

# Лекція. Біохімія харчування.

## Вітаміни



**Нутрієнти – поживні речовини  
джерела пластичного матеріалу та  
енергії, каталізаторів**

**Макронутрієнти**

**Білки  
80-100 г/добу**

**Жири  
80-100 г/добу**

**Вуглеводи  
400-500 г/добу**

**Мікронутрієнти  
(< 1г за добу)**

**Вітаміни (мкг, мг /добу)**

**Мінеральні речовини**

1:1:4



# Вітаміни – есенціальні мікронутрієнти

низькомолекулярні органічні сполуки, що надходять в організм ззовні в невеликих кількостях (мкг, мг) і **абсолютно необхідні** для нормальної життєдіяльності

- ☹️ каталізатори, гормони, спеціалізовані функції
- ☹️ не є джерелом пластичного матеріалу та енергії !!!
- ☹️ недостатність вітамінів викликає захворювання!!!



вітамін

аскорбінова  
кислота

метаболіт



# Казимир Функ



Kazimierz Funk  
1884-1967  
польський біохімік  
з 1915 р.  
працював у США

- 1912 р. – створив терміни «**вітамін**» (амін життя) та авітаміноз
- 1936 р. – виділив **вітамін B<sub>1</sub>** – **тіамін** із висівок, розшифрував структуру, розробив метод синтезу



# Класифікація вітамінів

Водорозчинні

Вітаміни групи В,  
Вітаміни С, Р

Жиророзчинні

Вітаміни А, D, Е, К

# Номенклатура вітамінів

Тривіальна

А, С, РР, В<sub>1</sub> .....

Хімічна

Тіамін .....

Медична

Антиневритний ...

# Основні поняття вітамінології

## Вітамінна недостатність:



**Авітаміноз** – захворювання, що виникає за глибокої недостатності вітаміну в організмі. Має характерні клінічні прояви - цинга / **C**, бері-бері / **B<sub>1</sub>**, пелагра / **PP**, рахіт / **D**

**Гіповітаміноз** – стан, що виникає при помірній нестачі вітаміну в організмі і має невиразні клінічні прояви



**Полігіповітаміноз** – стан, що виникає при одночасній нестачі кількох вітамінів

**Гіпервітаміноз** – стан, що виникає при надмірному надходженні вітаміну в організм

- гострий (інтоксикація)
- хронічний (А, D)

**Антивітаміни** – речовини, що викликають втрату біологічної активності вітамінів в організмі

**Структурні аналоги вітамінів:**

- сульфаніламід / *ПАБК, B<sub>9</sub>*
- ізоніазид / *B<sub>6</sub>, PP*
- метотрексат / *B<sub>9</sub>*
- кумарини / *K*
- окситіамін / *B<sub>1</sub>*

**Інгібітори**

**всмоктування та транспорту вітамінів**

- тіаміназа / *B<sub>1</sub>*
- авідин / *біотин (H)*



# Провітаміни

- бета-каротин / **A**
- триптофан / **PP**
- холестерол / **D<sub>3</sub>**

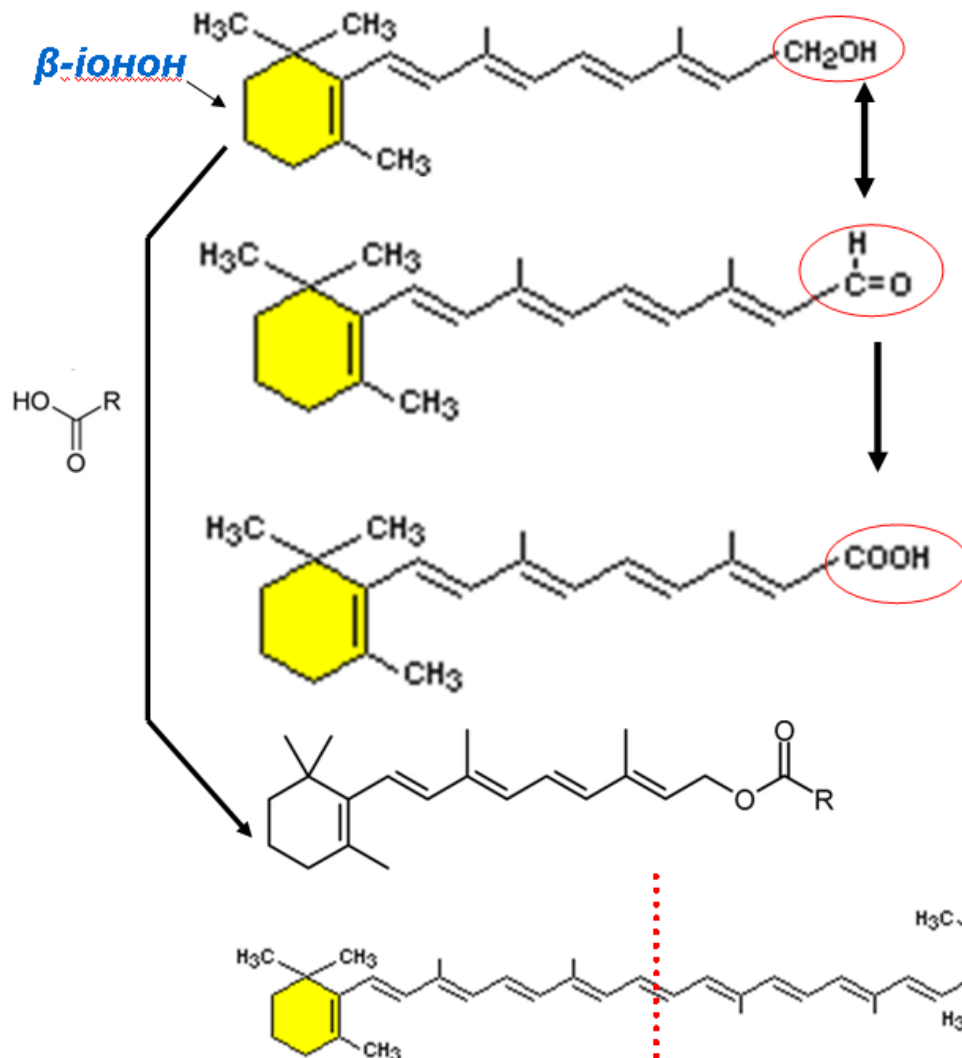


**Вітамери** – різні форми вітаміну  
( $A_1$ ,  $A_2$ )

# Жиророзчинні вітаміни А, D, Е, К

- ◆ Всмоктування - з **жовчними кислотами (жовч)**
- ◆ Транспорт - з хіломікронами
- ◆ Депо - печінка, адипоцити
- ◆ Мають гормональні форми
- ◆ Антиоксиданти
- ◆ Входять до складу біомембран

# Вітамін А – ретинол, вітамін росту, антиксерофтальмічний



**Ретинол (A1)**

Дегідроретинол (A2)

**Ретиналь**

**Ретиноєва  
кислота**

**Естери ретинолу  
(депо вит.А)**

**$\beta$ -каротин**

*β*-каротин



*АлкогольДГ*

Ретинол



Ретиналь

НАД, ФАД



Ретиноєвая

кислота

НАД<sup>+</sup>

НАДН



**Кофермент**



**Фоторецепція**



**Гормональна  
форма**

**глікозилтрансфераз**

КОМПОНЕНТ  
родопсину  
йодопсину

Через ядерні  
рецептори ДНК  
(RAR)

синтез

глікопротеїнів,  
хондроїтинсульфатів  
імуноглобулінів

регулює  
диференціацію та  
проліферацію  
епітелію, статевих  
клітин, морфогенез

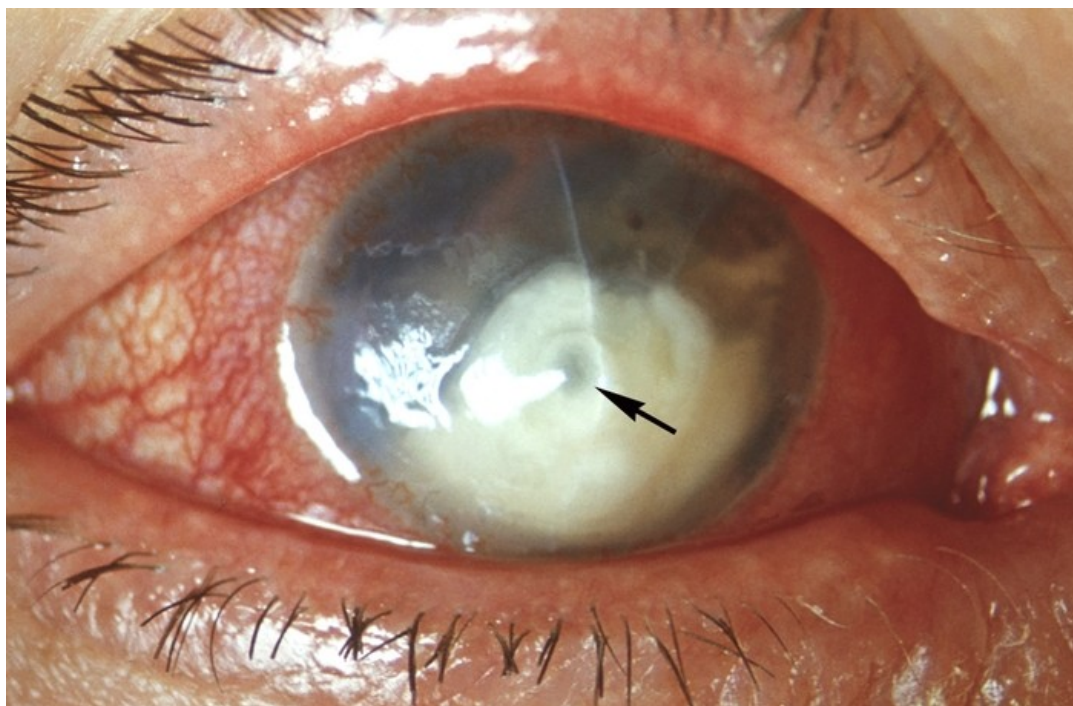
**Антиоксидант**

# Ретинол – антиксерофтальмічна дія

**Недостатність ретинолу**

**Ксерофтальмія**

**Кератомаліяція**

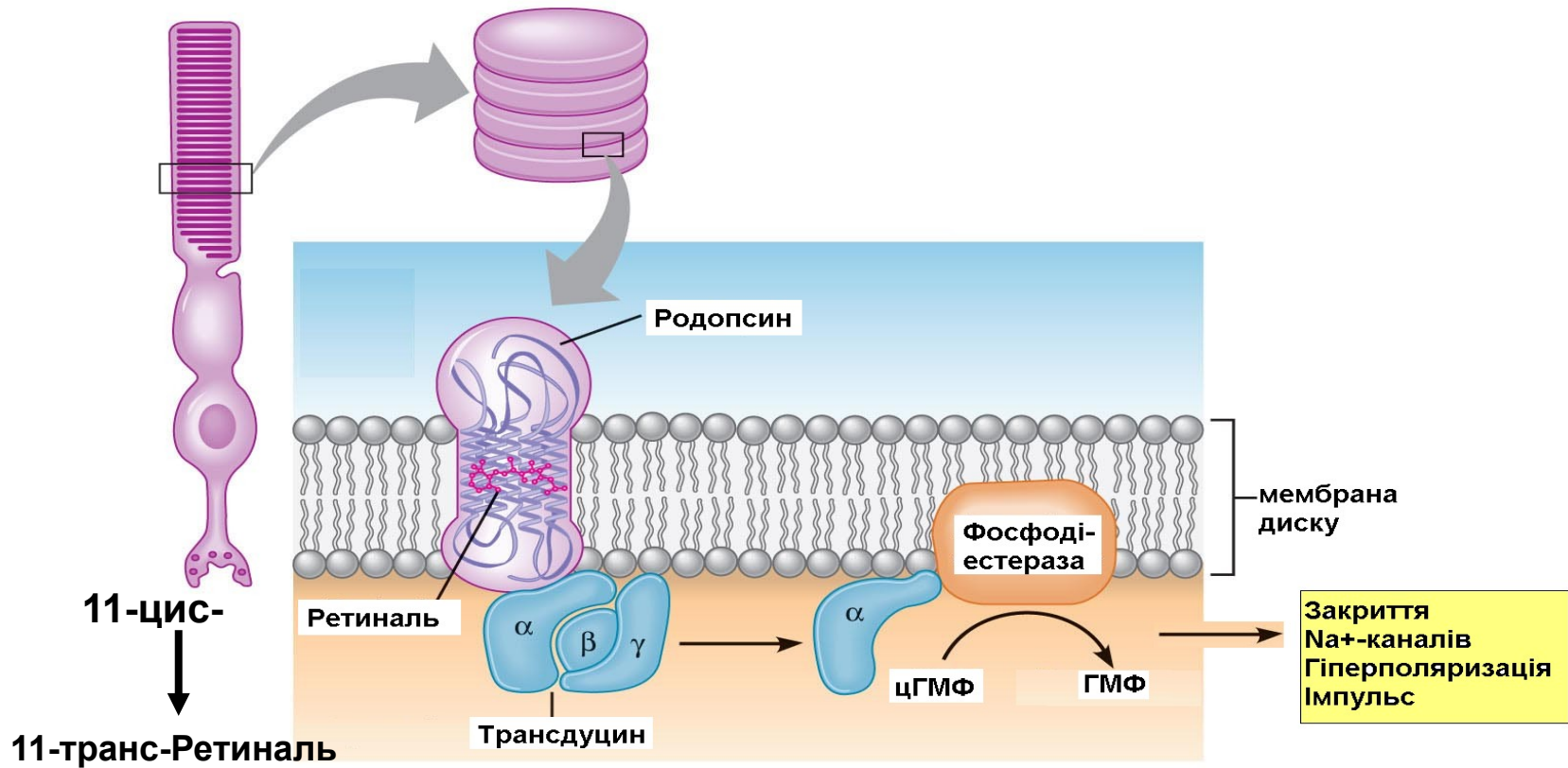


**Ксеростомія**



# Ретиналь – зорова функція (фоторецепція, сутінкове бачення)

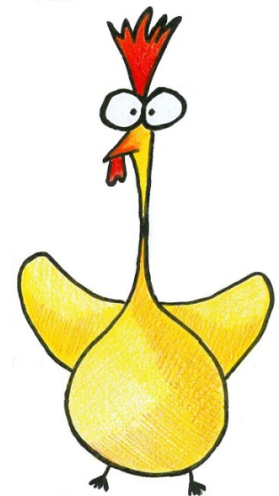




© 2011 Pearson Education, Inc.

## Недостатність: Гемералопія

– порушення сутінкового зору,  
«куряча сліпота»





# Ретиноєва кислота

**Недостатність:**  
кератинізація,  
затримка росту



**Гіпервітаміноз А:**  
гіперкератоз, запалення очей,  
болі в суглобах, випадіння  
волосся





# Харчові джерела віт. А

**Тільки продукти тваринного походження!!!**

- ✓ печінка, м'ясо, жовток
- ✓ риб'яча олія
- ✓ сир, молоко

**Каротиноїди – овочі та фрукти**

**Добова потреба – 1 мг**  
**В медицині – ретинолу пальмітат**



Vitamin **D**

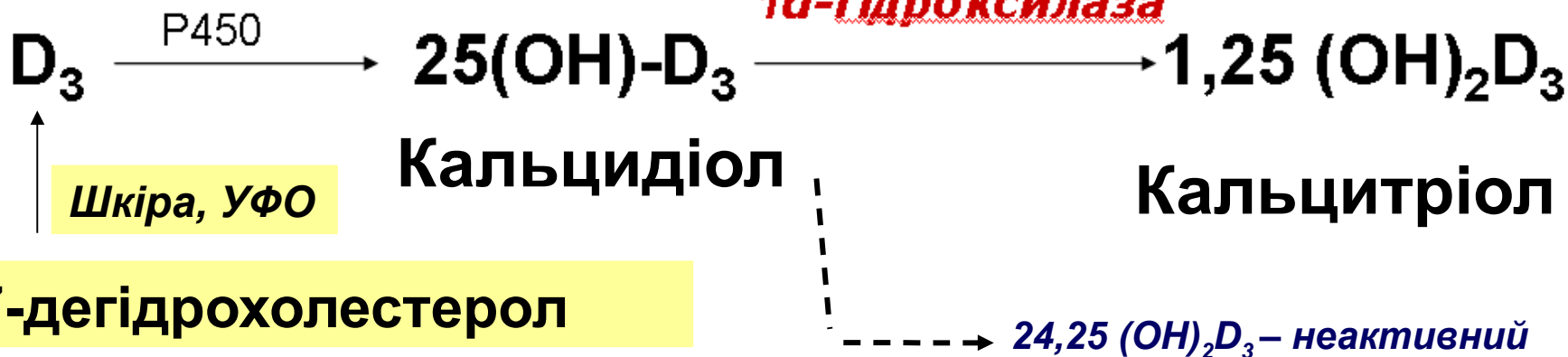


**D<sub>3</sub> – Холекальциферол**

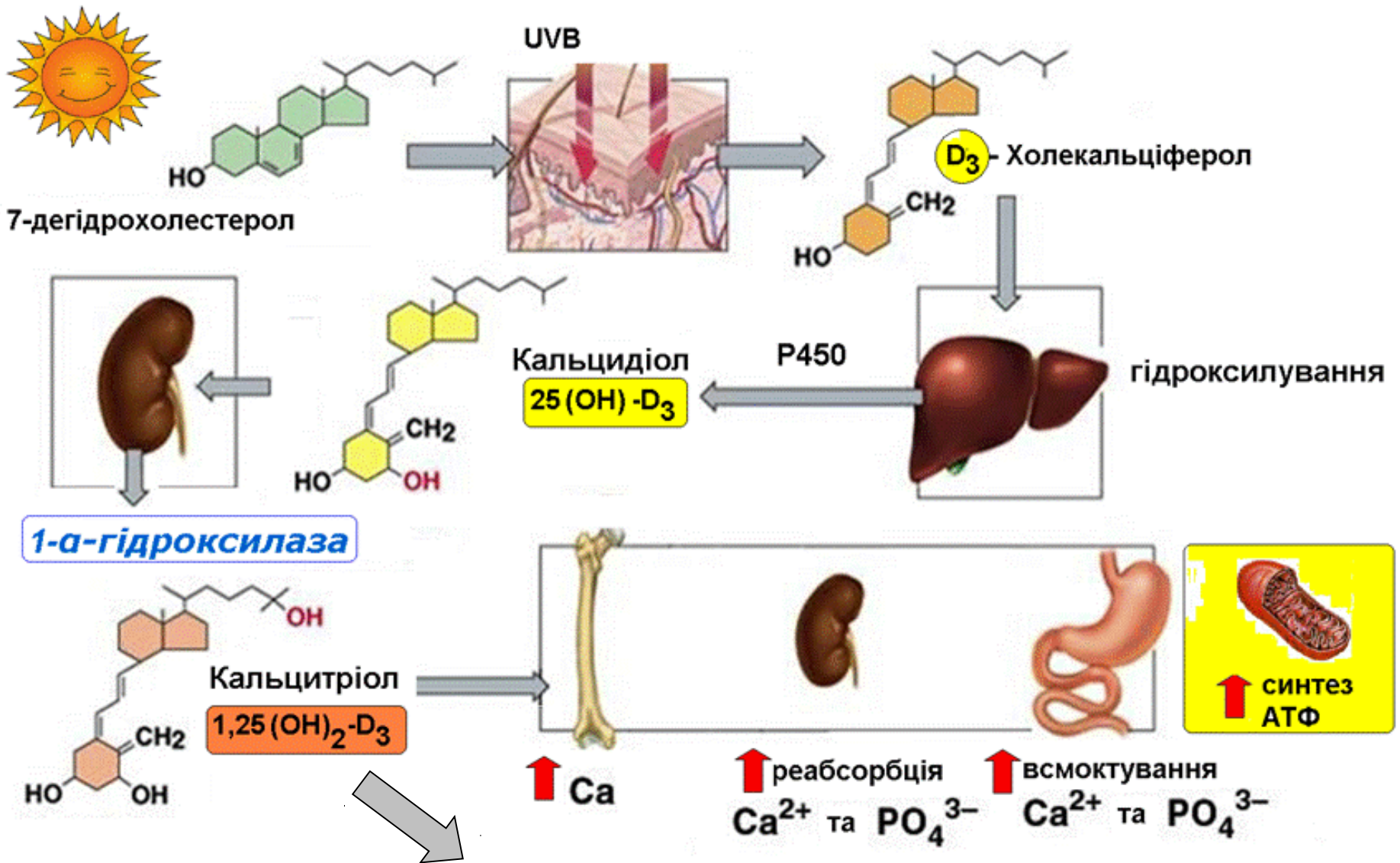
**D<sub>2</sub> - Ергокальциферол**

печінка

нирки



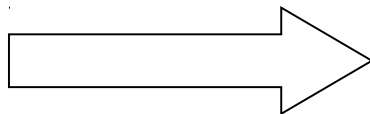
**Кальцитріол** – активна форма віт. D ,  
гормон, що регулює обмін кальцію,  
синтезується в нирках!!!



- Активує синтез Ca-зв'язуючих білків на рівні транскрипції
- Регулює АТ, секрецію інсуліну, імунітет, роботу м'язів, розвиток мозку

**Недостатність**

**віт. D<sub>3</sub>: рахіт**



**остеомалаяція,**

**остеопороз,**

**карієс,**

**гіпокальціємія,**

**гіпофосфатемія**

**Гіпервітаміноз**

**віт. D<sub>3</sub>: кальциноз,**

**гіперкальциємія,**

**гіперфосфатемія**



## Харчові джерела віт. D

- ✓ риб'ячий жир
- ✓ вершкове масло, молоко, сир
- ✓ яєчний жовток, печінка, гриби, дріжджі



## Добова потреба:

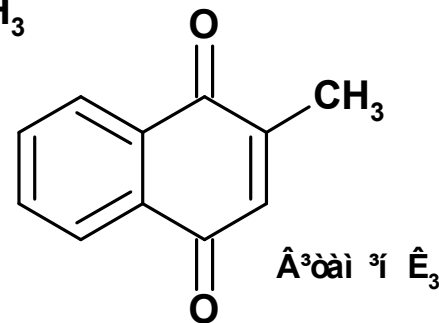
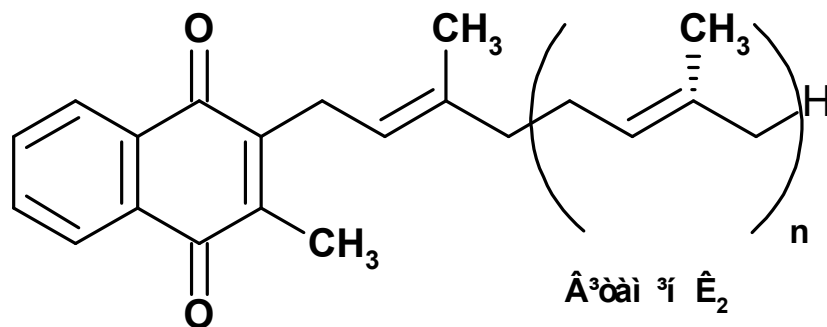
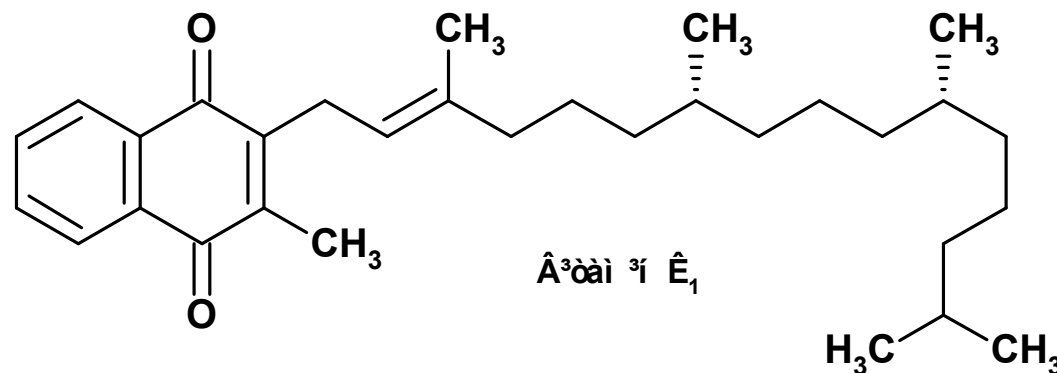
діти – 10 -25 мкг, дорослі – 2,5-10 мкг

**Віт. К** - нафтохінон, антигеморагічний

**К<sub>1</sub>** - філохінон

**К<sub>2</sub>** – менахінон

**К<sub>3</sub>** – вікасол (водорозчинний препарат)





# О.В. Палладін



1885–1972

- Видатний український біохімік, академік
- Синтезував **вікасол** - водорозчинне похідне вітаміну К



# Віт. К - кофермент $\gamma$ -глутаміл-карбоксилази

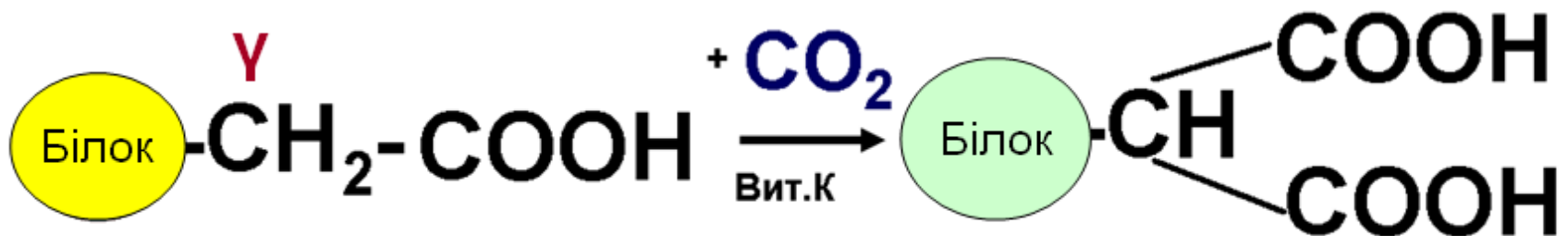
Карбоксилює глутамат в білках у

$\gamma$ -карбоксиглутамат (може зв'язувати  $\text{Ca}^{2+}$ )

Синтез:

☹ протромбіну (II), VII, IX, X факторів зсідання крові

☹ білків кісткової тканини - **остеокальцину**





## Недостатність віт. К:

- Геморагічний синдром – кровотечі з носу, ШКТ, підшкірні гематоми.
- Геморагічна хвороба новонароджених

**Вікасол** — при кровотечах



Причини:

- **Антивітаміни К:** кумарини (пелентан) – інгібітори [гама-глутамілкарбоксилази](#)
- ЖКХ, закупорка жовчних ходів
- прийом сульфаніламідів, антибіотиків

# Харчові джерела віт. К

- шпінат, брокколі, фрукти, корнеплоди
- синтез мікрофлорою кишечника

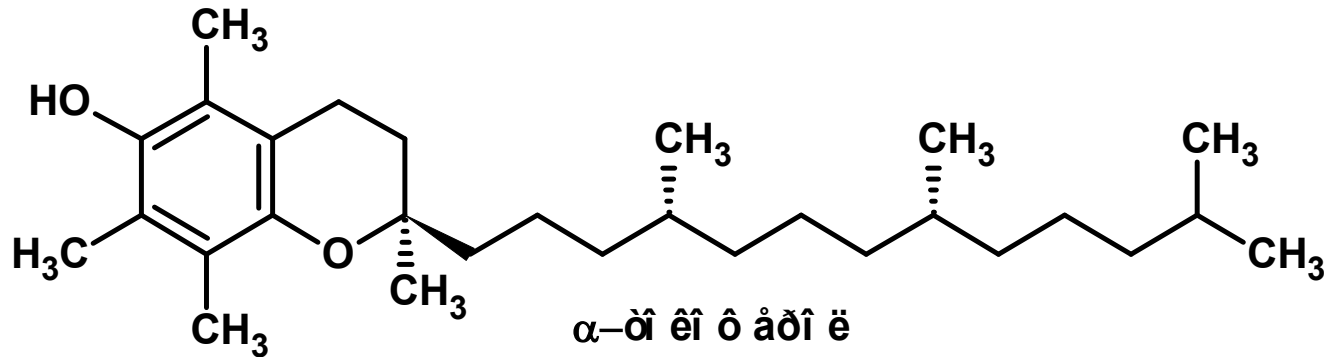
**Добова потреба: до 1 мг**

**Застосовують при кровотечах !!!**



# Вітамін Е – токоферол, вітамін розмноження, антистерильний

(грец. *tokos* – потомство, *phero* – несу).



## 1. Потужний антиоксидант:

- захист мембран від ПОЛ, цитопротектор, антигіпоксанти
- попереджує окиснення віт. А, SH-груп білків

## 2. Участь в синтезі КоQ, ненасичених жирних кислот

## Недостатність віт.Е

- гемоліз еритроцитів
- безпліддя (атрофія сім'яників у чоловіків та невиношування вагітності у жінок)
- м'язова дистрофія

### Харчові джерела:

рослинні олії, зелень,  
м'ясо, молоко

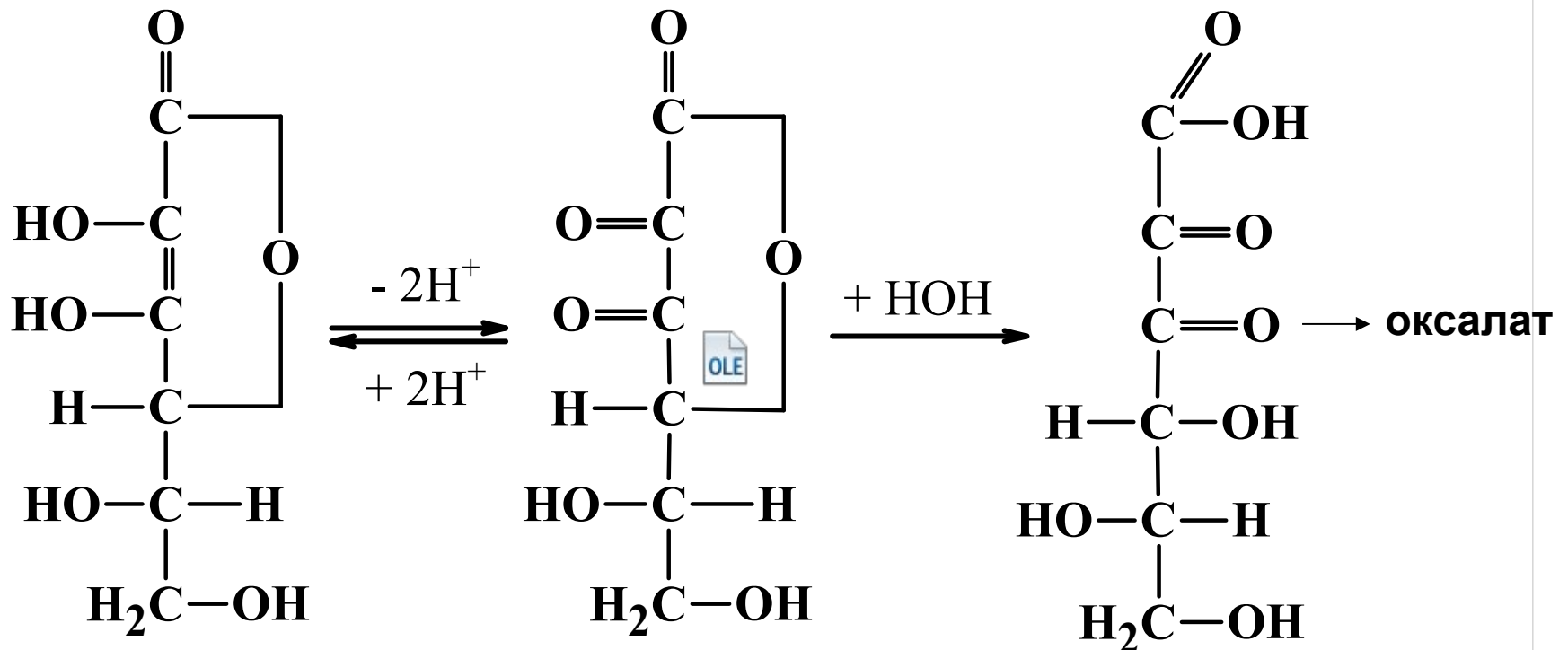
Добова потреба – 15 мг

**Аевіт = А+Е**



Витамин Е содержится в: кукурузе,  
орехах, листовых овощах, растительных  
маслах и пшеничных зародках

# Аскорбінова кислота (віт. С) - антискорбутний



L-аскорбінова кислота

Дегідроаскорбінова кислота

Оксалат

# Віт.С - кофермент гідроксилаз

## Реакції гідроксилування:

пролін → гідроксипролін

лізин → гідроксилизін

дофамін → норадреналін

віт. D<sub>3</sub> → кальцитріол

синтез стероїдів, карнітину

## Віт.С

- антиоксидант, “пастка вільних радикалів”
- антиканцероген (*гальмує утворення нітрозамінів*)
- вивільнення заліза з феритину ( $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ )
- донор електронів для цитохромоксидази
- підвищує імунітет

# Авітаміноз С - цинга (скорбут)

❖ зниження активності **проліл- та лізилгідроксилаз** → зменшення вмісту **оксипроліну та оксилізіну** → **порушення синтезу колагену**

Запалення ясен, випадіння зубів, точкові крововиливи (петехії), анемія



# Харчові джерела віт.С

- Цитрусові, смородина, шипшина
- Зелені овочі, картопля

**Добова потреба – 75-100 мг**



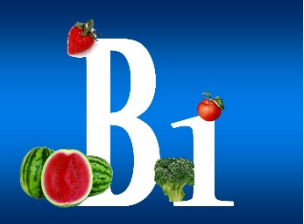
**Віт.Р** – рутин, вітамін проникності

- біофлавоноїди

- синергіст віт. С, інгібує

гіалуронідазу

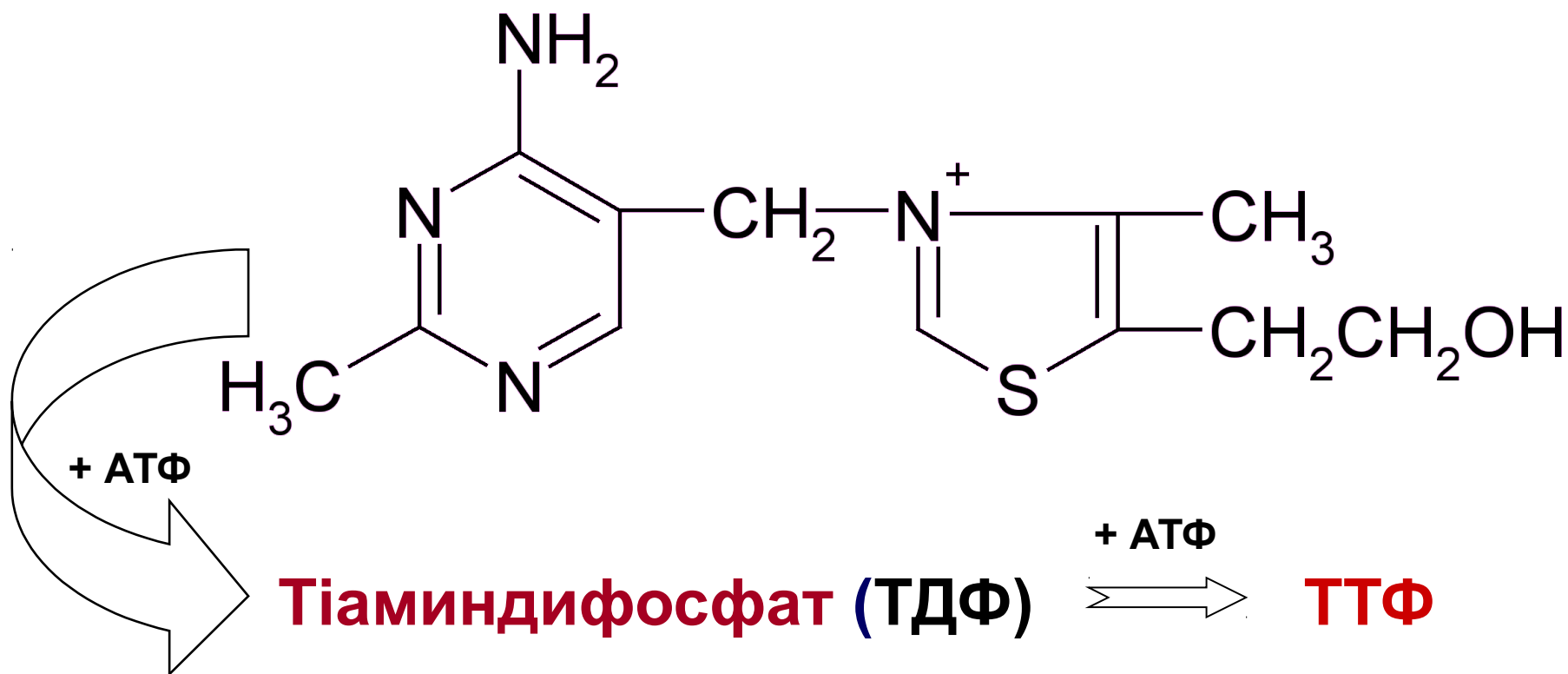




# Вітамін В<sub>1</sub> - Тіамін - антиневритний

піримідинове кільце

тіазолове кільце



## **ТДФ – кофермент:**

- ☹ ПДГ,  $\alpha$ -кетоглутаратДГ
- ☹ транскетолази (ПФШ)

**ТТФ** – компонент нервових клітин,  
нейромодулятор, макроерг

### **Недостатність віт. В<sub>1</sub>:**

- **↑ піруват в крові та сечі!!!**
- ацидоз

 порушення синтезу ацетилхоліну

 енергодефіцитний стан

# Авітаміноз В<sub>1</sub> –

“Бері-бері”

харчування полірованим  
рисом

- поліневрит, паралічі

- ураження серця,  
розлади ШКТ

При алкоголізмі – синдром  
Верніке (енцефалопатія) та  
Вейса (ураження серця)



# Харчові джерела тіаміну

- оболонка злаків (рис, жито)
- крупи, бобові, горіхи
- м'ясо, печінка
- пивні дріжджі

**Добова потреба – 1,5-2,0 мг**

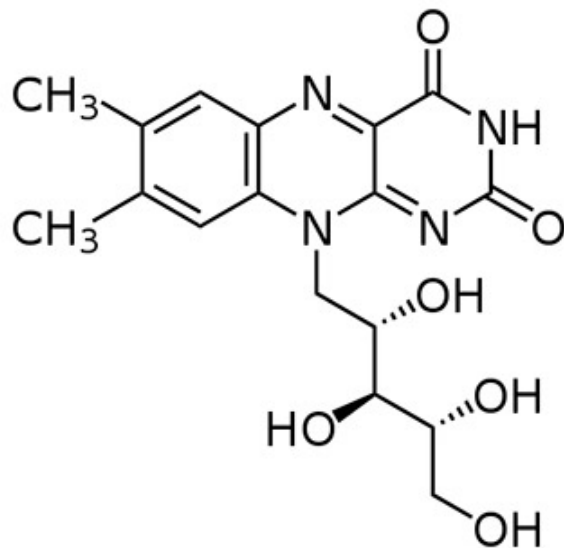
**В медицині – тіамін,  
кокарбоксілаза (ТДФ).**

**Викликає алергію!!!**

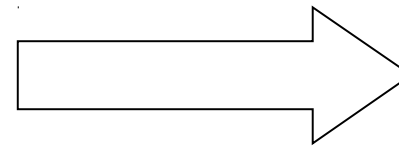




# Вітамін В<sub>2</sub> – Рибофлавін (вітамін росту)



+ АТФ



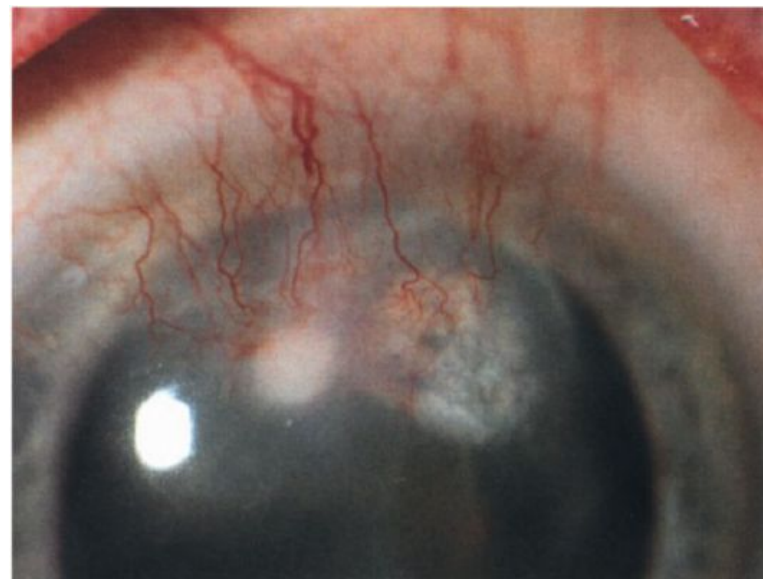
**ФМН**

**ФАД**

- ❖ ПДГ, α-кетоглутаратДГ
- ❖ ксантиноксидаза, МАО
- ❖ тканинне дихання

## Недостатність віт. В<sub>2</sub>:

- 📖 затримка росту
- 📖 **хейліт, глосіт**
- 📖 ангулярний стоматит
- 📖 кон'юнктивіти,  
васкуляризація рогівки



# Харчові джерела рибофлавіну

- молочні продукти
- яєчний жовток
- висівки, зародки пшениці
- томати, капуста, шпінат
- печінка
- пивні дріжджі



**Добова потреба – 2,0 -3,0 мг**

**В медицині – рибофлавін, флавінат (ФАД)**

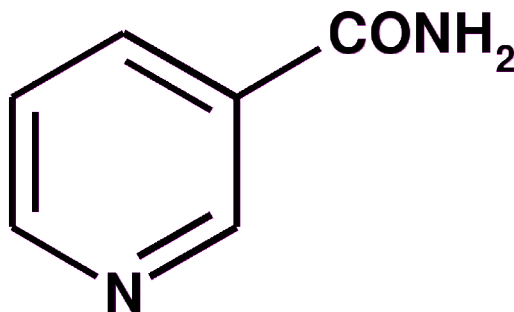




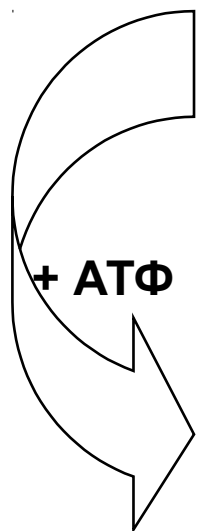
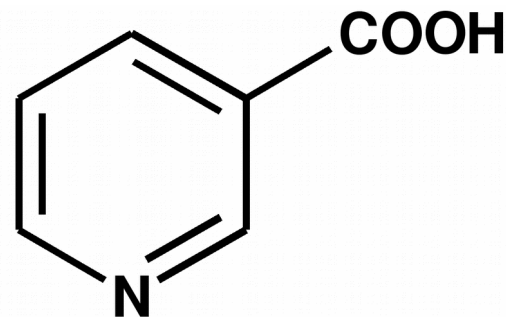
# Вітамін РР – нікотинамід, ніацин, нікотинова кислота, антипелагричний



нікотинамід

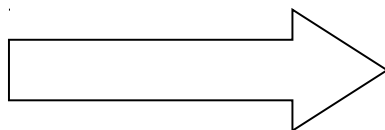


нікотинова кислота



+ АТФ

НАД



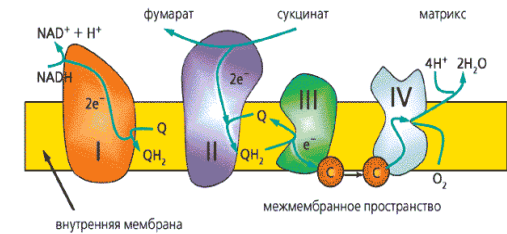
НАДФ

**Вітамін РР синтезується з триптофану**  
**60 мг триптофану = 1 мг віт. РР**



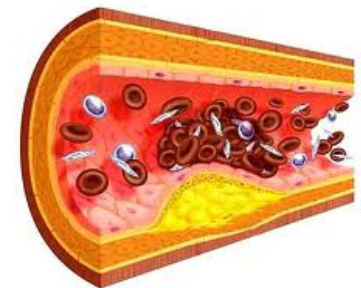
## Біол. роль віт. РР:

- ☹️ **тканинне дихання**
- ☹️ **утворення енергії**
- ☹️ **знешкодження ксенобіотиків**
- ☹️ **синтез стероїдів, жирних кислот**
- ☹️ **регуляція синтезу білка**



## **Нікотинова кислота:**

- ☹️ **покрощує мікроциркуляцію (↑Рgl)**
- ☹️ **антиатерогенна дія (↑ЛПВЩ)**



# Недостатність віт. РР:

## Пелагра – “шорстка шкіра”

### “3 Д” – дерматит, діарея, деменція

**Причина** – одноманітне харчування кукурудзою, яка не містить триптофану



# Харчові джерела нікотинаміду

- печінка, м'ясо
- висівки, зернобобові, хліб
- дріжджі,
- горіхи, білі гриби
- брокколі, морква
- молоко, яйця – багаті триптофаном

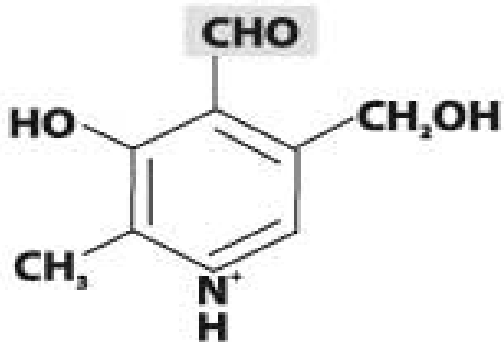


**Добова потреба –20-25 мг**

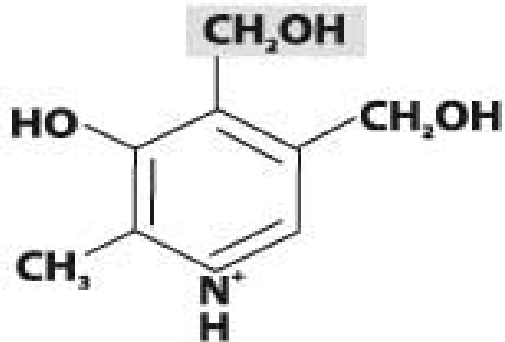
**В медицині – нікотинова кислота**



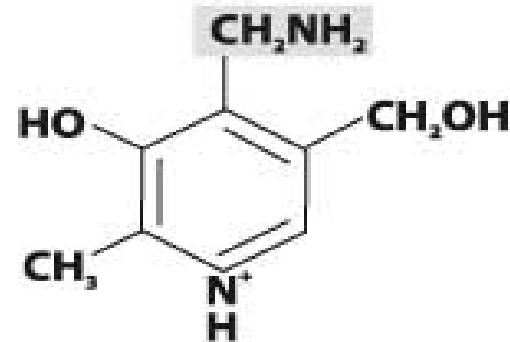
# Вітамін B<sub>6</sub> - піридоксин антидерматитний



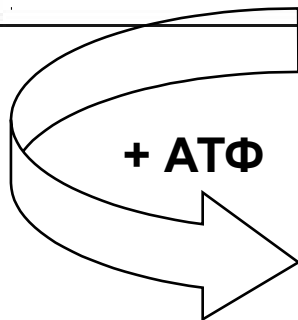
Пиридоксаль



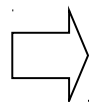
Пиридоксин  
или пиридоксол



Пиридоксамин



**ПАЛФ**



трансамінази (АЛТ, АСТ),  
декарбоксилази,  
глікогенфосфорилаза

- ☹️ обмін амінокислот, біогенних амінів,  $H_2S$
- ☹️ синтез гему,
- ☹️ синтез віт. РР з триптофану

## Недостатність віт. $B_6$ :

- ☹️ периферична нейропатія, судоми (дефіцит ГАМК)
- ☹️ гіпохромна анемія
- ☹️ пелагроподібний дерматит

## Причини:

- ☹️ прийом ізоніазиду (лікування tbc)
- ☹️ вагітність
- ☹️ тютюнопаління



- Папілярна атрофія при дефіциті  $B_6$



# Харчові джерела піридоксину

- печінка, м'ясо, риба
- яєчний жовток, молоко
- хліб, крупи, бобові
- картопля, морква
- частково синтезується мікрофлорою кишечника

Вітамін В<sub>6</sub>



**Добова потреба – 2-3 мг**

**В медицині – піридоксину гідрохлорид**

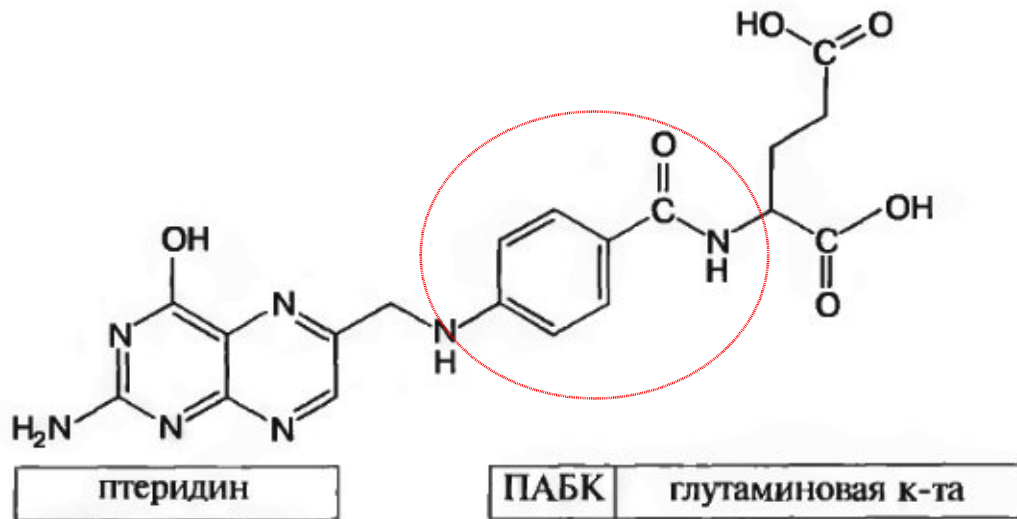




9

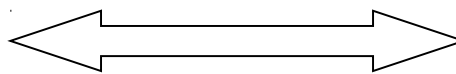
# Вітамін В<sub>9</sub> – фолієва кислота, фолацин, антианемічний

*фолатредуктаза*



**ДГФК**

*дигідрофолатредуктаза*



**ТГФК**

**переносить  
одновуглецеві  
фрагменти**

## Біол. роль віт.В<sub>9</sub>:

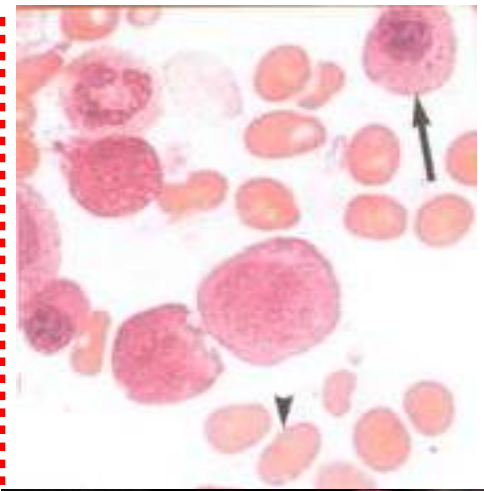
- ☹️ синтез нуклеотидів (дТМФ, пуринового ядра) та ДНК
- ☹️ ресинтез метіоніну (разом з віт.В<sub>12</sub>)
- ☹️ взаємоперетворення гліцину та серину
- ☹️ синтез холіну, креатину, адреналіну

**Віт.В<sub>9</sub> депонується в печінці**



## Недостатність віт.В<sub>9</sub>:

- ☹ мегалобласна макроцитарна анемія
- ☹ ентерит, глосит (лакований язик)
- ☹ спру (анемія, пініста діарея, виразки ШКТ)
- ☹ ГГЦ



## Причини:

тривалий прийом антибіотиків,  
**метотрексату** - інгібітору  
дигідрофолатредуктази



**Потреба у фолієвій кислоті  
значно зростає при  
вагітності !!!**

**Недостатність  $V_9$  у вагітних  
спричиняє**

**☹️ вади розвитку плода -  
дефекти розвитку  
нервової трубки, вади  
серця (1:100)**

**☹️ синдром Дауна та ін.**



# Харчові джерела фолату

- томати, шпинат, зелене листя, суниці
- печінка, м'ясо, серце
- яєчний жовток
- дріжджі
- у **значній** кількості синтезується мікрофлорою кишечника



**Добова потреба – 150-200 мкг**  
**В медицині – фолієва кислота**



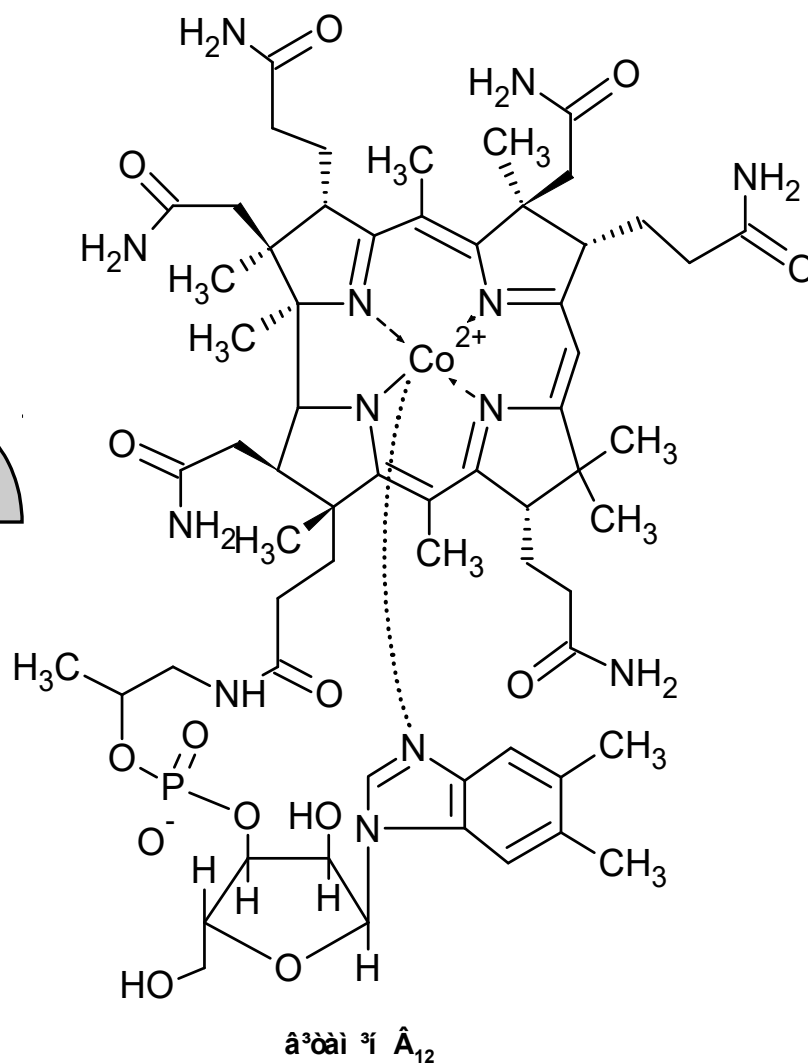
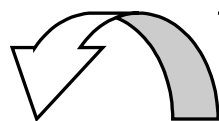
# B<sub>12</sub>

## Вітамін B<sub>12</sub> - кобаламін, антианемічний

- ❖ коринове ядро
- ❖ кобальт - Co<sup>2+</sup>

### Метилкобаламін

### Дезоксиаденозил- кобаламін



Віт. B<sub>12</sub> депонується в печінці. Синергіст B<sub>9</sub> 52

**Віт. В<sub>12</sub> входить до :**

**1. метіонінсинтетази.** Ресинтез метіоніну (разом з віт. В<sub>9</sub>)

**2. метилмалоніл-КоА-мутази.**

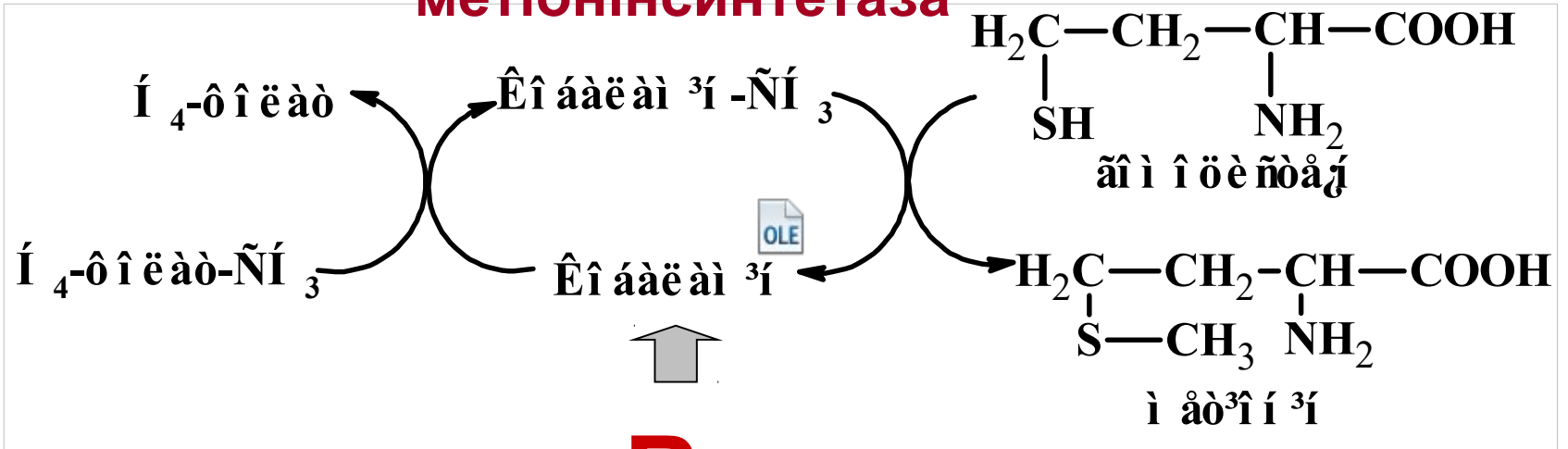
**метилмалоніл-КоА → сукциніл-КоА**

**Метилмалонова кислота – нейротоксична!!!**

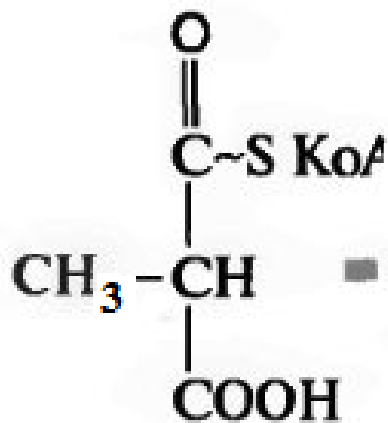
**Віт. В<sub>12</sub> всмоктується в комплексі з глікопротеїном – внутрішнім фактором Касла (транскорин)**

**Транспорт віт. В<sub>12</sub> в крові - транскобаламін**

## метіонінсинтетаза

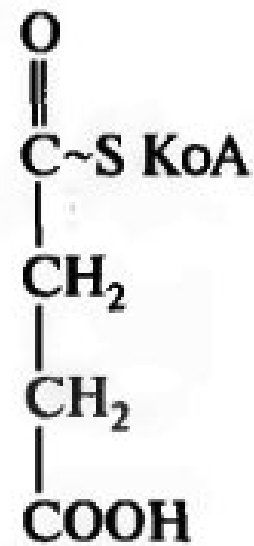


**B<sub>12</sub>**



Метилмалонил-SKoA

метилмалоніл-КоА-мутаза

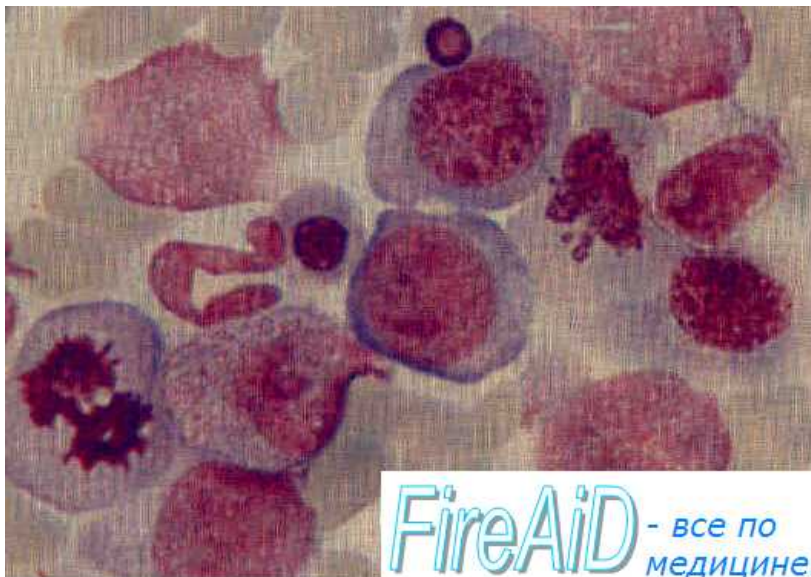


Сукцинил-SKoA



# Недостатність віт. В<sub>12</sub> - при дефіциті фактора Касла (гіпо- та анацидні стани, резекція шлунку), дифілоботріоз

- ☹️ хвороба Аддісона-Бірмера – перніціозна мегалобласна анемія (*порушення синтезу ДНК*)
- ☹️ неврити, парестезії, фунікулярний мієлоз
- ☹️ глосит (лакований язик)
- ☹️ Метилмалонова ацидурія



# Харчові джерела кобаламіну

**Тільки продукти тваринного походження!!!**

- ✓ печінка, м'ясо, нирки
- ✓ устриці
- ✓ синтезується мікрофлорою кишечника за наявності  $\text{Co}^{2+}$



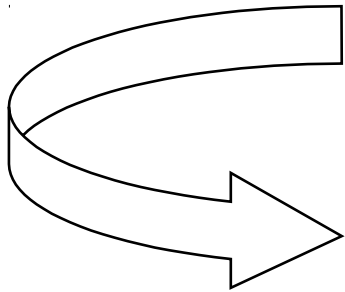
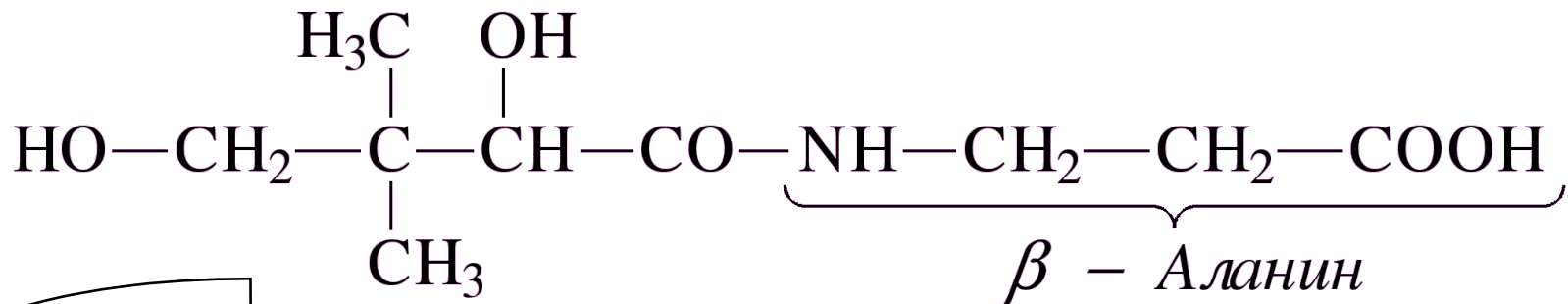
**Добова потреба – 3 мкг**  
**В медицині – ціанокобаламін**







# Пантотенова кислота, антидерматитний



- **Коензим А** - активація жирних кислот та ацетатної кислоти
- Фосфопантотеїн (синтез жирних кислот)
- ліпідний обмін, синтез гему, ацетилхоліну
- окисне декарбоксилювання  $\alpha$ -кетокислот
- регулює роботу наднирників

# Недостатність пантотенової кислоти:



дерматити



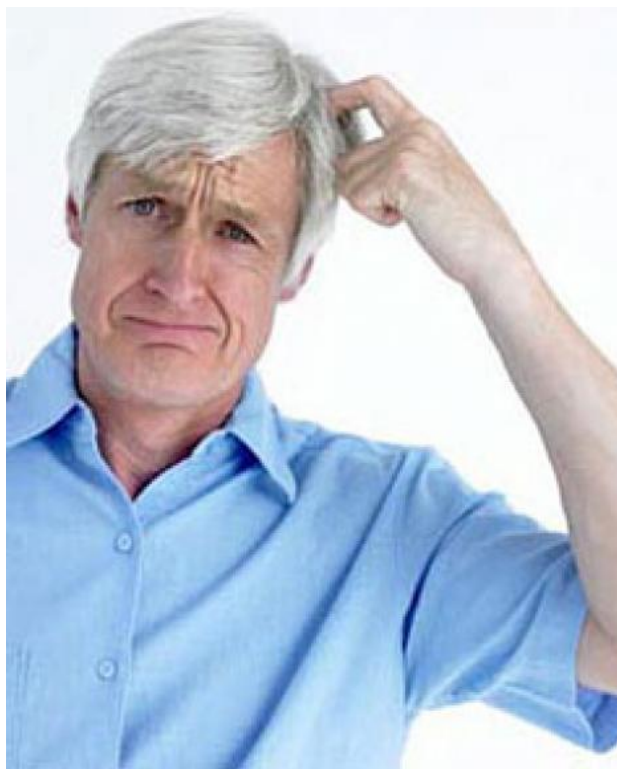
випадіння та посивіння волосся



ураження серця, наднирників



неврити



# Харчові джерела пантотенової кислоти pantotenos – усюди

- печінка, м'ясо
- яєчний жовток, молоко
- дріжджі
- зелені частини рослин, бобові
- синтезується мікрофлорою кишечника



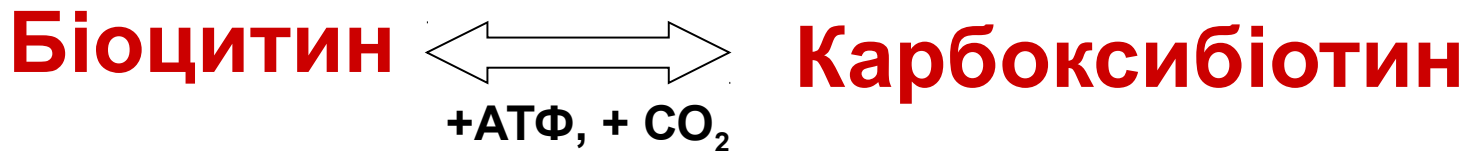
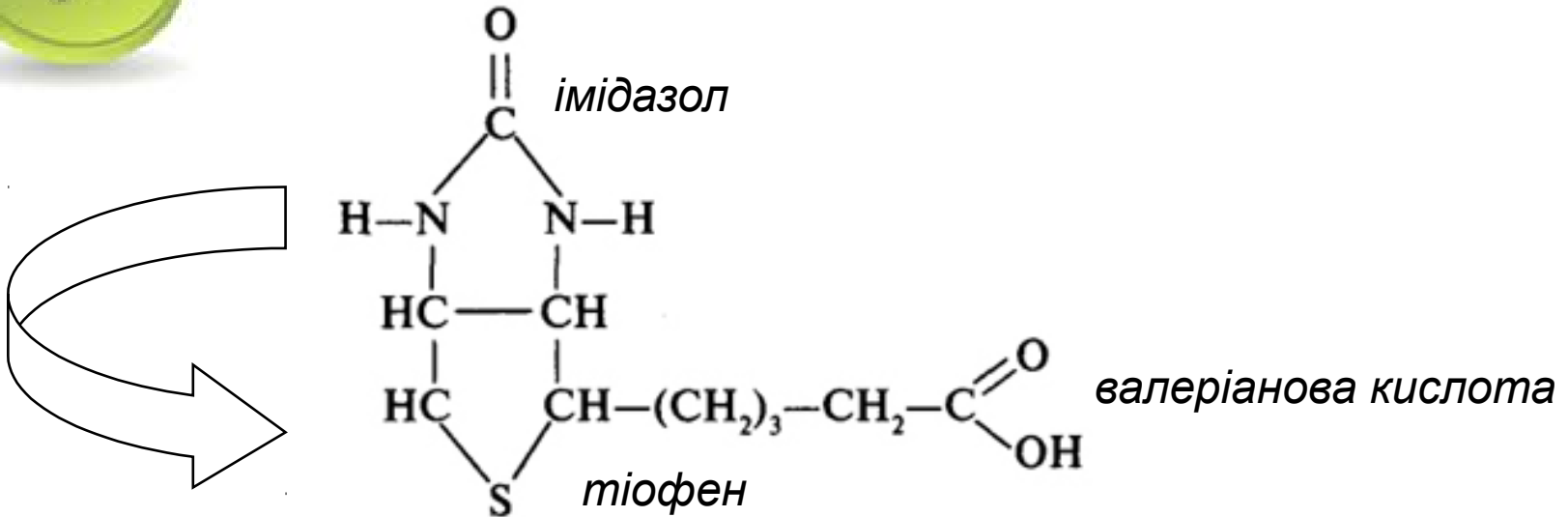
**Добова потреба – 5-10 мг**

**В медицині** – кальцію пантотенат,  
пантенол





# Віт. Н (В<sub>8</sub>) – біотин, антисеборейний



- кофермент карбоксилаз (транспорт СО<sub>2</sub>)
- синтез жирних кислот, глюконеогенез
- синтез кератинової субстанції
- регуляція експресії інсулінових рецепторів, глюкостімазули

## Недостатність віт.Н:

☹️ дерматити (себорея), алопеція, ураження нігтів

☹️ анемія, депресія

Причини: **вживання сирих яєць** (авідин інгібує всмоктування віт.Н), прийом антибіотиків





# Харчові джерела біотину

- печінка, м'ясо, нирки
- яєчний жовток, молоко
- томати, шпинат, картопля  
суніці
- горох, соя, гриби, цибуля,
- частково синтезується  
мікрофлорою кишечника



**Добова потреба – 150-300 мкг**

**В медицині – біотин**



# Дякую за увагу!

