

# Vitaminok

The background is a solid light beige color. In the bottom right corner, there are several overlapping, wavy, light beige lines that create a sense of movement and depth.

## **Általános jellemzés, fogalom**

**Tartós tengeri út → Skorbut**

**Hántolt rizs fogyasztása → beriberi (1896)**

**Megelőzhetők étrend kiegészítéssel**

**Rizskorpa kivonat → megelőzi a beriberit**

**Hatóanyag: aminvegyület (B<sub>1</sub> vitamin)**

**Létfontosságú (vitális) amin: vitamin**

## **Vitamin:**

**szerves vegyület,  
a szervezet nem tudja szintetizálni (eleget),  
energiát nem szolgáltatnak,  
anyag- és energiaforgalomhoz nélkülözhetetlen,  
(kivételek: pl. C-vit., csak az embernek, majomnak,  
tengeri malacnak vitamin).**

## **Elnevezés:**

**Latin abc szerint**

**Hasonló élettani hatás, de más eredet:  
számindexek ( $B_1, B_2, \dots, B_{15}$ )**

# A vitaminok fiziológiai hatása

## Prosztetikus vitaminok

Katalitikus szabályozó tényezők,  
fehérjékhez kapcsolódva enzimek.

## Induktív vitaminok

Élettani hatásuk nem mindenben tisztázott.

**Vitaminszükséglet:**  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,  $\text{mg}/\text{kg}$

**Hipovitaminózis:** a vitamin hosszabb idejű hiánya

**Avitaminózis:** a vitamin hiánya betegséget okoz

**Hipervitaminózis:** a vitamin sokszoros túladagolása

## A vitaminok felosztása

**Biológiai hatás, kémiai szerkezet, oldhatóság alapján**

**Zsíroldható vitaminok: A, D, E, K.**

**Vízoldható vitaminok: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, nikotinsav, B<sub>6</sub>, pantoténsav, folsav, biotin, B<sub>12</sub>, B<sub>15</sub>, U, C.**

**Provitaminok: vitaminná tudnak alakulni.**

**Antivitaminok: vitamin-antagonisták. (pl. enzimből kiszorítják a vitamint)**

## Zsíroidható vitaminok

- **hiány: enzimaktivitás csökken vagy nő,**
- **szabályozzák egyes fehérjék bioszintézisét,**
- **avitaminózis ritka, hipervitaminózis veszélye nagyobb, (szervezet tárolni tudja).**

# A-vitamin

## Hiány:

szürkületi vakság (farkasvakság),  
hámsejtek elszarusodása, bőr kiszáradása  
(hámvédő vitamin),  
lassul a csontok növekedése.

**Hipervitaminózis:** hajhullás, hámlás, bőrgyulladás,  
végtagfájdalom.

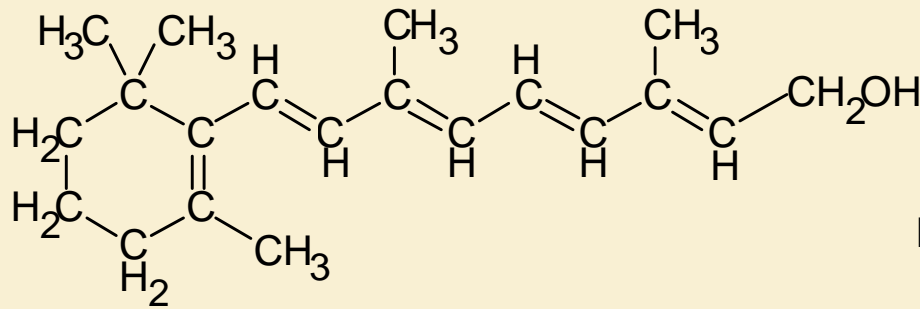
## Szerkezet:

tengeri halak májából: A<sub>1</sub>  
édesvízi halak májából: A<sub>2</sub>

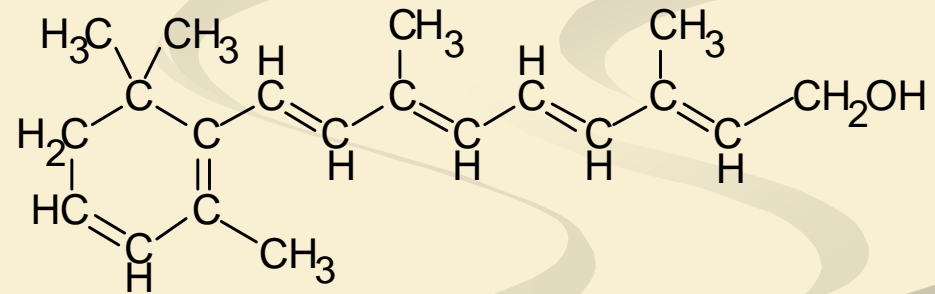
**Élettani hatás:** A<sub>1</sub> 100%, A<sub>2</sub> 30–40%

**20 szénatomos telítetlen alkoholok =  $\beta$ -jonon-gyűrű  
+ izoprének oldallánca.**

**Oxidáció  $\longrightarrow$  A-vitamin-aldehid  $\longrightarrow$  A-vitamin-sav**  
**100% korlátozott  
hasznosulás**



**A<sub>1</sub>-vitamin**



**A<sub>2</sub>-vitamin**



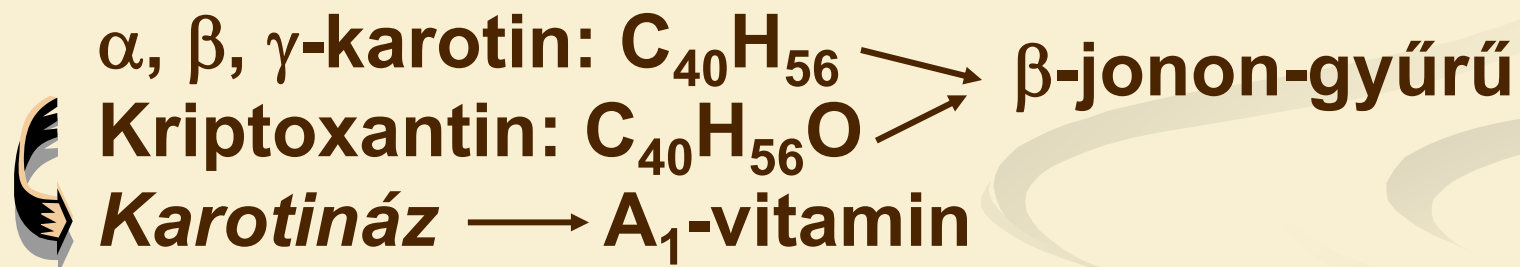
**A-vitamin palmitinsav észtere: hatás 100%**

**Négy kettős kötés = 16 cisz-transz izomer**

**A-vitamin: mindig transz → a molekula nyújtott és egy síkban helyezkedik el.**

**A-vitamin előfordulás:**

tengeri hal, máj, vese, tej, tojássárgája, tüdő, növényekben 12 karotinoid típusú vegyület:



**Napi szükséglet:** 0,8–1,5 mg A-vitamin, 5–9 mg  $\beta$ -karotin.

**Sok  $\beta$ -karotin: sárgarépa, rebarbara, paraj**

## **Technológia:**

**hőnek ellenálló  
oxidációra érzékeny**

**olajok hidrogénezése → vitamin inaktiválódás**

**Karotin felszívódás: rossz hatásfok (2%)**

**Karotin → enzimes átalakulás → A<sub>1</sub>-vitamin →  
A<sub>1</sub>-vitamin-észter → májban raktározódik  
(240–500 mg/máj).**

**Vérben hidrofil fehérjéhez kapcsolódik: 500–800  
μg/dm<sup>3</sup>.**

## D-vitamin

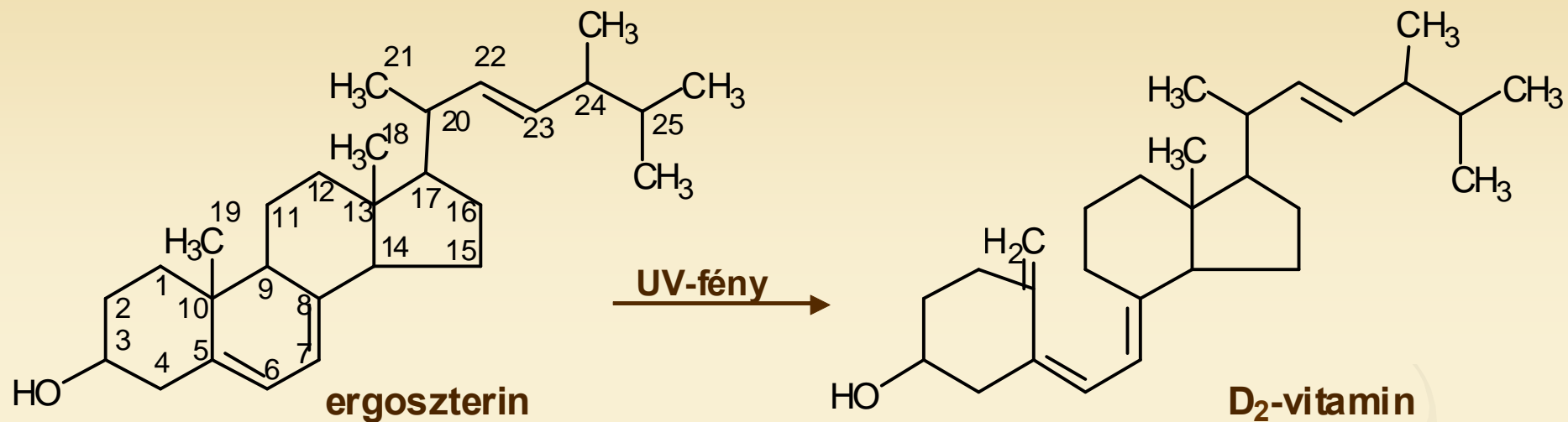
**Élettani hatás:** Ca- és P-felszívódás, csontokba beépülés szabályozása (kalciferol).

**Hiány:** angolkór (rachitis)

Csont  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - és  $\text{CaCO}_3$ -tartalma 66%-ról 16%-ra csökken.

Növekedés lelassulás → fejlődésben visszamaradás  
→ kis termet.

**Előállítás:** ergoszterinből és 7-dehidro-koleszterinből UV fényvel.



## D-hipervitaminózis:

- csont törékennyé válik,
- vér Ca-szintje nő → érelmeszesedés.

Természetben jobbra D<sub>3</sub>-vitamin, D<sub>2</sub>-vitamin csak néhány halmájolajban.

Emberben D<sub>3</sub> és D<sub>2</sub> biológiai hatása azonos.

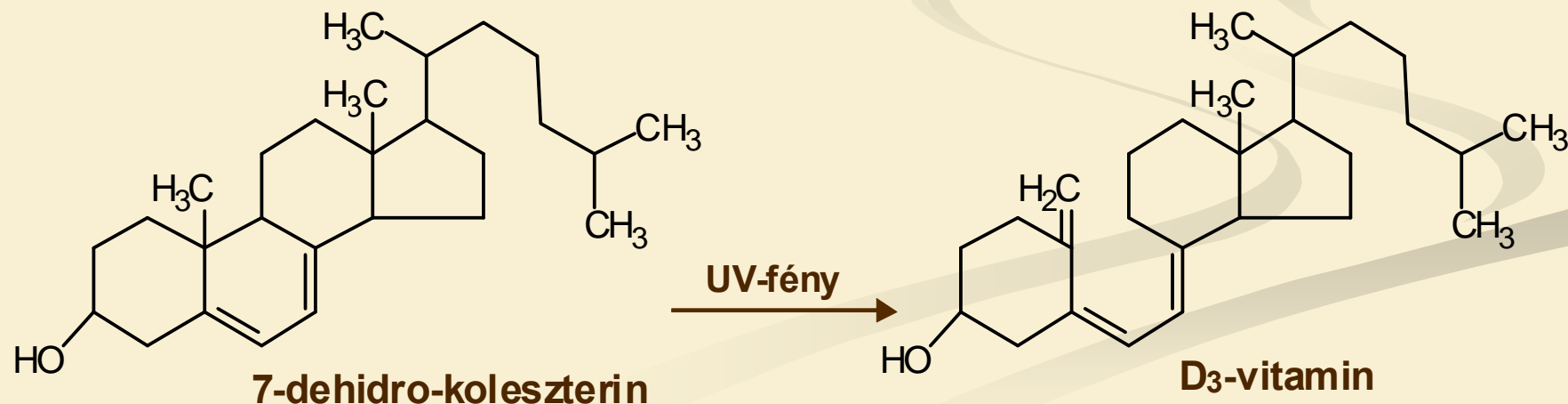
**Szükséglet:** 20 éves korig napi 10 µg, később napi 5 µg (kivételet a terhes, vagy szoptató anyja).

Szervezetben folyamatosan képződik.

Sok D vitamin: kaviár, lazac, vaj, máj.

Élelmiszerekben sok provitamin.

Tej  $\xrightarrow{\text{UV}}$  D-vitamin (Anglia)



## **E-vitamin** (tokoferolok, tokotrienolok)

### **Élettani hatás:**

antioxidáns hatású vegyület → esszenciális zsírsavakat, membránlipideket védik az oxidációtól,

gyulladásgátló, -méréséklő hatás,  
csökkenti a véredények permeabilitását.

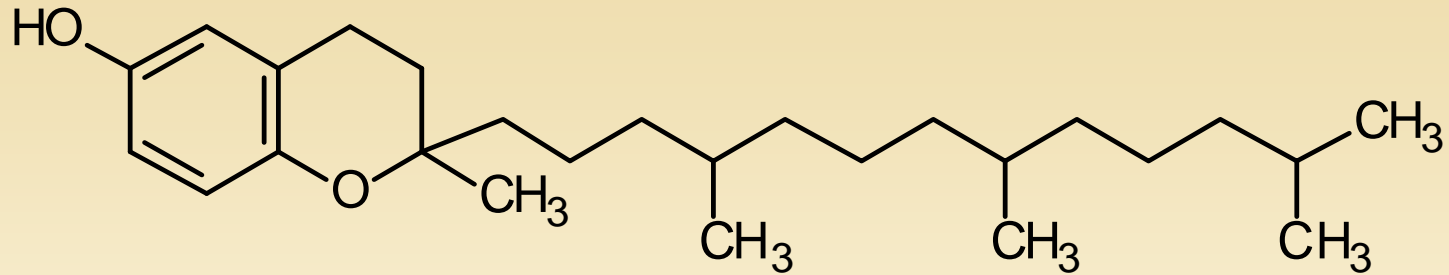
**Hiány:** meddőség, vérszegénység, izomsorvadás.

### **Kémiai szerkezet:**

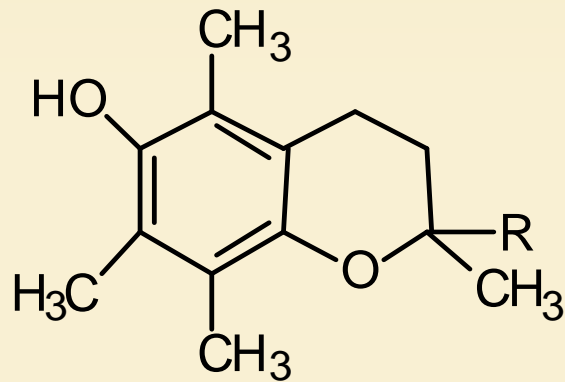
O-tartalmú kromángyűrű + fitil-oldallánc

Alapvegyület a tokol: 2-metil-2-alkil-6-hidroxi-kromán.

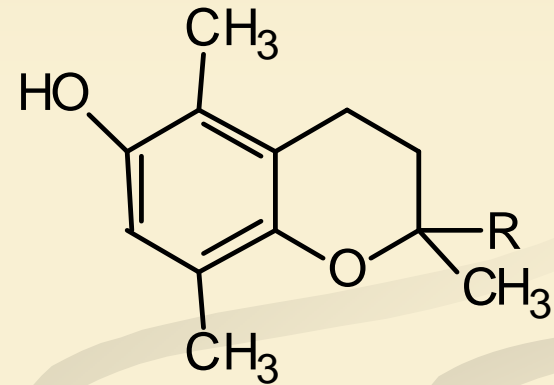
## 2-metil-2-alkil-6-hidroxi-kromán



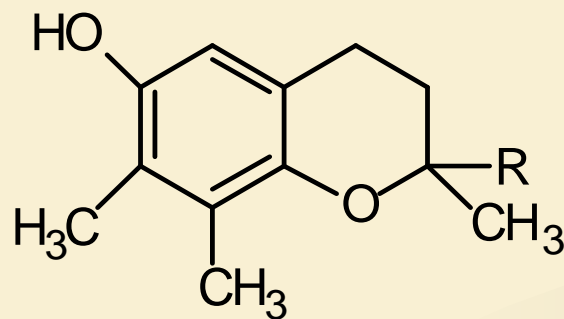
**tokol**



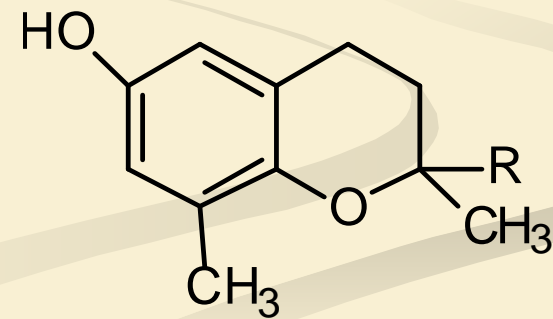
**$\alpha$ -tokoferol**



**$\beta$ -tokoferol**



**$\gamma$ -tokoferol**



**$\delta$ -tokoferol**

## Biológiai hatás

**Tokotrienolok: oldalláncban 3 kettős kötés.**

**Tokoferolok: sárga színű olajok, oxidációra érzékeny, redukáló vegyületek.**

**$\alpha$ -tokoferol ecetsav észtere: biológiai aktivitás nagyobb, kevésbé érzékeny az oxidációra.**

**Legnagyobb antioxidáns hatás:  $\alpha$ - és  $\beta$ -tokoferol.**

**Az ember szükséglete: 5–15 mg/nap.**

**Telítetlen zsírsav növeli a szükségletet.**

### Sok E-vitamin:

- hüvelyes magvakban,
- gabonamagvak csírájában,
- vajban,
- levélzöldségekben.



## **K-vitamin** (fillokinon)

**Hiány:** súlyos vérszegénység a gyomor- és bélrendszerben, véralvadás elmaradás, mert a protrombint a máj nem szintetizálja kellő mennyiségben.

**Bélflóra termeli (egészségeseknél hiány  $\emptyset$ )**

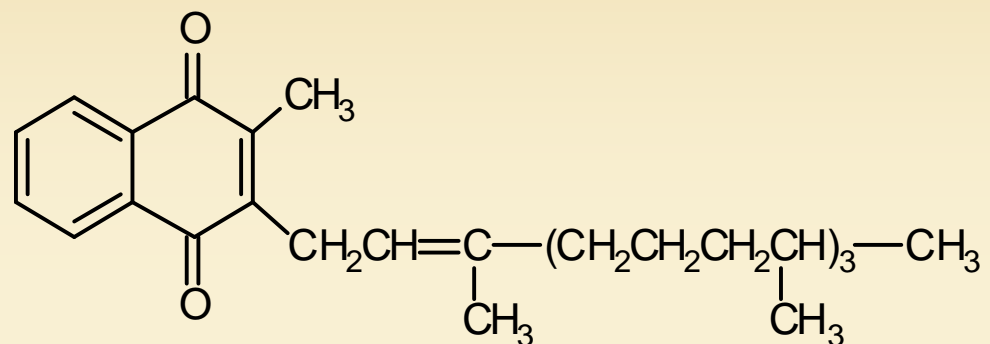
### **Kémiai szerkezet:**

**K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>: 2-metil-naftokinon-származékok**

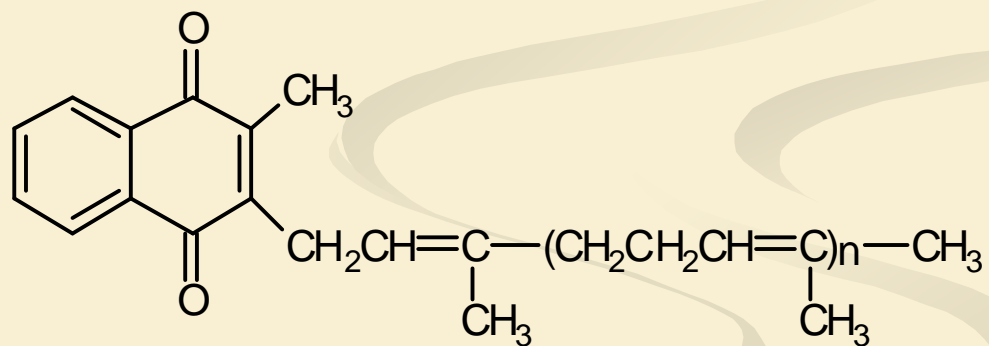
**K<sub>1</sub>: fitil-oldallánc**

**K<sub>2</sub>: prenil-oldallánc (izoprén egységekből).**

**2-metil-naftokinon; mindkét molekulában azonos.**



**K<sub>1</sub>-vitamin (2-metil-3-fitil-1,4-naftokinon)**



**K<sub>2</sub>-vitamin (2-metil-3-difarnezil-1,4-naftokinon)**

**K<sub>1</sub>-vitamin:** növényi eredetű élelmiszerekben.

**K<sub>2</sub>-vitamin:** állati eredetű élelmiszerekben.

Bél mikroflóra K<sub>2</sub>-vitamint termel.

**Előfordulás:**

zöld levelekben (paraj, káposzta),

állati eredetű élelmiszerekben (máj, vese),

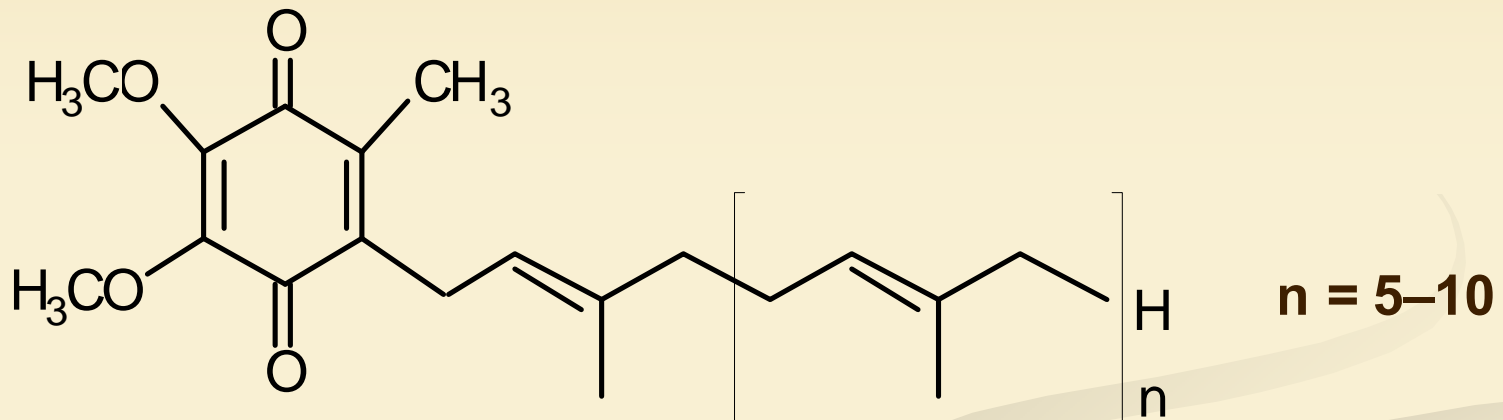
2-metil-naftokinon: 100% vitaminhatás.

**K<sub>3</sub>-vitamin** (az oldalláncot a szervezet szintetizálja)

K-vitamin-szükséglet: 1–4 mg/nap.

**Ubikinon:** K-vitamin hatású vegyület, a szervezet képes a szintézisére.

$n = 3-12$ , az oldallánc C-atomjai száma: 20-65



**ubikinon**

## Vízoldható vitaminok

Legrégebben ismertek: B<sub>1</sub>-, C-vitamin.

B-vitamincsoport → számindexszel (1, 2, 6, 12, 15)

A később megismertek elnevezése kémiai szerkezet alapján.

### Biológiai szerep:

- Biológiai oxidációt katalizáló enzimek koenzimjei részei, FAD, NAD, Ac-CoA, FADH, NADH.
- Nincsenek provitaminjaik.
- Hiánytünetek gyorsan lépnek fel.
- Hipervitaminózis ismeretlen (de a túlzott vitaminfogyasztás káros: C-vitamin → oxálsav → vesekő).

## **B<sub>1</sub>-vitamin** (tiamin, aneurin)

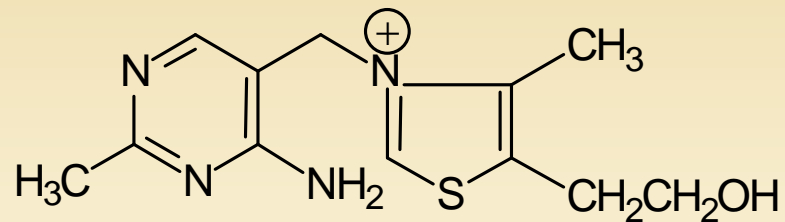
### **Hiány:**

- Beriberi a hántolt rizst fogyasztóknál.
- Ideggyulladás, izomgyengeség, álmatlanság, ödéma, szív működés zavara, bénulás → halál.
- Szénhidrát-anyagcsere felbomlik → piroszőlősav, tejsav a szövetekben: lebontást B<sub>1</sub>-vitamin-tartalmú enzim végzi (*piroszőlősav dekarboxiláz, .... transzketoláz*).

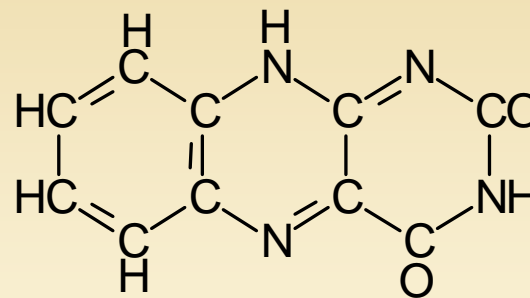
**Elnevezés:** tiamin, S és NH<sub>2</sub>-csoport a molekulában.  
aneurin: antineuritiszes hatás.

**Technológia:** savanyú oldatokban hőtűrő,  
semleges-, lúgos közeg: levegő  
jelenlétében hő hatására bomlik,  
nehézfém sók, oxidálószerek, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>  
gyorsan inaktiválják.

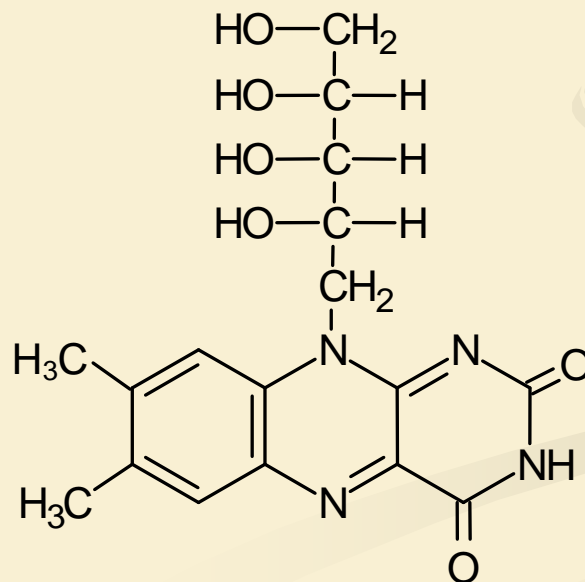
## Leghőérzékenyebb B-vitamin.



**B<sub>1</sub>-vitamin (tiamin)**



**izoalloxazin**



**B<sub>2</sub>-vitamin (riboflavin)**

## **B-vitamin-hatásúak:**

**tiamin-diszulfid,  
allil-tiamin (hagymaolajban).**

## **Előfordulás:**

**gabonamagvak héja és csírarésze, élesztő.**

**Szükséglet: 1,5–2 mg/nap.**



## **B<sub>2</sub>-vitamin** (riboflavin, laktoflavin)

### **Hiány:**

Száj és nyelv nyálkahártyájának a duzzadása, berepedezése.

Általános fáradtság, látási zavarok.

Állatoknál szőrzet kihullás, vérszegénység.

Flavinokhoz tartozó színes vegyület izoalloxazin-vázzal.

Hőre nem érzékeny, fényre könnyen bomlik.

**Előfordulás:** máj, vese, hal, tojás, tej, zöldség.

**B<sub>2</sub>-vitamin-szükséglet:** 1,5–2 mg/nap.

### **Biológiai szerep:**

FMN, FAD kofaktora → részt vesz az oxidációban;  
2 N-atomon 2 H-t köt meg → színtelen leukoflavin.

## **Nikotinsavamid (PP-vitamin, niacin)**

### **Hiány:**

kukoricát fogyasztóknál pellagra,  
általános fáradtság,  
emésztőcsatorna működésének zavara,  
száj, nyelv, nyálkahártya, bőrfelület gyulladása,  
bepedése, hámlása.

**Szerkezet:** nikotinsav, szervezetben nikotinsavamid.

**Biológiai szerep:** NAD alkotórésze; H-felvétel,  
-leadás → biológiai oxidáció.

**Előfordulás:** gabonamagvak héja, élesztő, máj, vese,  
hús, tej, tojás, zöldségek.

## Szerep:

Gyomornedv: sósavképzés.

Koleszterinszint csökkentés.

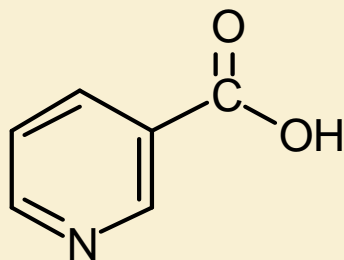
Értágító hatás.

**Szükséglet:** 10–20 mg/nap.

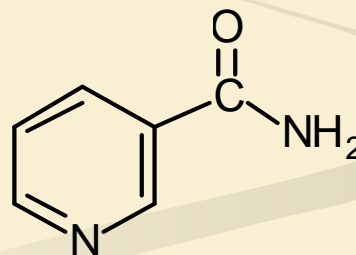
Előállítható Trp-ból, de a hatásfok nagyon rossz.

(60 mg Trp  $\rightarrow$  1 mg niacin).

Kukorica: nagyon kevés nikotinsavamid és Trp.

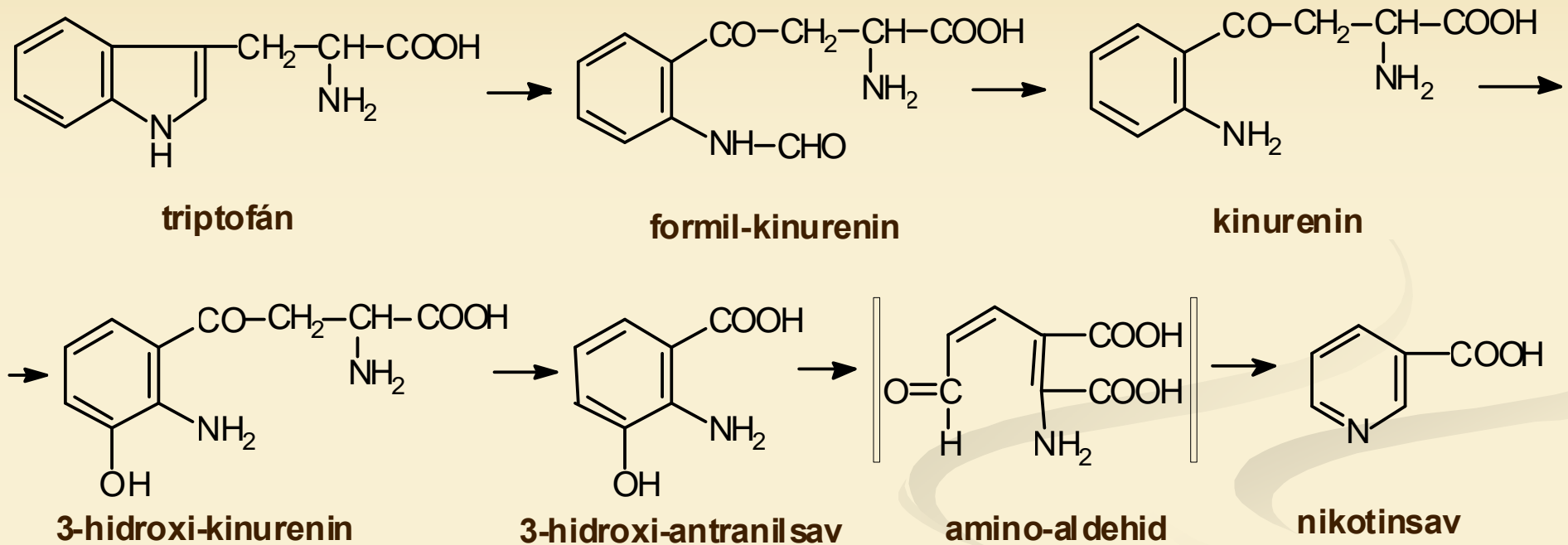


nikotinsav  
(niacin)



nikotinsavamid  
(niacinamid)

# Nikotinsav bioszintézise triptofánból



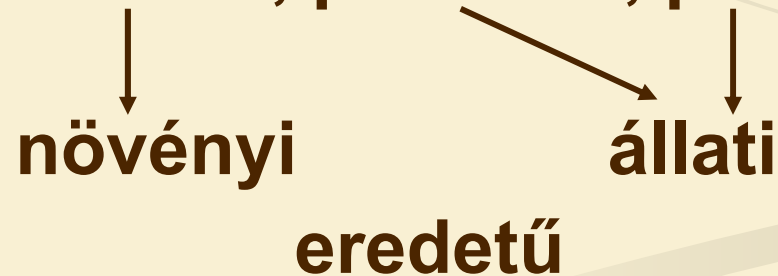
## **B<sub>6</sub>-vitamin (piridoxin)**

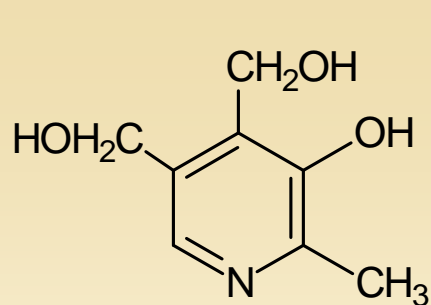
### **Hiány:**

**pellagrára emlékeztető tünetek,  
nyálkahártya gyulladása,  
bőr cserepes, hámlik, szőrzet kihullik.**

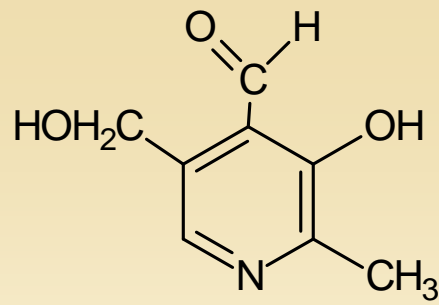
**Hipovitaminózis: fehérje-anyagcsere zavar.**

**Piridoxin = piridoxol, piridoxál, piridoxamin**

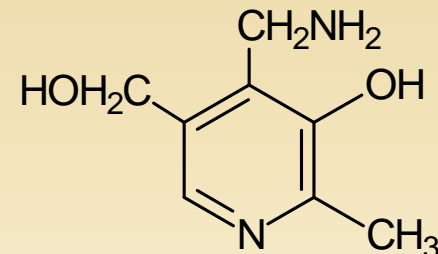




piridoxol

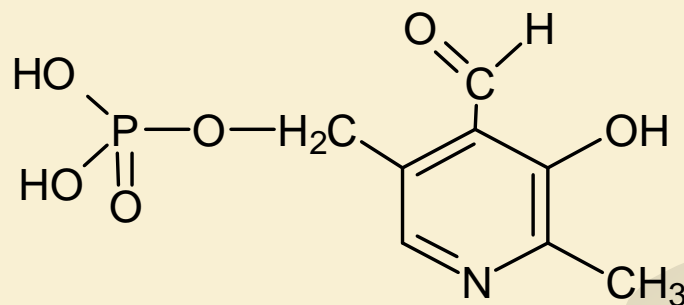


piridoxál



piridoxamin

**Biológiailag aktív alak: piridoxál-5-foszfát.**



**Intermedier anyagcserében: *aminotranszferázok, aminosav dekarboxilázok* koenzimje.**

**Szükséglet: 2–3 mg/nap.**

**Előfordulás: hús, máj, tojássárgája, zöldségek, hüvelyesek, bélbaktériumok is termelik.**

# Pantoténsav

## Hiány:

fáradékonyság, nyugtalanság, izomgörcs,  
emésztési zavarok.

Avitaminózis állatban: növekedési és szaporodási  
zavar, bőr alatti vérzések, idegműködési zavarok.

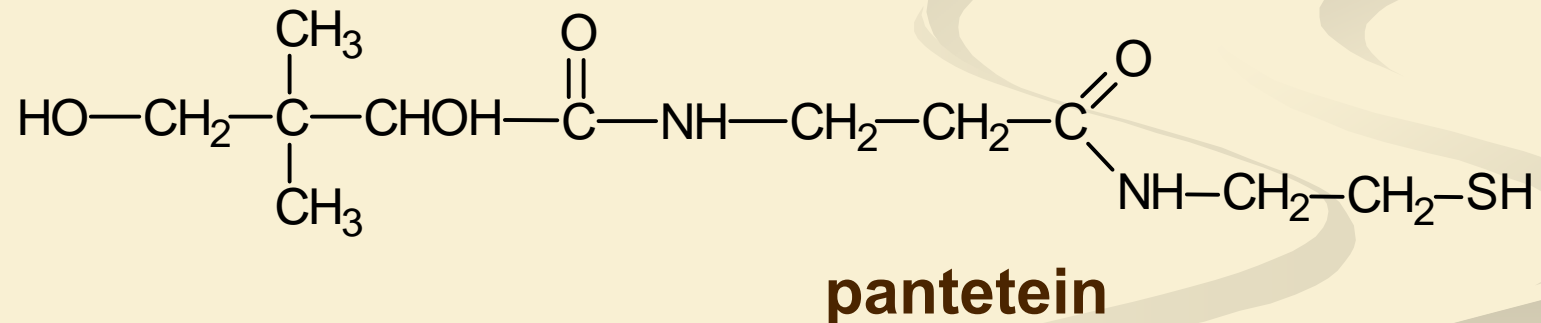
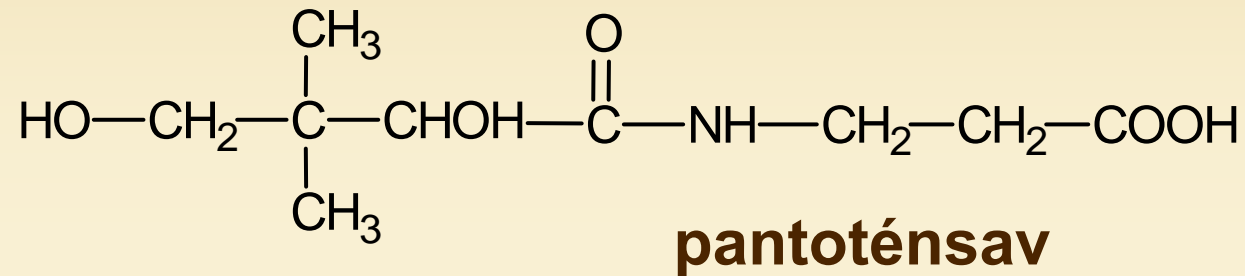
Élesztőgombáknak növekedési faktor.

**Szerkezete:** pantoinsav  $\beta$ -alaninnal képzett peptidje.

Savas jellegű,  
semleges közegben fénynek, oxigénnek  
ellenáll,  
savak, lúgok inaktiválják.

**Pantotenol (pantoténsavnak megfelelő alkohol)**

**Pantetein (pantoténsav + cisztein dekarboxilezési terméke)**





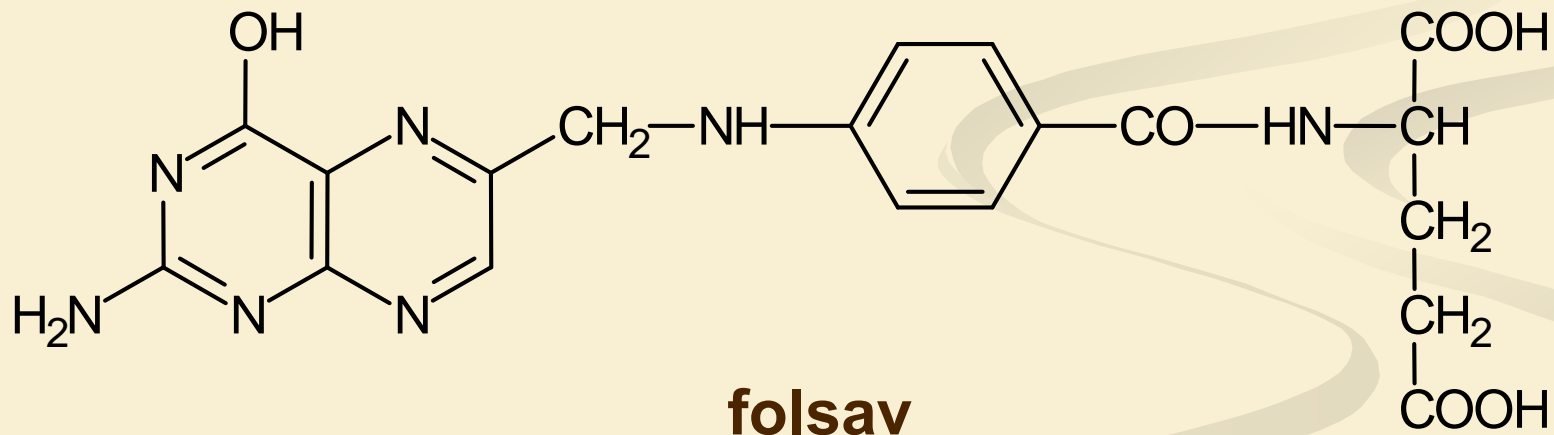
## **Biológiai szerep:**

- **a Co-A alkotórésze. (pantetein + ADP  $\longrightarrow$  CoA)**
- **kb. 70 enzim alkotórésze**  
**acilcsoport átvitel,**  
**szénhidrát-, zsír-, aminosav-lebontás,**  
**zsírsavak, szteroidok, porfirin bioszintézise.**

## Folsav(csoport) (pteroil-glutaminsav)

**Hiány:** vészes vérszegénység.

**Folsav + B<sub>12</sub>-vitamin:** vörös és fehér vérsejtek,  
vérlemezkék képződésének szabályozója.  
emésztőrendszer, nyálkahártya  
működése.



## Szerkezet:

Pteroesav + 1, 3, vagy 7 glutaminsav (első glutaminsav amidkötéssel, többi  $\gamma$ -peptidkötéssel)  
↓  
p-amino-benzoésav + pteridin származéka

## Biológiai szerep:

Pteroil-Glu  $\xrightarrow{\text{aszorbinsav}}$  5,6,7,8-tetrahidro-folsav  $\longrightarrow$  folinsav  $\longrightarrow$  *szintetázok, transzferázok, izomerázok* koenzimjének alkotórésze.

**Előfordulás:** máj, vese, hús, gomba, spárga, kelbimbó, zöldségfélék.

**Szükséglet:** 0,4 mg/nap.

## **Biotin** (H-vitamin)

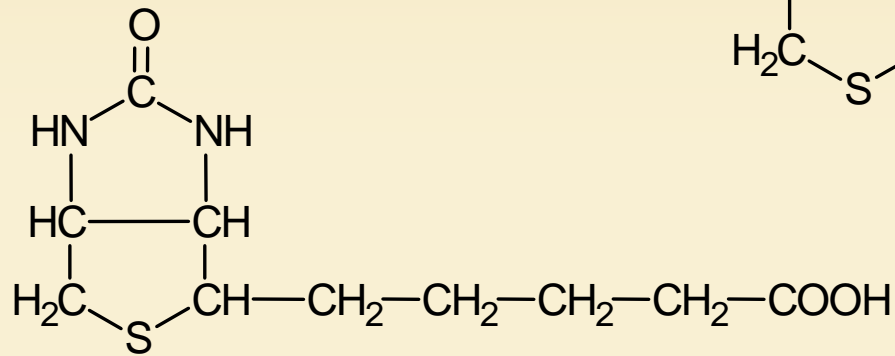
**Avitaminózis:** étvágytalanság, bőrgyulladás  
szőrzetkihullás, bőr elzsírosodása.

### **Szerkezet:**

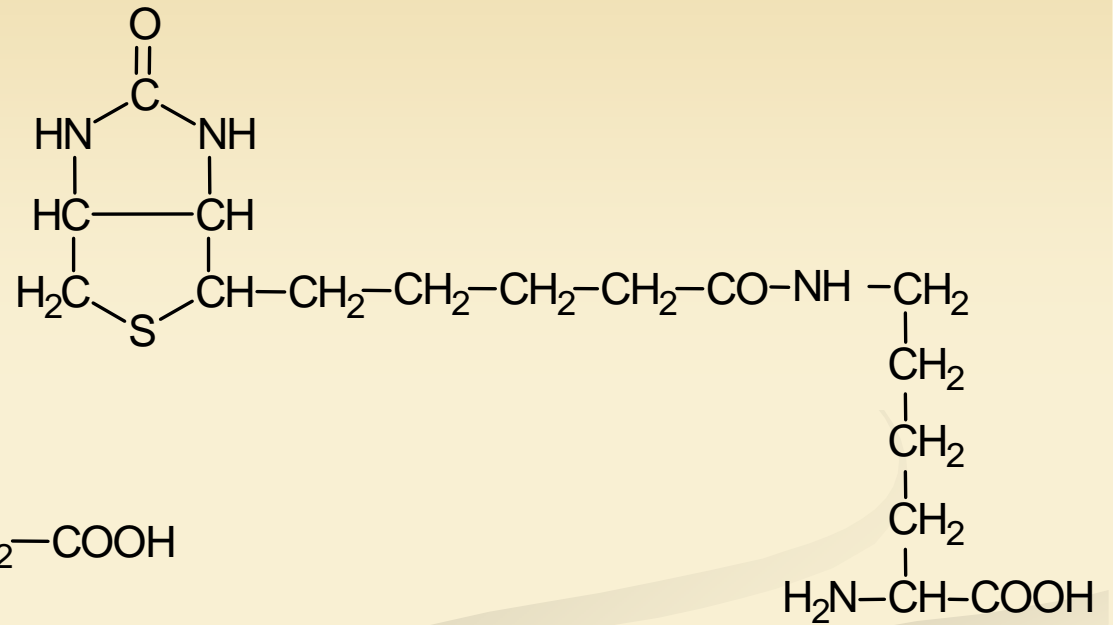
**2 öttagú heterogyűrű + valeriánsav oldallánc.**

**Biocitin:** lizinnel képzett savamid.

**Biocitin aldehidalakja:** biotinál, szintén aktív.



**biotin**



**biocitin**

## **Technológia:**

hőre nem érzékeny,

erős savak, lúgok, oxidálószerrek bontják.

Avidin glikoprotein + biotin → avidin-biotin komplex  
→ kiürül.

**Előfordulás:** növényekben szabadon,

állati szövetek, tejtermékek: fehérjékhez kötve,

máj, vese, tej, tojássárgája, szója, zöldségfélék,  
dió, élesztő, bélflóra is szintetizálja.

**Szükséglet:** 100–300 µg/nap.

## **Biológiai funkciója:**

- **enzimfehérjék Lys részéhez kapcsolódik,**
- **biotintartalmú enzimek: szénhidrát- és lipid-anyagcserében: dekarboxilezési, dezaminálási, karboxilálási folyamatokban és szintézisekben.**

## **B<sub>12</sub>-vitamin (kobalamin)**

### **Hiány:**

- **vészes vérszegénység, idegrendszeri panasz,**
- **vörösvértestek számának csökkenése,**
- **étvágytalanság, gyengeség, emésztési panaszok.**

## **Biológiai funkció:**

- normális növekedés, egészséges idegállapot,
- vérképzés, fehérje-anyagcsere,
- koenzim (esetleg folsavval együtt)
  - ❖ tiaminszintézis
  - ❖ egy C-atomos egységek redukálása
  - ❖ propionsav metabolizmus.

**Felszívódás:** 60 ezer Da mukopeptid segítségével (gyomorfalban); felszabadítja a B<sub>12</sub>-vitamint a fehérjekomplexekből.

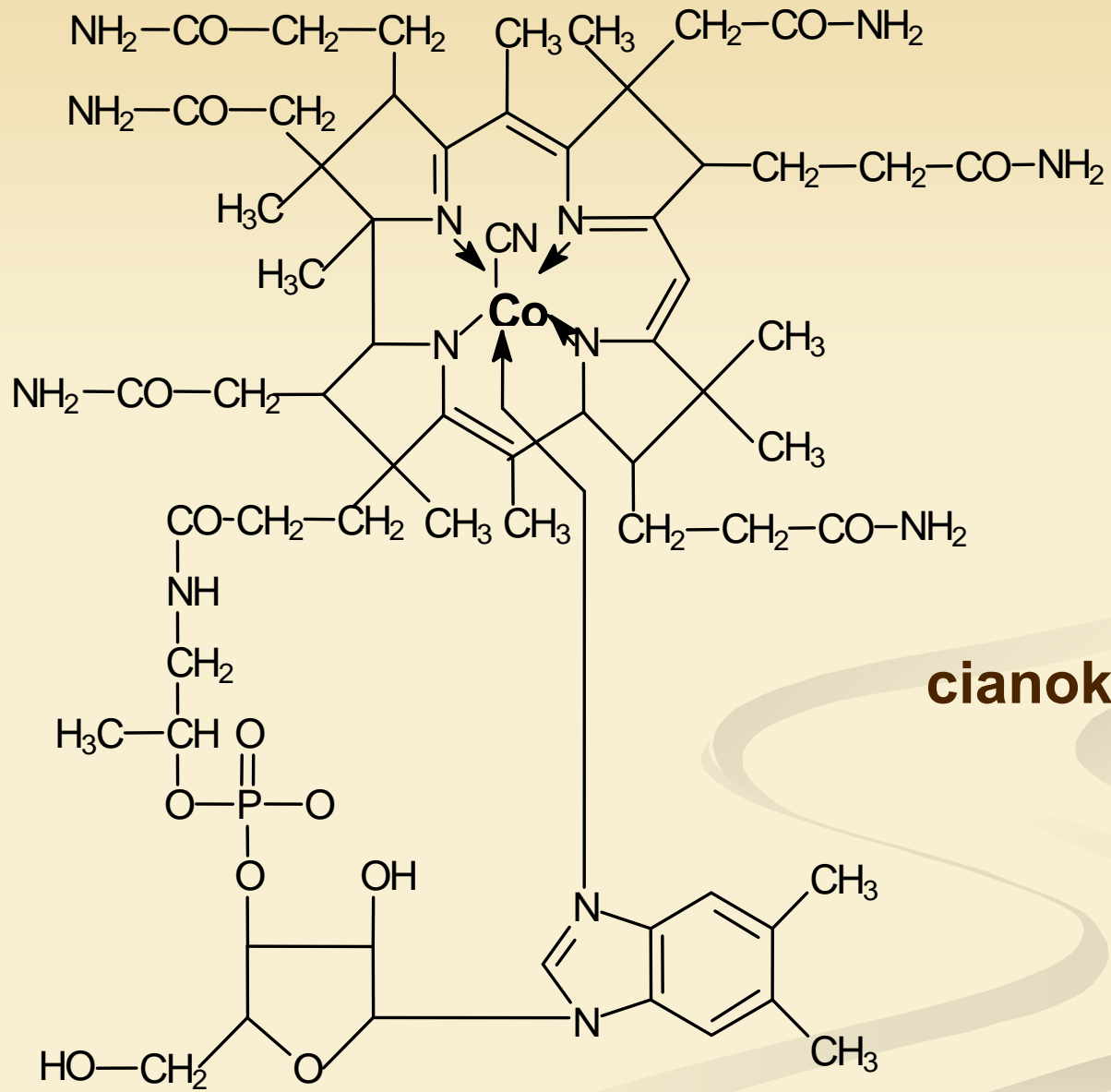


**A porfirinvázhoz hasonló korringyűrű a Co körül,  
A Co-hoz vagy 5,6-dimetil-benzimidazol  
vagy cianid-, hidroxil, -nitritgyök  
kapcsolódik.**

**Mindegyik biológiailag aktív, májban 5-dezoxi-  
adenozinnal cserélődnek, adenzil-kobalamin épül  
a (ko)enzimbe.**

**B<sub>12</sub>-vitamint mikroorganizmusok szintetizálják,  
növényekben nem fordul elő.**

**Napi szükséglet: 3–4 µg.**



**cianokobalamin**

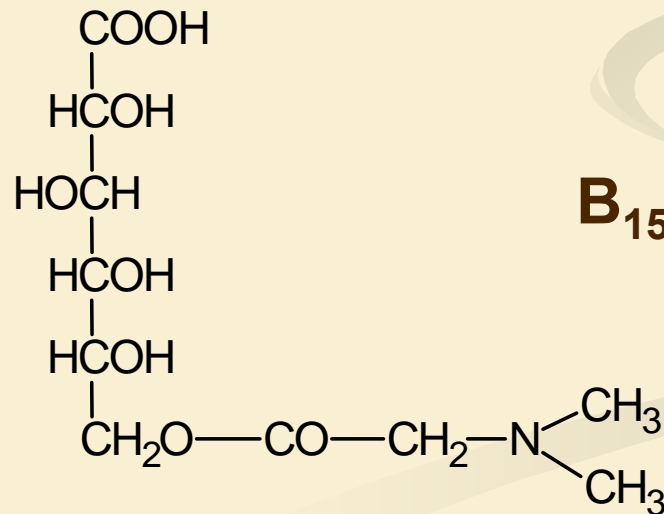
## B<sub>15</sub>-vitamin (pangaminsav)

A szervezet metilezőszere.

### Biológiai szerep:

oxigén-anyagcsere elősegítése,  
méregtelenítő és lipotróp hatás (megakadályozza a  
különféle szervek (máj) elzsírosodását).

**Előfordulás:** gabonamagvak, máj, élesztő, melasz.



B<sub>15</sub>-vitamin

## **U-vitamin (S-metil-metionin)**

### **Biológiai szerep:**

- gátolja és gyógyítja a gyomorfekélyt,
- csökkenti a vérszérum zsír- és koleszterinszintjét,
- lipotrop hatású, fontos biokémiai metilezőszer.

**Szerkezet:** a metionin S atomon metilezett, bázikus jellegű, reakcióképes szulfónium-származéka.

**Előállítás:** S-adenozin-metioninból (növényekben).

**Előfordulás:** káposzta, saláta, paradicsom, petrezselyem, spárga, gyümölcsök.

**Technológia:** főzés → dimetil-szulfid + homoszerin  
→ nyers levelek U-vitamin-tartalma nagy.

## C-vitamin

**Hiány:** skorbut (bioflavinokkal együtt)

- általános gyengeség, légszomj,
- zavart szívműködés, izom- és csontfájdalmak,
- fogínyvérzékenység, pontszerű bevérzések a végtagokon, hajszálerek könnyen sérülnek,
- csontok törékenyek, ízületek megduzzadnak,
- sebek nehezen gyógyulnak.

Napjainkban csak: tavaszi fáradtság.

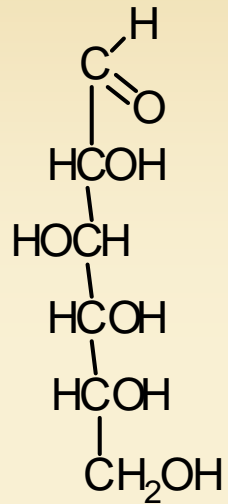
**Szerkezete:** 2-keto-gulonsav L-konfigurációjú laktonja.

**2-keto-gulonsav:** vitaminhatású

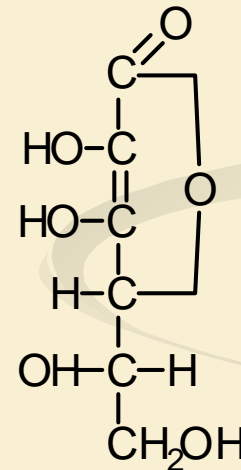
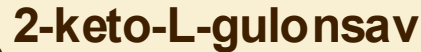
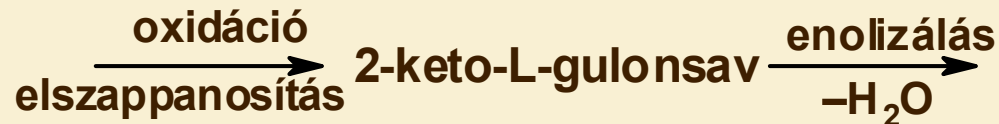
**D-askorbinsav:** hatása jelentéktelen.

# Az aszkorbinsav mesterséges szintézise

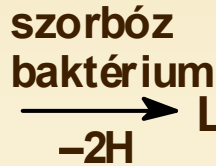
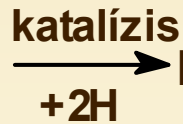
## D-glükózból



**D-glükóz**



**L-aszkorbinsav**



**Dienolcsoport  $\longrightarrow$  diketocsoport**

**aszorbinsav erős redukálószer**

**Aszorbinsav  $\xrightarrow{\text{reverzibilis}}$  dehidro-aszorbinsav (aktív)**

ox.

**diketo-gulonsav (inaktív)**

**oxálsav + L-treonsav**

**Technológia:** melegítés, fény, fémnyomok hatására inaktiválódik.

**Maillard-reakció  $\longrightarrow$  barna színű termék.**

**Szent-Györgyi Albert (1928):** előállítás mellékeséből, majd paprikából.

- savanyú ízű kristályos anyag, pH = 4 fölött bomlik,
- $pK_1 = 4,2$ ;  $pK_2 = 11,6$
- primer OH zsírsavval észtereszíthető → aszkorbil-palmitát zsírdékony antioxidáns,
- sztereoizomerjei: D-aszkorbinsav, D-izoszkorbinsav, L-arabo-aszkorbinsav vitaminhatás nélküli antioxidánsok.



## **Biológiai hatás:**

- **oxidációs-redukciós képesség,**
- **hidrogéndonorként a redukált állapotot tartja fenn,**
- **segíti a vas és a kalcium felszívódását,**
- **mellékvese hormonok szintézise,**
- **szerootonin szövet hormon termelés,**
- **tirozin oxidatív lebontása,**
- **kötőszövetek kollagénjének képződése.**

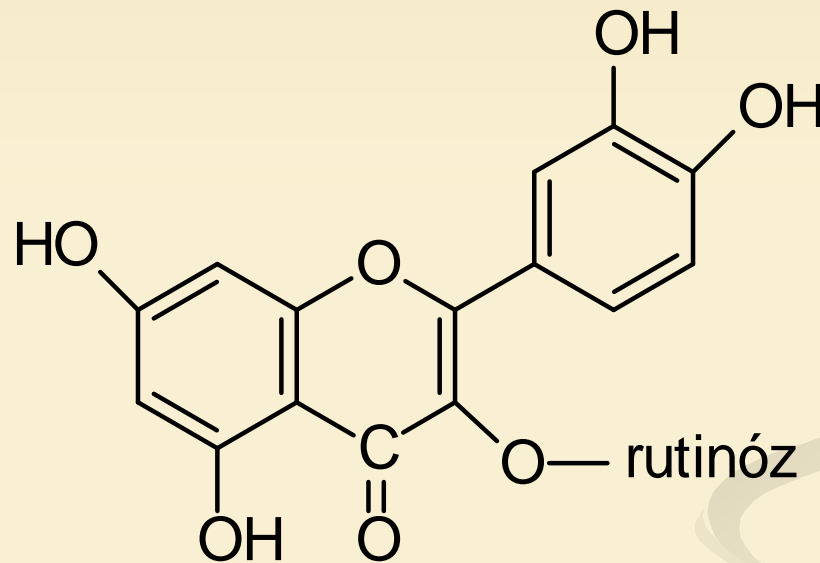
<b>Előfordulás:</b>	<b>mg/100 g</b>
<b>zöldpaprika</b>	<b>150</b>
<b>paradicsom</b>	<b>10–25</b>
<b>káposzta</b>	<b>45–55</b>
<b>feketeribizli</b>	<b>160–180</b>
<b>csipkebogyó</b>	<b>100–400</b>
<b>burgonya</b>	<b>10–20</b>
<b>déligyümölcsök</b>	<b>40–50</b>
<b>állati belső szervek</b>	<b>20–40</b>
<b>tehéntej</b>	<b>15</b>
<b>kecsketej</b>	<b>20</b>

**Szükséglet: 45–80 mg**

**Túlzott fogyasztás → vesekő**

# Permeabilitást szabályozó vitamin (1936)

**P-vitamin**, rutin (bioflavonoid-glikozid)



**rutin\***

**Aglikon: három gyűrűből álló flavonol.**

**Rutinóz: D-glükóz + L-ramnóz  $\beta$ -konfigurációban.**

**\*Ma már nem soroljuk a vitaminok közé.**

## **Egyéb táplálkozási tényezők**

### **Nélkülözhetetlen (esszenciális) aminosavak**

**Felnőtt ember számára esszenciálisak: fenilalanin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, treonin, triptofán, valin.**

**Állati eredetű fehérje: teljes értékű.**

**Növényi eredetű fehérje: nem teljes értékű. (lizin-, metionin-, triptofánhiány).**

**Limitáló aminosav(ak)**

# Nélkülözhetetlen (esszenciális) zsírsavak

Régebben: **F-vitaminok**

**Hiány:** bőrkiütés, bőrgyulladás

Linolsav, linolénsav, arachidonsav  
2 kettős kötés, 3 kettős kötés, 4 kettős kötés

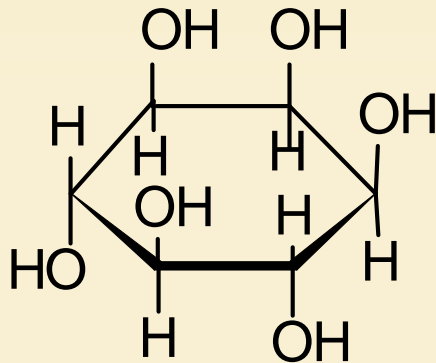
növényi

állati eredetű élelmiszerekben

**Biológiai szerep:** prosztaglandinok szintézise,  
(izomserkentő, illetve gátló hatásúak, erős  
vérnyomáscsökkentők).

## Inozit:

A máj és a csontvelő normális fejlődéséhez szükséges.



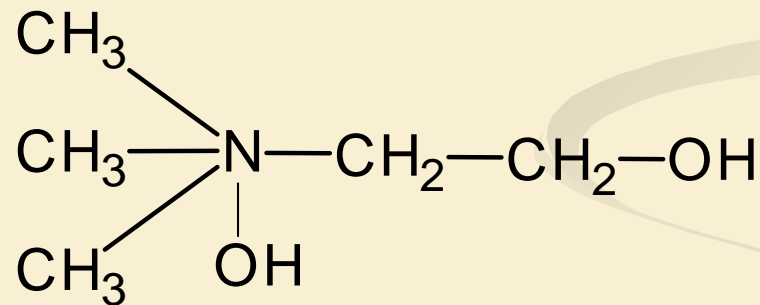
**Mioinozit**  
(hexahidroxi-ciklohexán)  
Optikailag inaktív, csak ennek van biológiai hatása.

**Fitin:** az inozit foszforsav észterének Ca-Mg sója (növényekben szabadon, állati szervekben fehérjékhez, lipoidokhoz kötve).

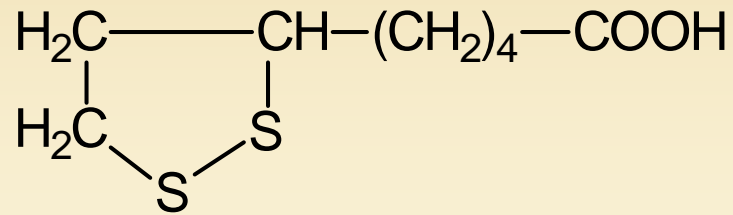
## Kolin

Fontos szerepe van a foszfatidok szintézisében.  
A szerkezet egyik fontos metil-donora.

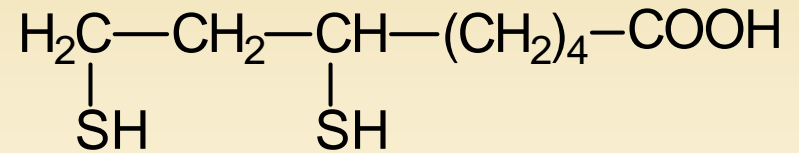
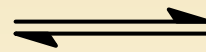
**Előfordulás:** hal, máj, tojássárgája, olajos magvak.  
Az ember tudja szintetizálni.



# Liponsav



**liponsav**



**dihidro-liponsav**

**Ciklikus diszulfid, valeriánsav oldallánccal.**

**Sok enzim kofaktorának része.**

**Hidrogénfelvétel: dihidro-liponsav.**