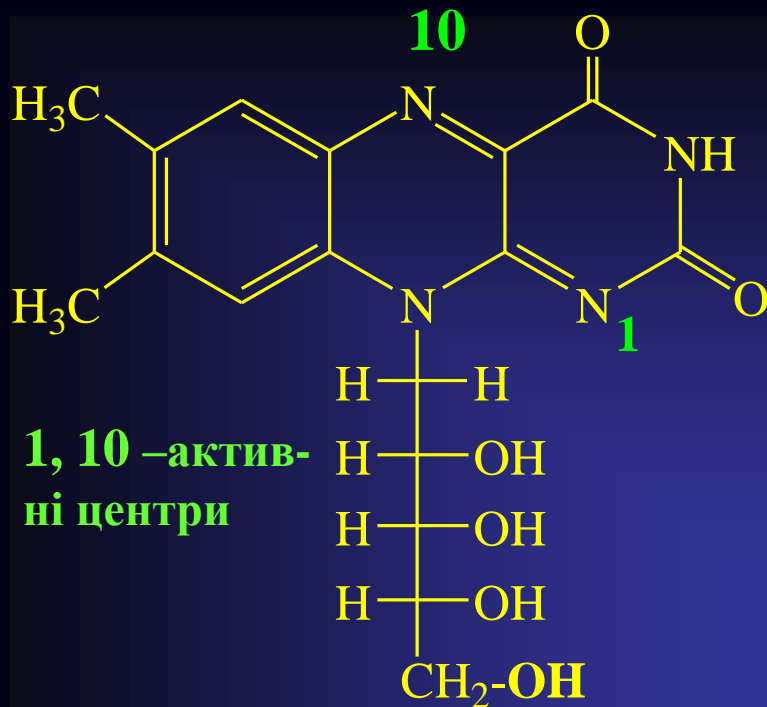
Пивні дріжджі

Перехід в коферментну форму:



ТПФ є коферментом наступних ензимів

- ✓ піруватдегідрогенази
- ✓ α-кетоглутаратдегідрогенази
- ✓ транскетолази



Вітамін В₂ (рибофлавін)

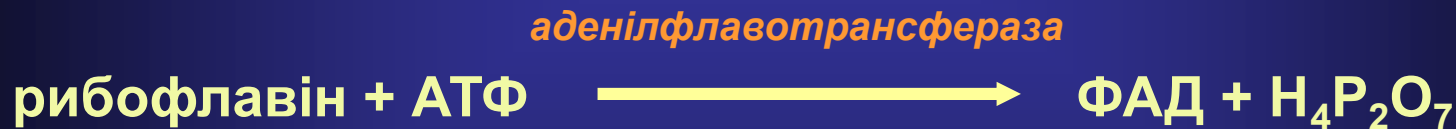
добова потреба - 2-2,5 мг

Яйця

Печінка, м'ясо

Сир, молоко

Гречана крупа

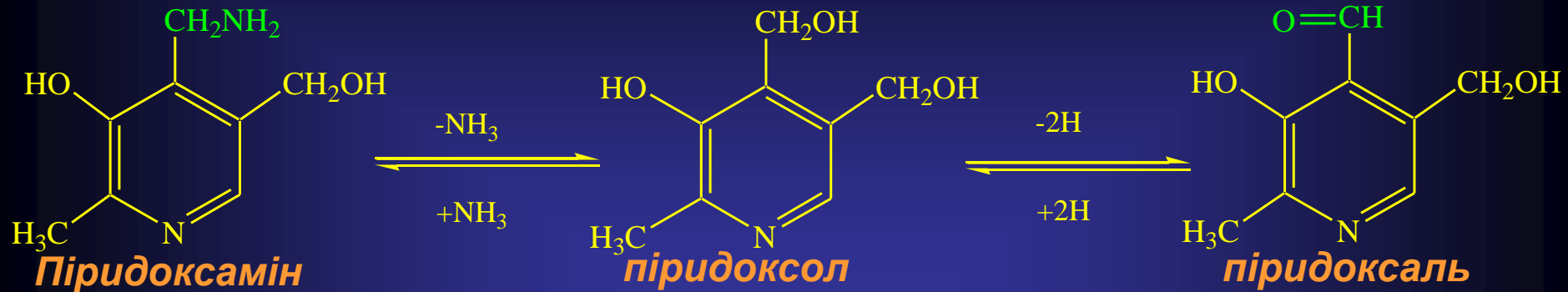


ФМН – кофермент у складі дихального ланцюга.

ФАД – кофермент сукцинатдегідрогенази, оксидаз вищих жирних кислот, ксантина, ксенобіотиків, гліцерол-3-фосфатдегідрогенази та інших.

Вітамін В₆ (піридоксин)

добова потреба - 2-3 мг



4-активний центр

Хліб, картопля

М'ясо

Синтезується мікрофлорою
кишечника

Коферментна форма – піридоксаль-5-фосфат приймає
участь в роботі ферментів:

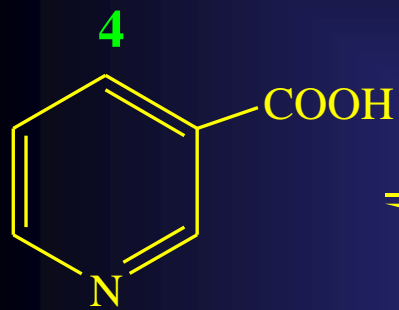
- ✓ Амінотрансфераз (трансамінування α -амінокислот)
- ✓ Аміноацилдекарбоксилаз (синтез біогенних амінів)
- ✓ Кінуренінази (синтез нікотинової кислоти)
- ✓ δ -амінолевілінатсинтаза (синтез порфіринів)

Вітамін В₃, РР (ніацин),

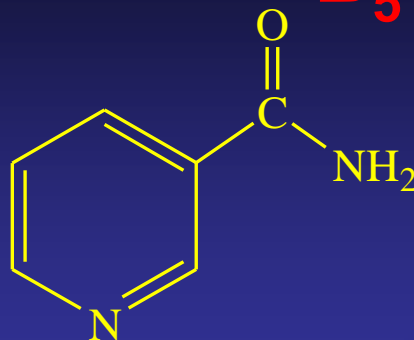
В₅ – невірно

**добова потреба
- 15-25 мг**

4 – активний центр



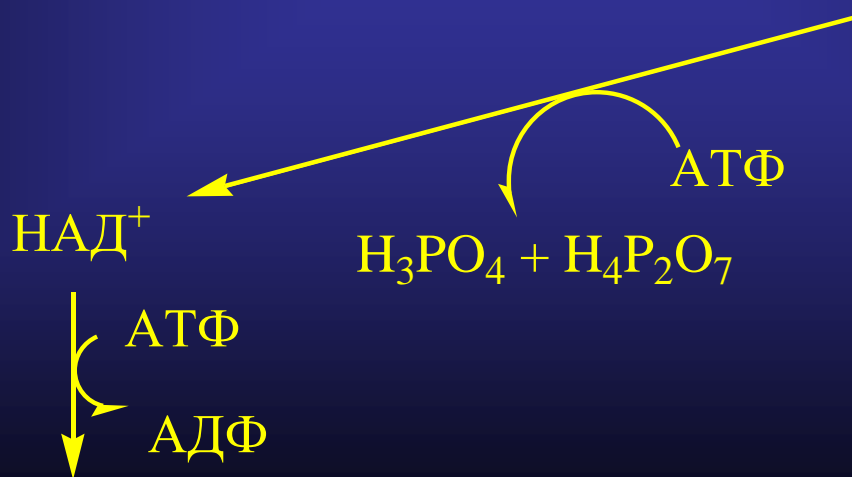
нікотинова кислота



нікотинамід

**Хліб, крупи
овочі, м'ясо**

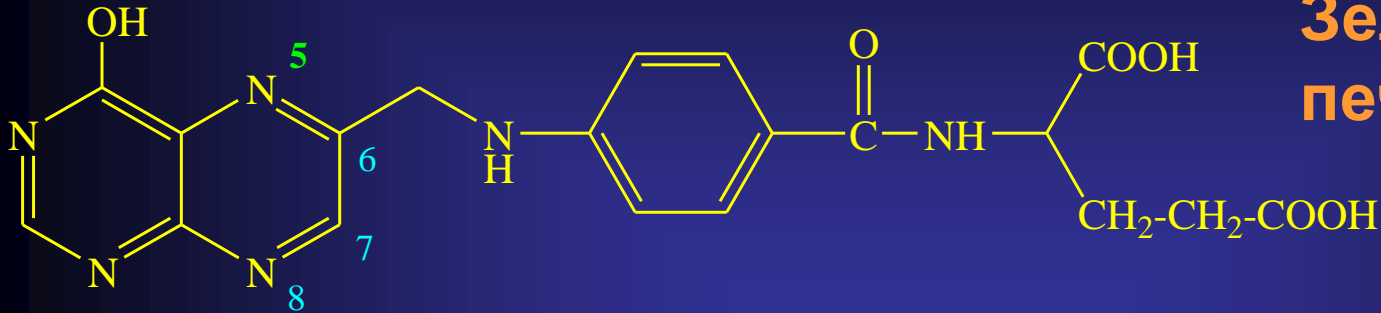
Перехід в коферментну форму:



**НАД⁺ у складі
катаболітичних
ферментних
комплексів,
а НАДФ⁺ - у склад
анаболічних
метаболонів**

НАДФ⁺ (фосфатная группа в 3'-положении)

5 –активний центр



Вітамін В₉ (фолієва кислота)

добова потреба - 200-400 мкг

Зелене листя,
печінка, дріжджі

Перехід в коферментну форму:

Фолієва кислота



ТГФК

2НАДФН * Н⁺

2НАДФ⁺

ТГФК приймає участь у наступних метаболічних процесах:

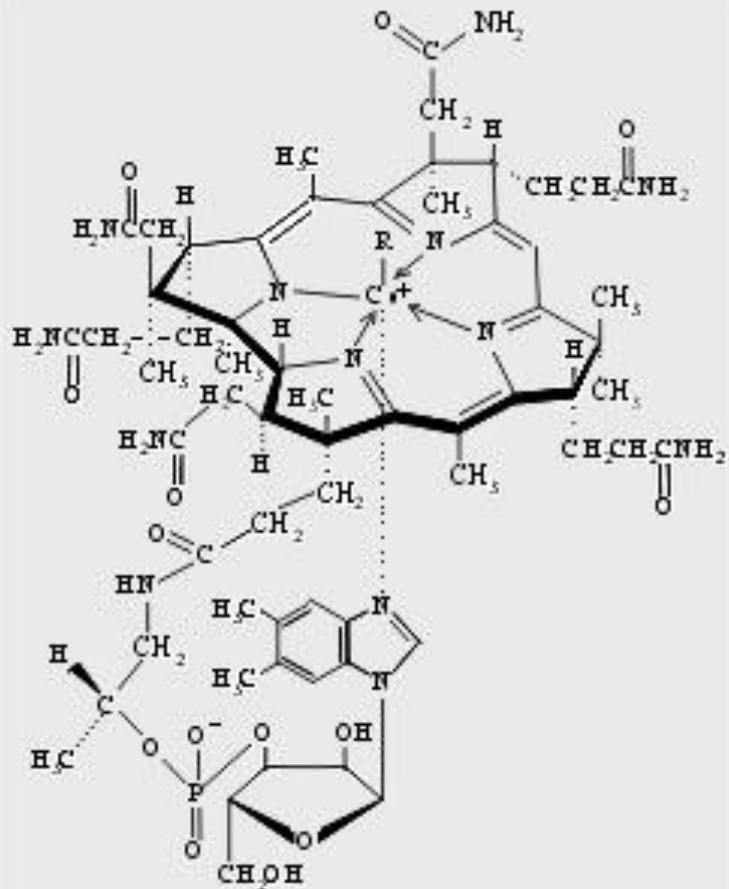
1. катаболізм і синтез ряду амінокислот
2. біосинтез пуринових основ
3. біосинтез тимідилових нуклеотидів

Вітамін В₁₂ (кобаламіни) зовнішній фактор Касла

добова потреба - 2-5 мкг

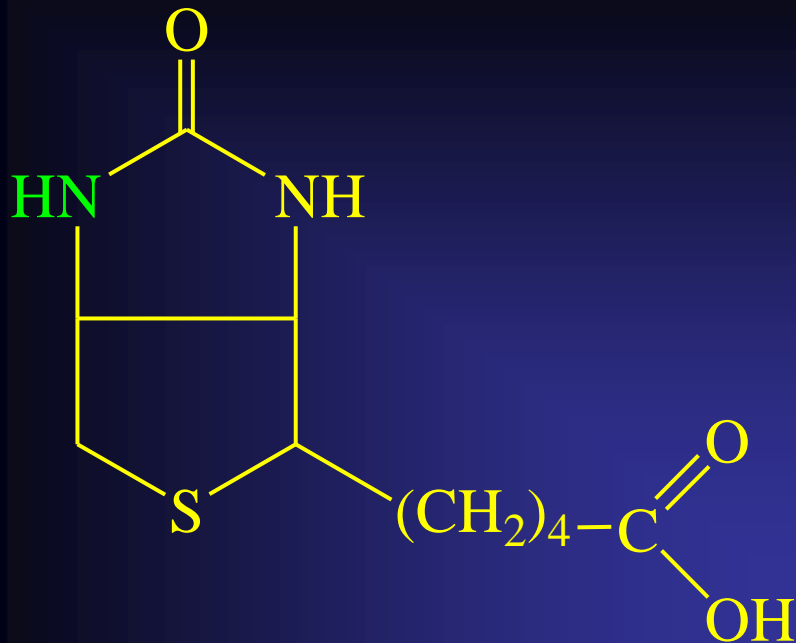
Печінка

Синтезується мікрофлорою
кишечника



Має 2 активні коферментні форми:

- ✓ метилкобаламін (синтез донатора метильних груп L-метионіна із L-гомоцистеїна)
- ✓ Аденозилкобаламін (утилізація пропіоната при β-окисленні жирних кислот)



NH-активний центр

Вітамін Н, В₇ (біотин)

добова потреба - 150-300 мкг

В більшості продуктах рослинного та тваринного походження; Синтезується мікрофлорою кишечника

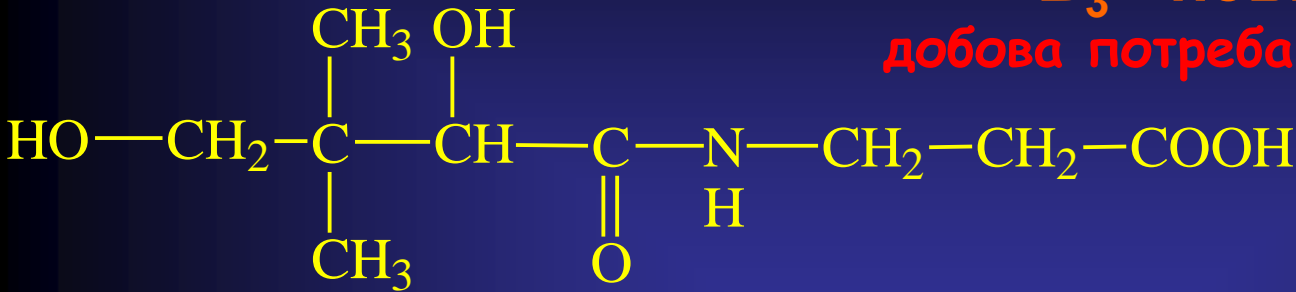
Приймає участь у наступних біохімічних реакціях карбоксилювання:

- ✓ біосинтез вищих жирних кислот
- ✓ перетворення пірувата в оксалоацетат в ході глюконеогенеза
- ✓ при біосинтезі пуринових нуклеотидів

Вітамін В₅ (пантотенова кислота),

В₃ - невірно

добова потреба - 5-10 мг



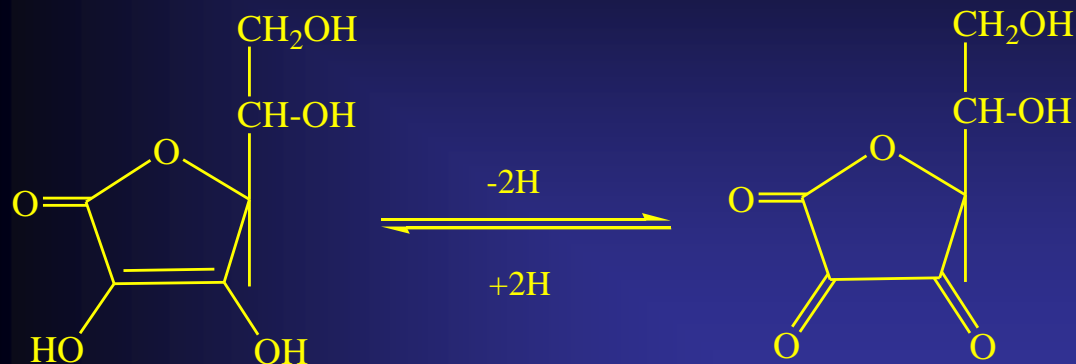
В більшості продуктах
рослинного та тваринного
походження (мука злакових, яйця,
молоко)

Використовується для:

✓ синтезу коензиму А (КоА-SH) – коферменту ацилювання в реакціях метаболізму вуглеводів, окислення і синтезу жирних кислот, обміну амінокислот, біосинтезу стероїдів, процесів детоксикації і т. д.

Вітамін С (аскорбінова кислота)

добова потреба - 50-70 мг



L-аскорбінова кислота

L-дегідроаскорбінова кислота

У свіжих
продуктах
рослинного
походження

1. Коферментна функція

Участь в біосинтезі гідроксилізіну, 4-гідроксипроліну, колагену, катехоламінів (дофаміну, адреналіну, норадреналіну), серотоніну, стероїдів та інших.

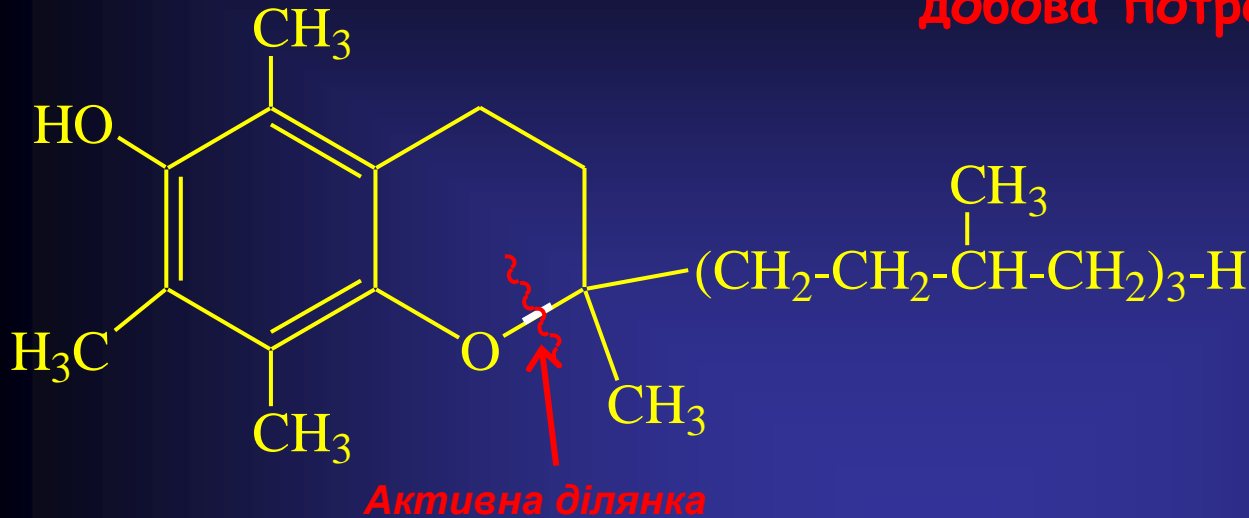
2. Антиоксидантна функція

Редукція йонів Fe³⁺, акцепція активних форм кисню, азоту, карбону

3. Фактор всмоктування заліза в ШКТ

Вітамін Е (токоферол)

добова потреба - 10-20 мг



Рослинні олії
(соняшникова,
кукурудзяна,
рапсова,
оливкова)
Свіжі овочі

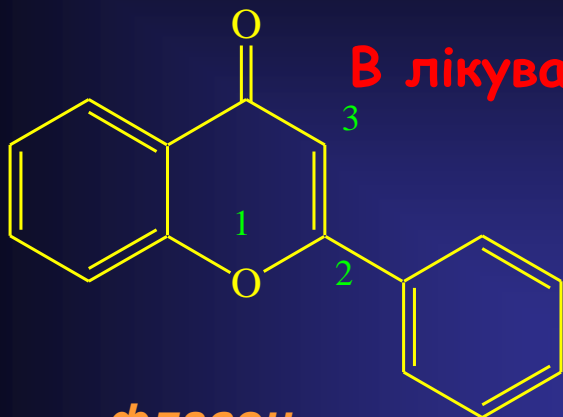
Основні ефекти:

- ✓ антирадикальний (пастка вільних радикалів)
- ✓ антиперекисний (гаситель ліпопероксидів)
- ✓ мембраностабілізуючий

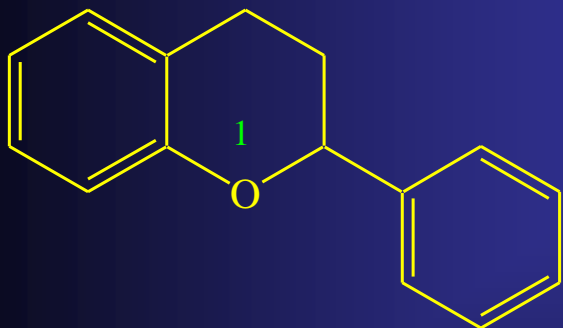
Вітаміни групи Р (кверцетин, рутин, гесперидин, катехін)

добова потреба – не встановлена

В лікувальних цілях 100-200 мг (у вигляді рутина)



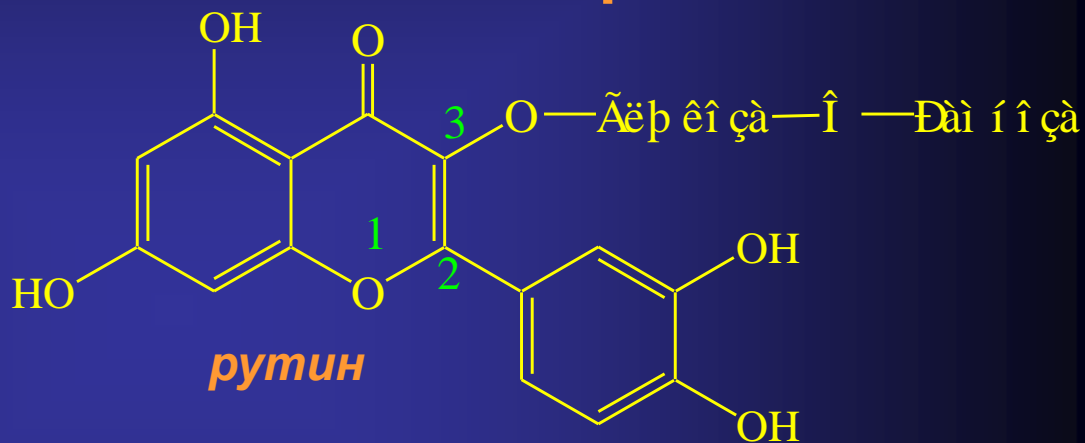
флаван



флаван

1, 2, 3–активні центри

Жовті пігменти рослин



рутин

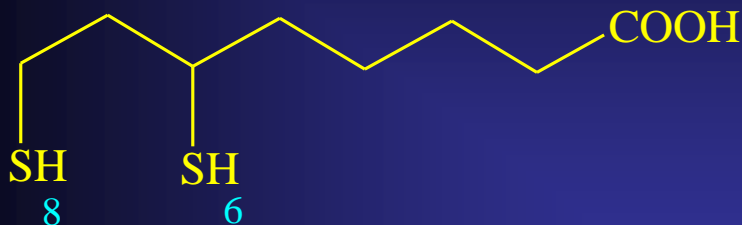
Біологічні ефекти:

- 1) зміцнення судинної стінки мікроциркуляторного русла;
- 2) антиоксидант (зберігає тканинне депо вітамінів С і Е)

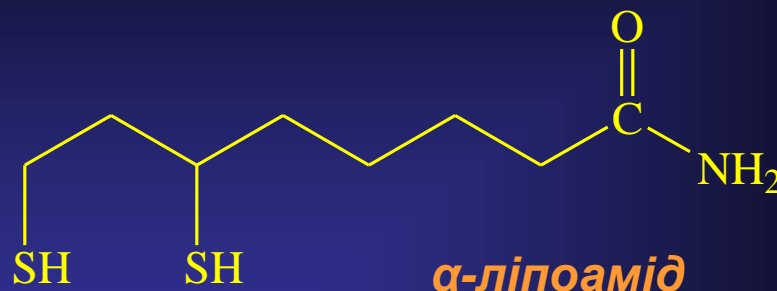
Головний молекулярний механізм дії не встановлений

Ліпоєва (тіоктова) кислота (вітаміноїд)

6, 8–активні центри



α-ліпоєва кислота



Печінка, нирки,
серце тварин
Молоко, рис, капуста

Основні ефекти:

- ✓ коферментний (у складі дигідроліпоїлдегідрогенази, дигідроліпоїлтрансацетилази при окислювальному декарбоксілюванні пірувата і α-кетоглутарата)
- ✓ антиоксидантний (економить тканинне депо аскорбінової кислоти і α-токоферола)
- ✓ детоксикаційний (зв'язує солі важких металів)

Вітамін А (ретинол)

добова потреба - 1,5-2,5 мг



Джерела вітаміну А -
продукти тваринного
походження

Джерела провітаміну А (β-
каротина) -
тільки продукти рослин-
ного походження

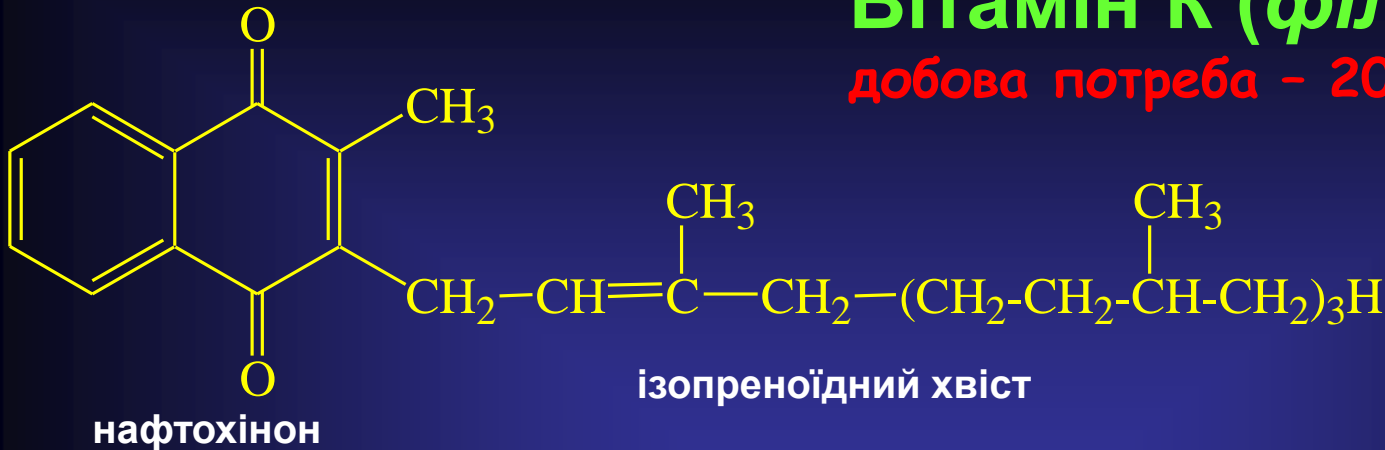
Активні форми

1. **Ретиналь** – бере участь у сприйнятті світла палочками сітківки при сутінковому зорі. Зв'язаний з родопсином.
2. **Ретиноєва кислота** (Третиноїн) проявляє наступні ефекти
 - ✓ регулює закладку органів в ембріогенезі
 - ✓ є фактором росту камбіальних клітин
 - ✓ потужний канцероген
 - ✓ регулює синтез глікопротеїнів у складі слизу

Ретиноєва кислота діє як гормон, контролюючи експресію генів у клітинному ядрі.

Вітамін К (філохінон)

добова потреба - 200-300 мкг



Капуста
Помідори
Салат
Люцерна

Механізм дії:

- ✓ є компонентом ферментативної системи в клітинах печінки, яка приймає участь в γ -карбоксилюванні залишків глутамінової кислоти в профакторах згортання крові

Біологічний ефект:

- ✓ Бере участь в біосинтезі II, VII, IX, X факторів згортання системи крові



Холекальциферол (D₃)

Вітамін D (кальциферол)

добова потреба - 2,5-10 мкг

продукти тваринного походження: вершкове масло, жовток, яйця, печінка, риб'ячий жир

Біосинтез кальцитріола:

1. утворення холекальциферолу із 7-дегідрохолестеролу у шкірі під дією УФ-випромінювання зони В (280-320 нм)
2. транспорт з альбумінами в печінку
3. 25-гідроксилування монооксигеназою (цитохром Р-450) у печінці
4. транспорт з альбумінами в нирки
5. 1-гідроксилування в ниркових канальцях – утворюється гормон *кальцитріол*

Біологічний ефект:

- ✓ Стимулює експресію генів, відповідальних за синтез кальцій-зв'язуючих білків в кишечнику (всмоктування кальція) і ниркових канальців (реабсорбція кальція)

| Гіпо-віта-міноз | Захво-руван-ня | Біохімічна етіологія | Клінічні прояви | Корекція з біохімічної точки зору |
|-----------------------|------------------------------------|---|--|--|
| B_c | B _c -дефі-цитна анемія | <ol style="list-style-type: none"> 1) Аліментарна недостатність 2) Мальабсорбція у алкоголіків 3) Ятрогенні причини (споживання сульфаніламідів, метотрексата) 4) Лейкози | <ul style="list-style-type: none"> – Гіперхромна мегалоцитарна анемія; – Тромбоцитопенія, лейкопенія; – Ерозії на слизових оболонках ШКТ; – Гунтерівський глосит (красний лакований язик) | Препарати фолієвої кислоти парентерально |
| B₁₂ | B ₁₂ -дефі-цитна анемія | <ol style="list-style-type: none"> 1) Дефіцит синтезу внутрішнього фактора Касла при гастриті типу А, резекції шлунка, раку шлунка 2) Гельмінтозах (лентець широкий) | <ul style="list-style-type: none"> – Поліневрит за рахунок накопичення пропіонової і метилмалонової кислот в нервових волокнах; – Гіперхромна мегалобластна анемія, лейкопенія; – Виразково-некротичний синдром | Парентераль-не введення препаратів B ₁₂ |

| Гіпо-віта-міноз | Захво-рювання | Біохімічна етіологія | Клінічні прояви | Корекція з біохімічної точки зору |
|-----------------|------------------------------------|---|--|---|
| D | Рахіт | <ol style="list-style-type: none"> 1) Аліментарна недостатність 2) Недостатня інсоляція (сонячне опромінення) 3) Недоношеність | <ul style="list-style-type: none"> –Порушення остеогенеза (утворення кісткової тканини); –Гіпокальциемія; –Полінейропатія; –М'язова атонія | Водорозчинні і жиророзчинні препарати вітаміну D per os + препарати кальція + інсоляція в зоні В (УФ) |
| K | Геморагічна хвороба новонароджених | <ol style="list-style-type: none"> 1) Недоношеність 2) Кровотеча | Кровоточивість з крововиливами у шкіру, під слизові оболонки, внутрішні органи | Вікасол при необхідності |



**ДЯКУЮ
ЗА
УВАГУ!**