



# Vitaminy

---

Pavel Coufalík

*BVCP0222p, jaro 2015*

# Náplň předmětu Potravinářská chemie II

Témata:

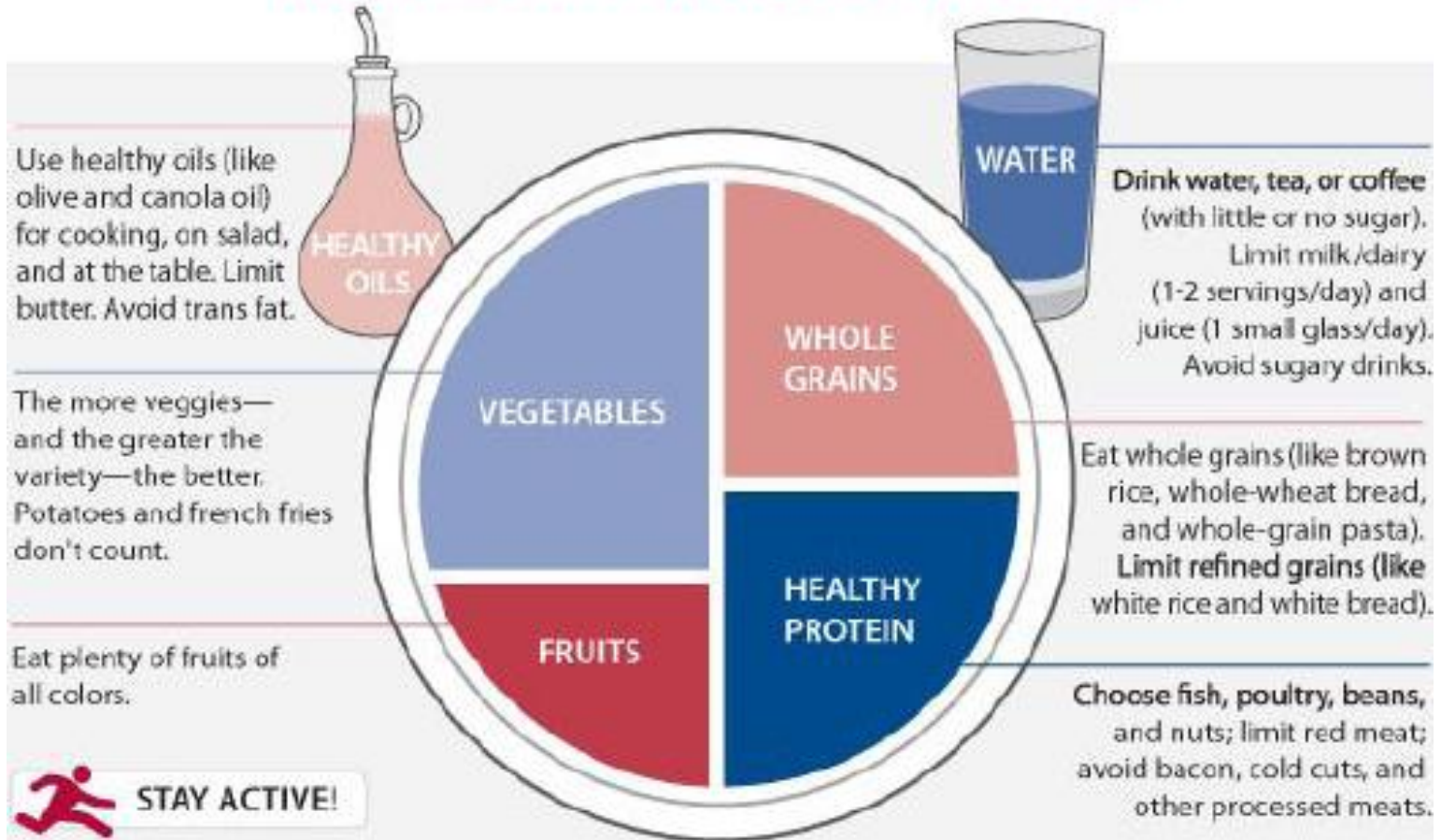
- Sacharidy
- Vitaminy
- Minerální látky
- Vonné a chuťové látky

Ukončení předmětu:

- Písemná zkouška z předmětu Potravinářská chemie II
- Ústní pohovor v rozsahu předmětů Potravinářská chemie I a II

# Vitamins

## HEALTHY EATING PLATE





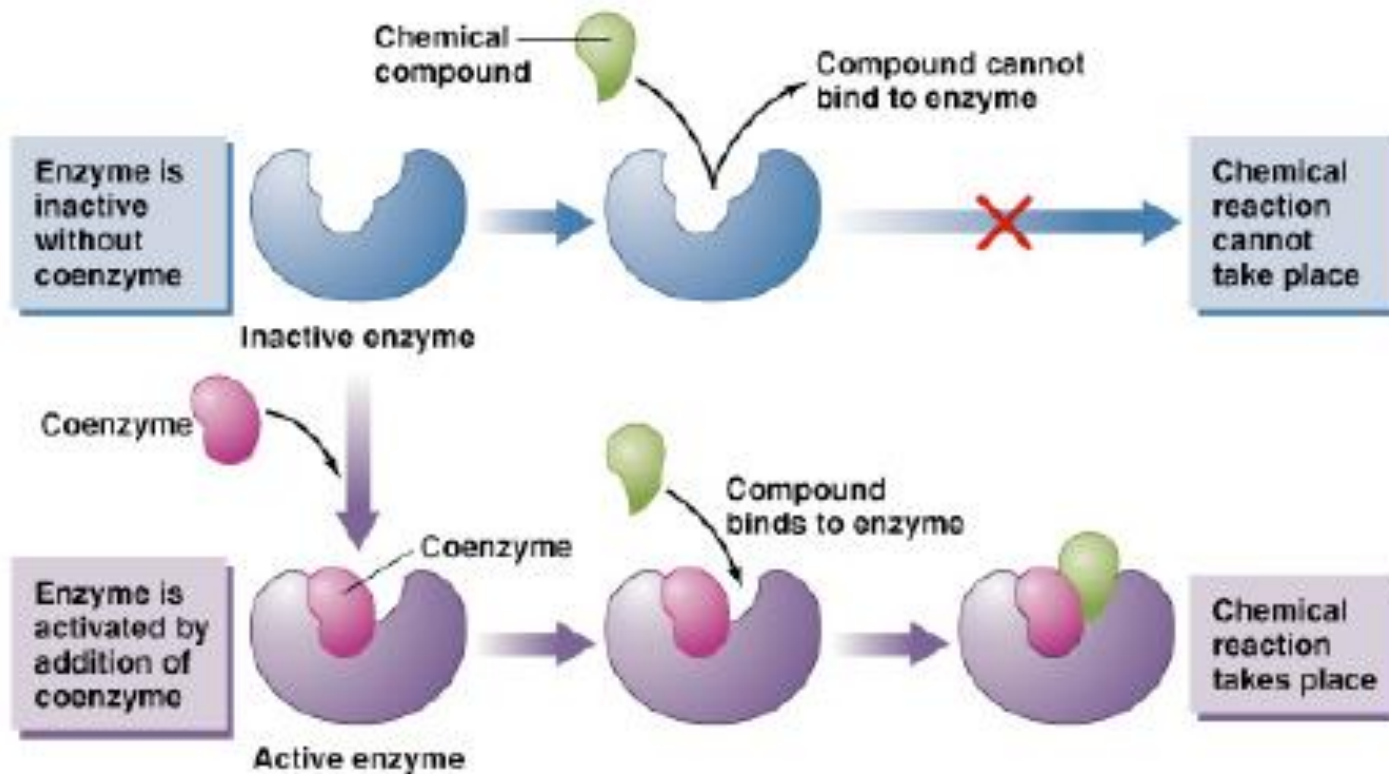
# Vitamins

## The Many Roles of Vitamins in Promoting Health

<b>Metabolic Function</b>	<b>Vitamins That Play a Role</b>
Antioxidants	Vitamin C, vitamin E
Blood clotting and red blood cell synthesis	Folate, vitamin B <sub>6</sub> , vitamin B <sub>12</sub> , vitamin K
Bone health	Vitamin A, vitamin C, vitamin D, vitamin K
Energy	Biotin, niacin (B <sub>3</sub> ), pantothenic acid, riboflavin (B <sub>2</sub> ), thiamin (B <sub>1</sub> ), vitamin B <sub>6</sub> , vitamin B <sub>12</sub>
Growth and reproduction	Vitamin A, vitamin D
Immune function	Vitamin A, vitamin C, vitamin D
Protein metabolism	Folate, vitamin B <sub>6</sub> , vitamin B <sub>12</sub>

# Vitaminy

- Organické nízkomolekulární sloučeniny
- Exogenní esenciální biokatalyzátory
- Syntetizované autotrofními organismy
- Heterotrofní organismy – částečná syntéza, produkce střevní mikroflórou
- Kofaktory enzymů v metabolismu nukleových kyselin, bílkovin, sacharidů, tuků a dalších látek



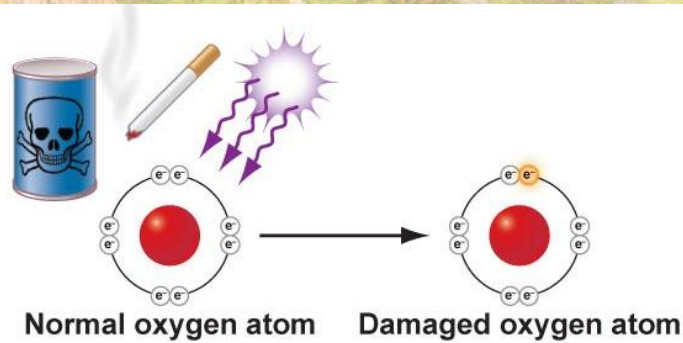
# Vitaminy

- Antioxidanty
- Vitamin E
- Vitamin C

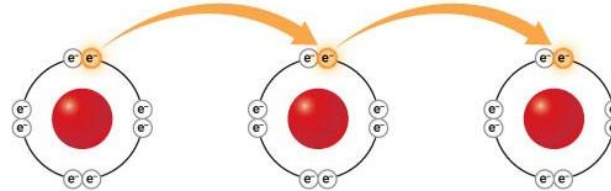
+ flavonoidy, karotenoidy,  
selen

Zdroje antioxidantů:

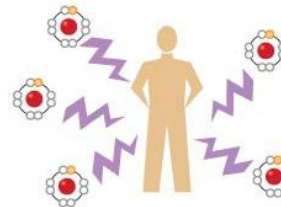
- Ovoce
- Zelenina
- Celozrnné potraviny



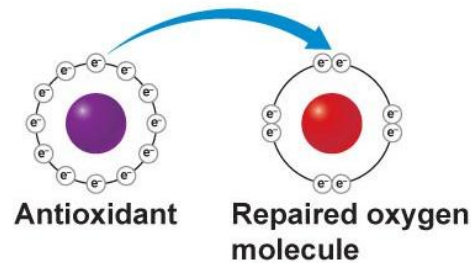
**a** Normal reactions in the body, and stressors such as chemicals in the environment, smoking, and ultraviolet light create free radicals.



**b** Free radicals have an unpaired electron that seeks an electron from another compound, causing a chain reaction of oxidation.



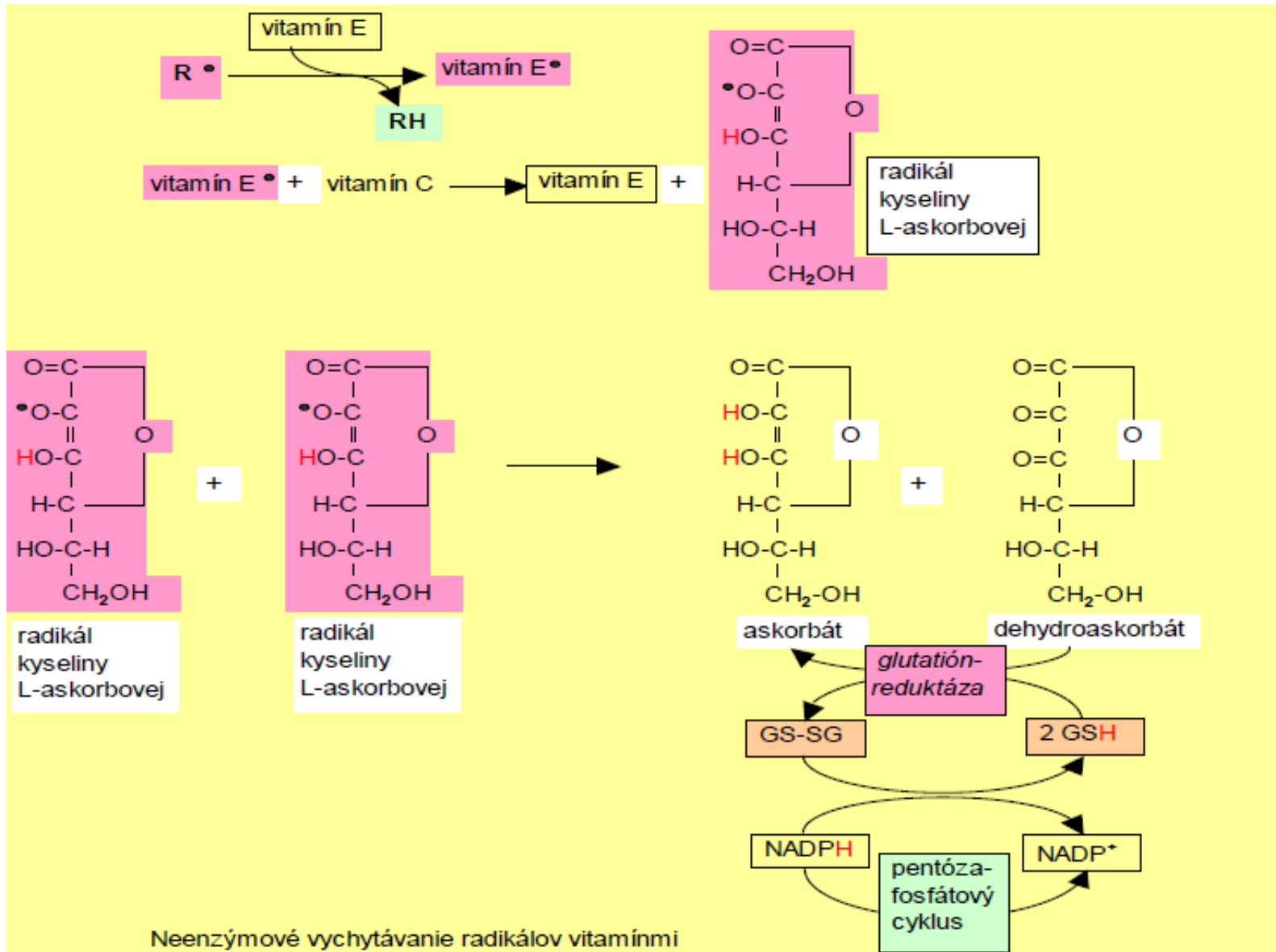
**c** Free radicals lead to oxidative stress. This accelerates the aging process and increases the risk of heart disease, cancer, diabetes, arthritis, macular degeneration, Parkinson's disease, and Alzheimer's disease.



**d** Antioxidants, such as vitamin E, neutralize free radicals by "lending" an electron to stabilize damaged atoms.



# Vitamíny



# Vitaminy

Dělení vitaminů:

1) rozpustné ve vodě – 9 vitaminů

- Vitaminy skupiny B:  
thiamin – B<sub>1</sub>, riboflavin – B<sub>2</sub>, niacin – B<sub>3</sub>, pantothenová kys. – B<sub>5</sub>, pyridoxin – B<sub>6</sub>, biotin – H, folacin – B<sub>c</sub>, kyanokobalamin – korinoidy, B<sub>12</sub>
- Vitamin C
- Nejsou skladovány v organismu, exkrece nadbytku močí

2) rozpustné v tucích – 4 vitaminy

- Vitaminy A (retinoidy), D (kalciferoly), E ( tokoferoly), K (fyllochinon)
- Ukládání v játrech

	Water-Soluble Vitamins	Fat-Soluble Vitamins
Absorbed in the	Small Intestine	Small Intestine
Hydrophobic or Hydrophilic	Hydrophilic	Hydrophobic
Absorbed into the	Blood	Lymph
Stored in the body	Not Generally	Yes
Can build up and become toxic	Not Generally	Yes
Need to consume daily	Yes	No



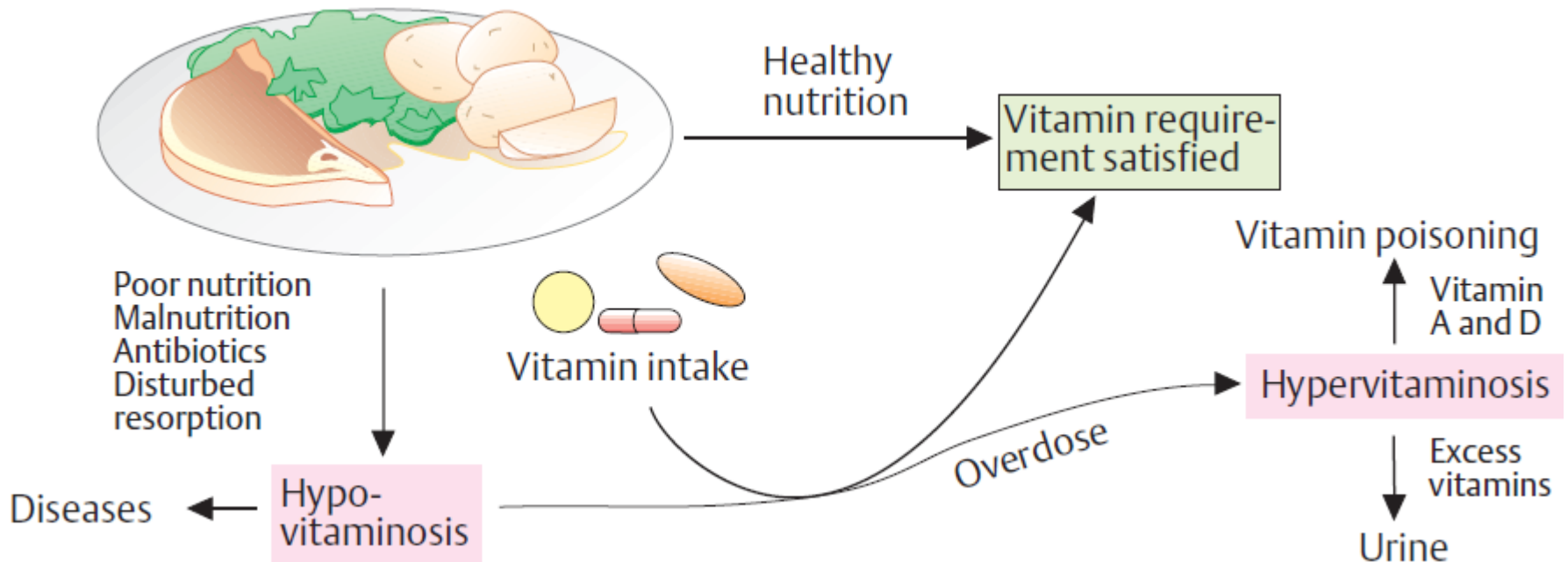
# Vitaminy

Rezervní kapacita vitaminu – doba, po kterou je potřeba kryta rezervami:

- Korinoidy (B<sub>12</sub>): 3-5 let
- Vitamin A: 1-2 roky
- Folacin: 3-4 měsíce
- Vitamin K, C, riboflavin, pyridoxin, niacin: 2-6 týdnů
- Thiamin: 4-10 dní
- Restituce – doplnění na původní množství
  
- Hypervitaminosa – toxicita nadměrného příjmu; především vitamin A, D
- Hypovitaminosa – nedostatečný příjem; jednostranná a nevyvážená strava, špatný životní styl a civilizační návyky představují značné riziko
  
- Avitaminosa – úplný nedostatek; dnes stále běžná v zemích třetího světa; porucha biochemických procesů:  
pelagra – vitaminy B, kurděje – vitamin C, beri-beri – thiamin, křivice – vitamin D, perniciosní anémie – korinoidy, xeroftalmie – vitamin A

# Vitaminy

- Riziko nedostatku některých vitaminů je obecně vyšší pro kojence, těhotné ženy, starší osoby, vegetariány a vegany, alkoholiky a kuřáky
- Provitamin – prekurzor, vitamin vzniká jeho metabolickou přeměnou
- Retence – kolik % vitaminu se zachovalo z původního množství
- Fortifikace potravin – přídavek vitaminu na vyšší než původní množství



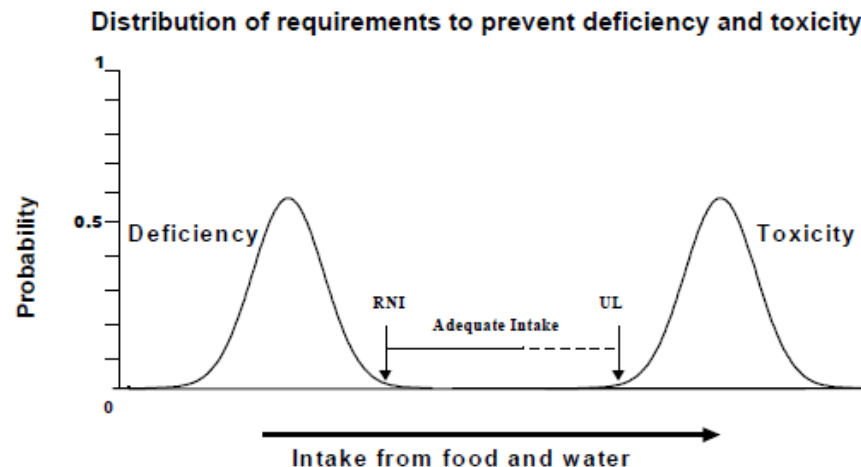
# Vitaminy

## Příčiny nedostatku vitaminů:

- Snížený příjem v potravě
- Poruchy vstřebávání (poruchy sliznice GIT , snížená sekrece žluči)
- Ovlivnění léčiv (potlačení činnosti střevních mikroorganismů)
- Onemocnění jater (snížená schopnost ukládání vitaminů)
- Infekční onemocnění, růst, těhotenství, kojení

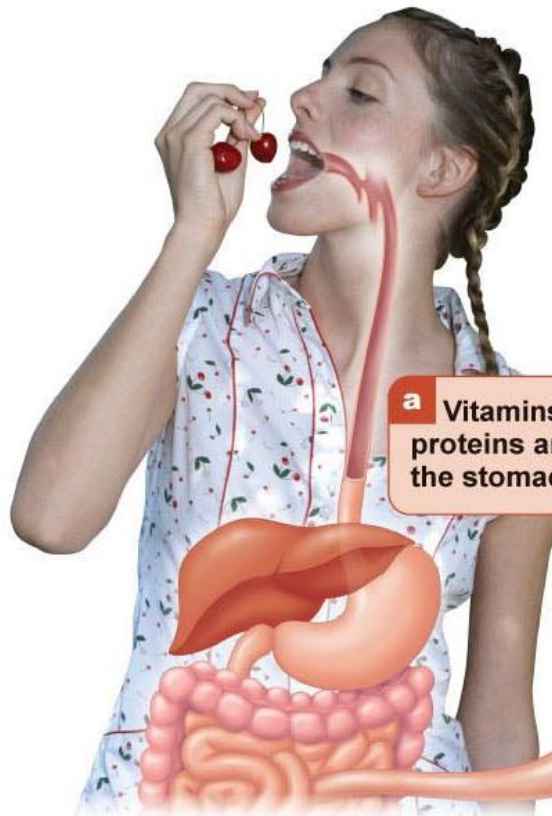
## Avitaminy

- Eliminují biologické účinky vitaminů:
  - 1) Kompetitivní inhibice enzymů (strukturní analogy vitaminů)
  - 2) Degradace vitaminů (např. enzymy)
  - 3) Komplexace vitaminů (např. bílkovinami)





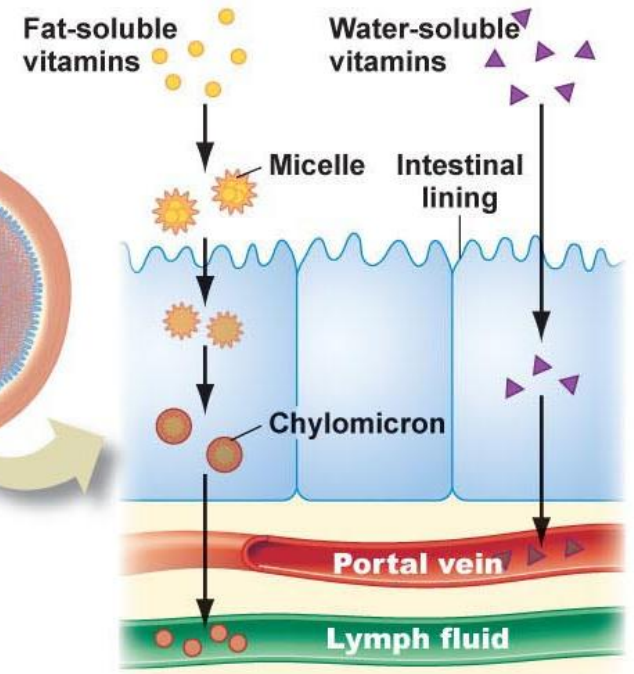
# Vitamins



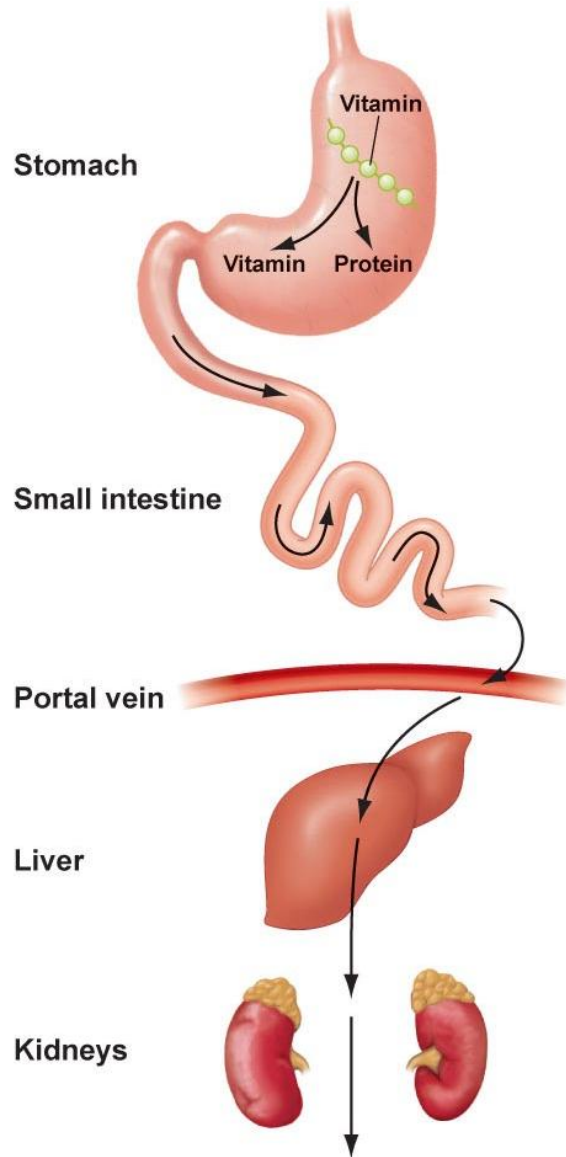
**a** Vitamins bound to proteins are released in the stomach.

**b** In the small intestine, the fat-soluble vitamins are transported into the intestinal cells as part of micelles. Once inside the intestinal cells, fat-soluble vitamins are packaged with fat and other lipids into a chylomicron. The chylomicrons travel through the lymph system to the main circulation.

**c** The water-soluble vitamins are absorbed directly into the portal vein from the small intestine.



# Vitamins



**a** Vitamins are hydrolyzed in the stomach from the protein complexes found in food.

**b** Most of the water-soluble vitamins are absorbed in the upper small intestine with the exception of vitamin B<sub>12</sub>, which is absorbed in the ileum.

**c** The water-soluble vitamins are absorbed directly into the portal vein and transported to the liver, where they are either stored (B<sub>12</sub>) or sent out into circulation.

**d** Excess water-soluble vitamins are excreted through the kidneys in the urine.

# Vitaminy

- Množství potřebné k zajištění fyziologických funkcí závisí na věku, pohlaví, zdravotním stavu, pracovní aktivitě, životním stylu ...

Vitamin	Doporučená denní dávka
Thiamin	1,4 mg
Riboflavin	1,6 mg
Niacin	18 mg
Pyridoxin	2 mg
Pantothenová kyselina	6 mg
Biotin	0,15 mg
Folacin jako kyselina listová	0,2 mg
Vitamin B <sub>12</sub>	0,001 mg
Vitamin C	60 mg
Vitamin A	0,8 mg
Vitamin D	0,005 mg
Vitamin E	10 mg



# Vitaminy

**Tabulka 1. Návrh výživových doporučených dávek (RDA) Evropskou unií – Commission of the European Communities**

RDA EU	thiamin mg	pyridoxin mg	riboflavin mg	niacin mg	kys. listová mg	vitamin B12 µg
0–6 měsíců	-	-	-	-	-	-
6–12 měsíců	0,3	0,4	0,4	5	50	0,5
1–3 roky	0,5	0,7	0,8	9	100	0,7
4–6 let	0,7	0,9	1	11	130	0,9
7–10 let	0,8	1,1	1,2	13	150	1
11–14 let – chlapci	1	1,3	1,4	15	180	1,3
11–14 let – dívky	0,9	1,1	1,2	14	180	1,3
15–18 let – chlapci	1,2	1,5	1,6	18	200	1,4
15–18 let – dívky	0,9	1,1	1,3	14	200	1,4

**Tabulka 2. Návrh výživových doporučených dávek (RDA) Evropskou unií – Commission of the European Communities**

RDA EU	vitamin C mg	vitamin A mg RE	vitamin D µg	vitamin K µg	vitamin E* mg
0–6 měsíců	-	-	-	-	-
6–12 měsíců	20	0,35	0–25	1µg/kg	*
1–3 roky	25	0,4	10	1µg/kg	*
4–6 let	25	0,4	0–10	1µg/kg	*
7–10 let	30	0,5	0–10	1µg/kg	*
11–14 let – chlapci	35	0,6	0–15	1µg/kg	*
11–14 let – dívky	35	0,6	0–15	1µg/kg	*
15–18 let – chlapci	40	0,7	0–15	1µg/kg	*
15–18 let – dívky	40	0,6	0–15	1µg/kg	*

1µg RE = 1µg vit. A = 6 µg β-karotenu

1 µg vitaminu D = 40 IU (m. j.)

\* RDA mg vitaminu E = 0,4 × mg PUFA v potravě

# Vitamins

Vitamin	Dietary Reference Intakes (DRI) Females (F) Males (M) (18–30 yrs old)	Some Common Food Sources	Consequences of Deficiency (Names of deficiency diseases are in bold)
<b>Water-soluble vitamins</b>			
Vitamin C	<b>RDA</b> F: 75 mg M: 90 mg <b>UL:</b> 2 g	Citrus fruits; potatoes; peppers, broccoli, spinach; strawberries	<b>Scurvy:</b> defective collagen formation leading to subcutaneous hemorrhage, aching bones, joints, and muscle in adults, rigid position and pain in infants.
Thiamin	<b>RDA</b> F: 1.1 mg M: 1.2 mg	Enriched cereals and breads; unrefined grains; pork; legumes, seeds, nuts	<b>Beri-beri:</b> (wet) Edema; anorexia, weight loss; apathy, decrease in short-term memory, confusion; irritability; muscle weakness; an enlarged heart
Riboflavin	<b>RDA</b> F: 1.1 mg M: 1.3 mg	Dairy products; fortified cereals; meats, poultry, fish; legumes	<b>Ariboflavinosis:</b> Sore throat, hyperemia, edema of oral mucosal membranes; cheilosis, angular stomatitis; glossitis, magenta tongue; seborrheic dermatitis; normochromic normocytic anemia
Niacin <sup>b</sup>	<b>RDA</b> F: 14 mg NEQ M: 16 mg NEQ <b>UL:</b> 35 mg	Meat: chicken, beef, fish; enriched cereals or whole grains; most foods	<b>Pellagra:</b> Pigmented rash in areas exposed to sunlight; vomiting; constipation or diarrhea; bright red tongue; neurologic symptoms
Vitamin B <sub>6</sub> (pyridoxine)	<b>RDA</b> F: 1.3 mg M: 1.3 mg <b>UL:</b> 100 mg	Chicken, fish, pork; eggs; fortified cereals, unmilled rice, oats; starchy vegetables; noncitrus fruits; peanuts, walnuts	Seborrheic dermatitis; microcytic anemia; epileptiform convulsions; depression and confusion
Folate	<b>RDA</b> F: 400 µg M: 400 µg	Citrus fruits; dark green vegetables; fortified cereals and breads; legumes	Impaired cell division and growth; <b>megaloblastic anemia</b> ; neural tube defects
Vitamin B <sub>12</sub>	<b>RDA</b> F: 2.4 µg M: 2.4 µg	Animal products <sup>c</sup>	<b>Megaloblastic anemia</b> Neurologic symptoms

# Vitamins

Biotin	<b>AI</b> F: 30 µg M: 30 µg	Liver Egg yolk	Conjunctivitis; central nervous system abnormalities; glossitis; alopecia; dry, scaly dermatitis
Pantothenic acid	<b>AI</b> F: 5 mg M: 5 mg	Wide distribution in foods, especially animal tissues; whole grain cereals; legumes	Irritability and restlessness; fatigue, apathy, malaise; gastrointestinal symptoms; neurological symptoms
Choline	<b>AI</b> F: 550 mg M: 425 mg <b>UL:</b> 3.5 g	Milk; liver; eggs; peanuts	Liver damage

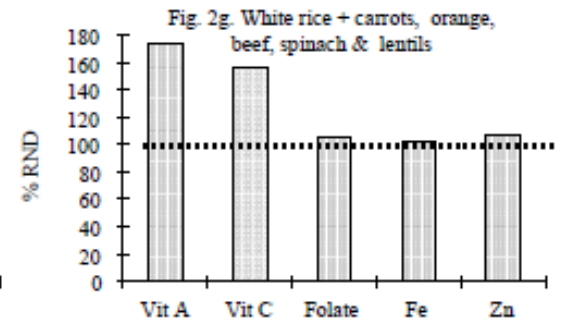
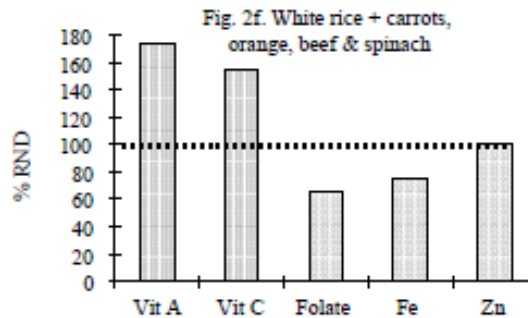
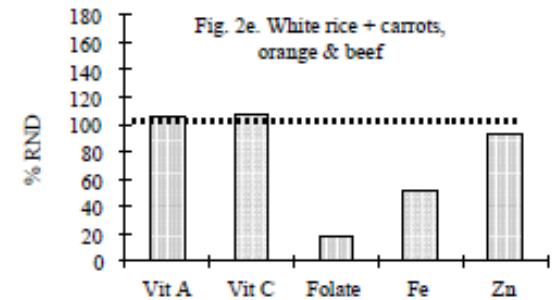
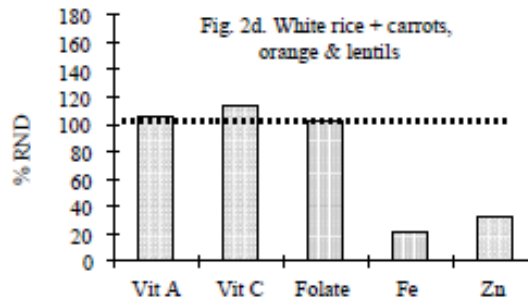
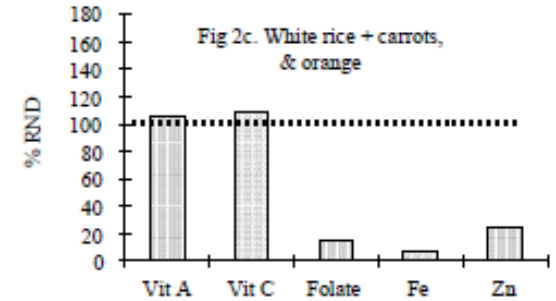
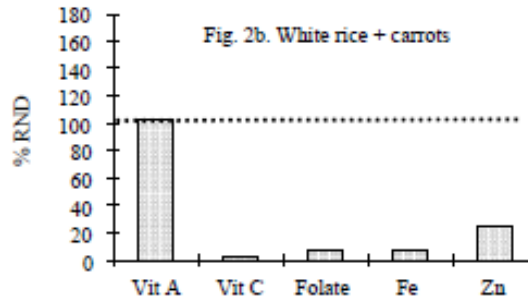
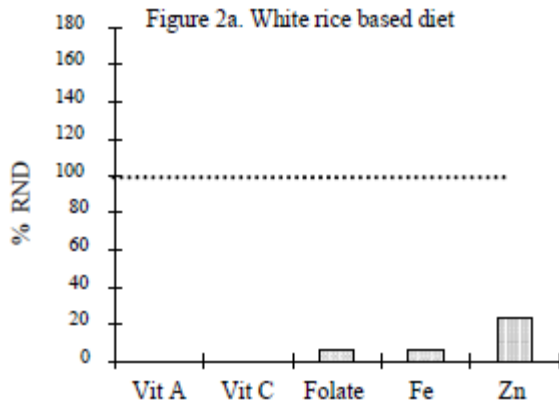
## Fat-soluble vitamins

Vitamin A	<b>RDA</b> F: 700 µg M: 900 µg <b>UL:</b> 3000 µg	Carrots; Dark green and leafy vegetables; sweet potatoes and squash; broccoli	Night blindness; <b>xerophthalmia</b> ; keratinization of epithelium in GI, respiratory and genitourinary tract, skin becomes dry and scaly
Vitamin K	<b>RDA</b> F: 90 µg M: 120 µg	Green leafy vegetables; cabbage family (brassica); Bacterial flora of intestine	Defective blood coagulation; hemorrhagic anemia of the newborn
Vitamin D	<b>AI<sup>d</sup></b> F: 5 µg M: 5 µg <b>UL:</b> 50 µg	Fortified milk; Exposure of skin to sunlight	<b>Rickets</b> (in children); inadequate bone mineralization (osteomalacia)
Vitamin E	<b>RDA</b> F: 15 mg M: 15 mg <b>UL:</b> 1 g	Vegetable oils, margarine; wheat germ; nuts; green leafy vegetables	Muscular dystrophy, neurologic abnormalities.



# Vitamins

## Percentage of recommended nutrient density (RND) for a diet of white rice and the addition of a variety of foods



# Vitaminy skupiny B

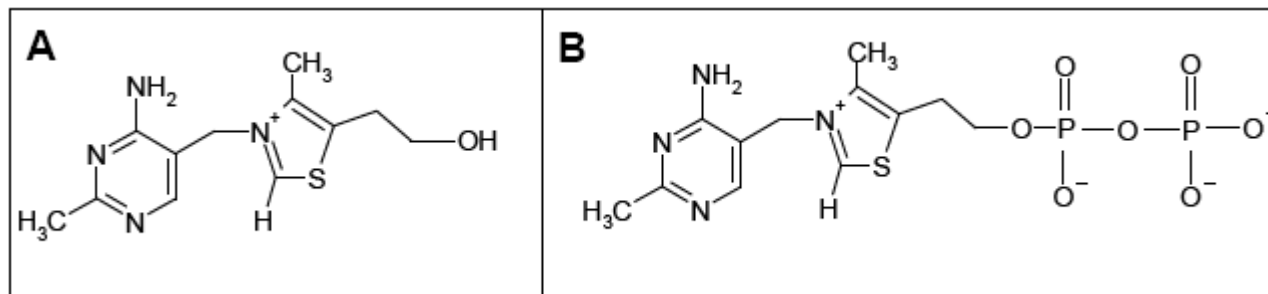
Potravina	Obsah v mg.kg <sup>-1</sup> (nebo mg.dm <sup>-3</sup> ) jedlého podílu						
	Thiamin	Riboflavin	Niacin	Pyridoxin	Pantothénová kyselina	Biotin	Folacin
maso vepřové	3,9-11	0,9-3,5	18-130	0,8-6,8	3,0-30	0,05	0,01-0,04
maso hovězí	0,4-1,0	0,4-3,5	38-102	0,8-5,0	3,0-20	0,02-0,03	0,02-0,18
maso kuřecí	1,0-1,5	0,7-2,8	93-122	2,6	5,3-9,6	0,11	0,10-0,12
játra vepřová	2,7-7,6	29-44	164-223	1,7-5,9	4,0-200	0,90-1,00	1,36-2,21
ryby	0,6-1,7	1,0-3,3	22-84	4,5-9,7	1,2-25	0,02-0,26	0,12
mléko	0,3-0,7	0,2-3,0	0,8-5	0,2-2,0	0,4-4,0	0,01-0,09	0,03-0,28
sýry	0,2-0,6	3,3-5,7	0,3-16	0,4-0,8	2,9-4,0	0,02-0,05	0,08-0,82
vejce	0,7-1,4	2,8-3,5	30	1,9-2,5	16-55	0,09-0,30	0,05-0,80
mouka pšeničná	0,6-5,5	0,2-1,2	9,0-57	1,2-6,0	8,0-13	0,01-0,06	0,60-1,46
chléb	0,6-3,0	0,6-1,5	8,0-34	0,3-3,0	4,0-5,0	0,01-0,02	0,26-0,54
luštěniny	2,0-8,4	1,2-2,8	14-31	6,3	9,4-14	0,13-0,60	0,55-1,59
zelí	0,5-0,6	0,5	3,0	2,7	1,0-3,0	0,01-0,02	0,16-0,45
špenát	0,5-1,5	0,6-3,4	6,0	2,2	1,8-27	0,03-0,07	0,50-1,92
rajčata	0,6	0,3-0,4	7,0	1,3-1,6	3,0-4,0	0,02-0,04	0,06-0,30
mrkev	0,3-1,4	0,5-2,6	5,0-15	1,0-7,0	3,0	0,03-0,04	0,4
brambory	0,5-1,8	0,3-2,0	10-20	1,4-2,3	3,0	0,01-0,02	0,08-0,20
jablka	0,4	0,1	1,0	0,3	1,0	0,01	0,06
citrusové ovoce	0,4-1,0	0,2-0,4	1,0-4,0	0,2-1,7	2,0	0,01-0,03	0,05-0,40
banány	0,5	0,4-0,6	7,0	2,6-3,1	2,0	0,04	0,28-0,36
ořechy	0,5-0,6	0,2-1,3	5,0-9,0	3,0	1,0	0,01-0,91	0,70
droždí	7,1	17-44	112-200	11-55	50-200	0,80	15

# Thiamin

- Vitamin B<sub>1</sub>; první objevený B vitamin
- Na každých 4200 kJ z cukrů se doporučuje příjem 0,4-0,6 mg
- Produkován střevní mikroflórou (malé množství)

Zdroj z potravy:

- Cereální výrobky (obsah především v klíčcích a otrubách obilovin) – 40% (20% chléb); bílá mouka má 10x méně než celozrnná
- Maso a masné výrobky (především vepřové) – 18-27%
- Mléko a mléčné výrobky – 8-14%
- Brambory – 10%
- Luštěniny – 5%
- Zelenina – až 12%; ovoce – 4%
- Vejce – 2%

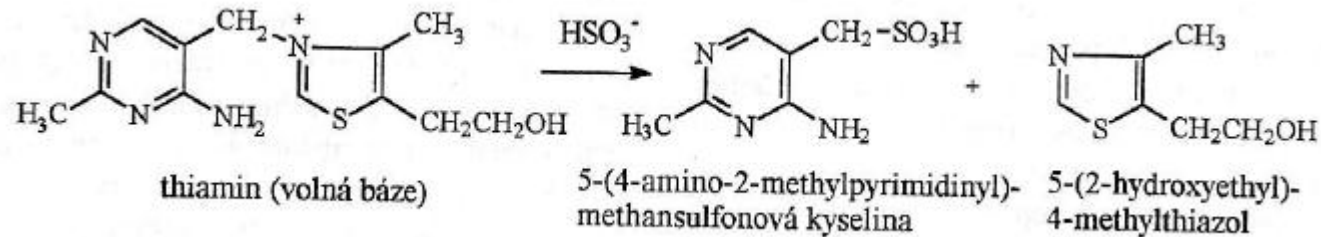


Vitamin B<sub>1</sub> (A) a jeho účinná forma thiaminpyrofosfát (TPP, B).

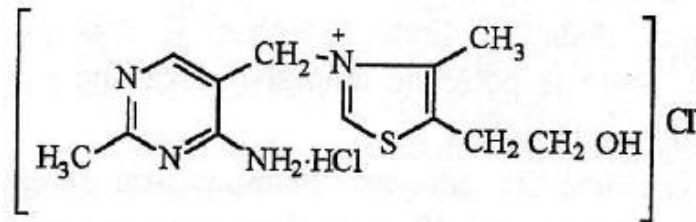


# Thiamin

- Jeden z nejméně stálých vitaminů (zvláště v neutrálním a alkalickém pH)
- Ztráty: vaření vepřového masa – 40-60%, pečení chleba – 25-30%, vaření brambor nebo kořenové zeleniny (výluh) – 25%, konzervace nekyselých potravin pomocí SO<sub>2</sub> – 100%; smažení 10-50%, vaření a dušení 50-70%
- Katalýza rozkladu – glycin, alanin, valin, glutamová kyselina
- Ochranný vliv před degradací mají bílkoviny



## Degradace thiaminu oxidem siřičitým



5-4, thiaminchloridhydrochlorid

Obohacování pšeničné mouky a rýže

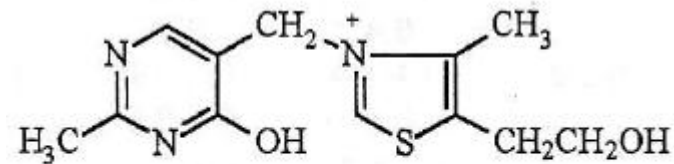
# Thiamin

Deficience:

- Svalová únava, nechutenství, hubnutí, apatie, deprese, poruchy koncentrace
- Často způsobená alkoholismem
- Jihovýchodní Asie

Avitaminosa – často způsobená jednostrannou stravou (loupaná rýže) – Beri-beri

Oxythiamin – antagonist thiaminu, v kyselých hydrolyzátech bílkovin (polévkové koření)



5-3, oxythiamin (volná báze)

**Beri-beri:**

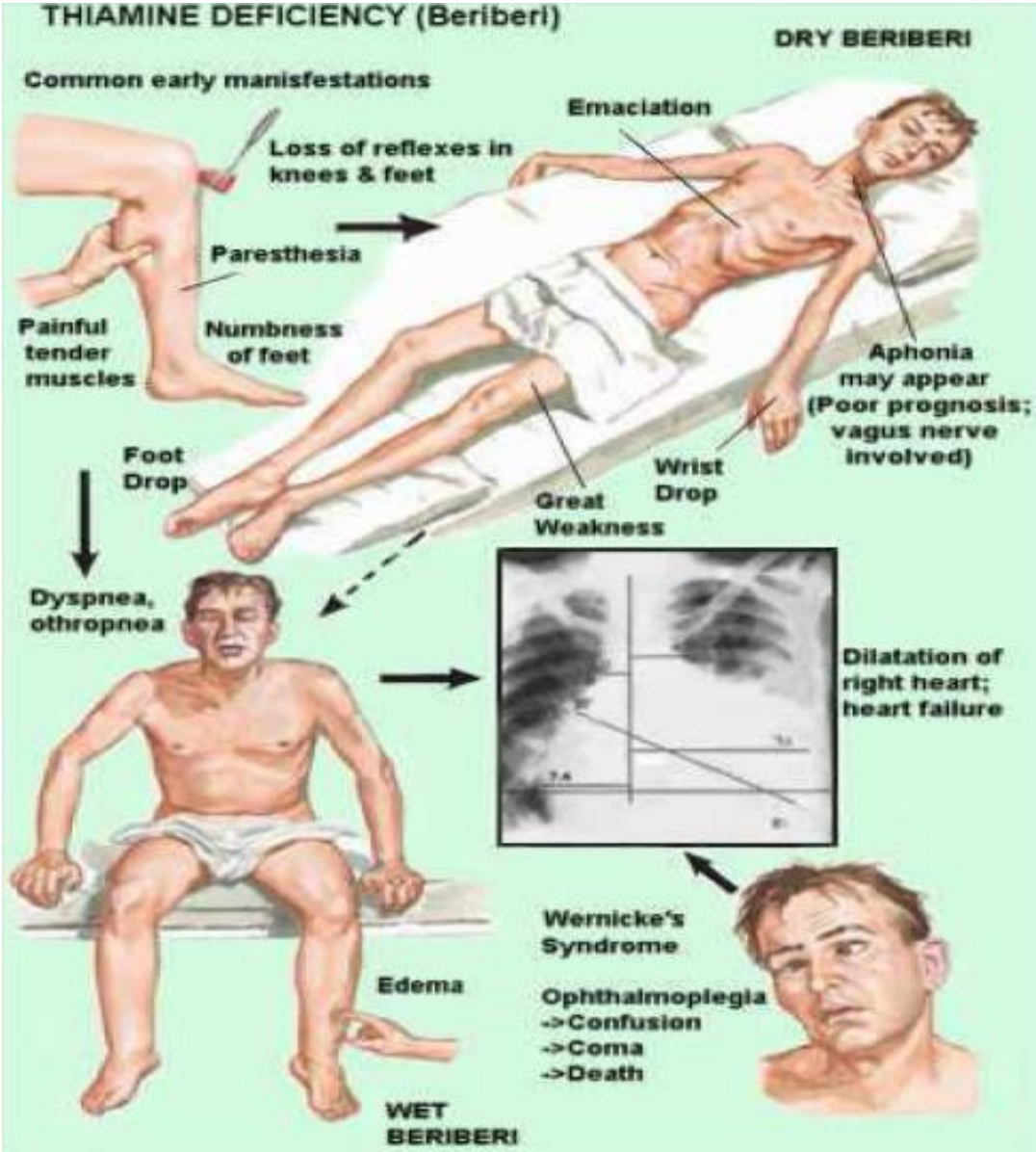
neurologické symptomy (suchá beri-beri)

kardiovaskulární projevy (vlhká beri-beri)

Wernickova encefalopatie

Korsakovův syndrom

# Thiamin





# Riboflavin

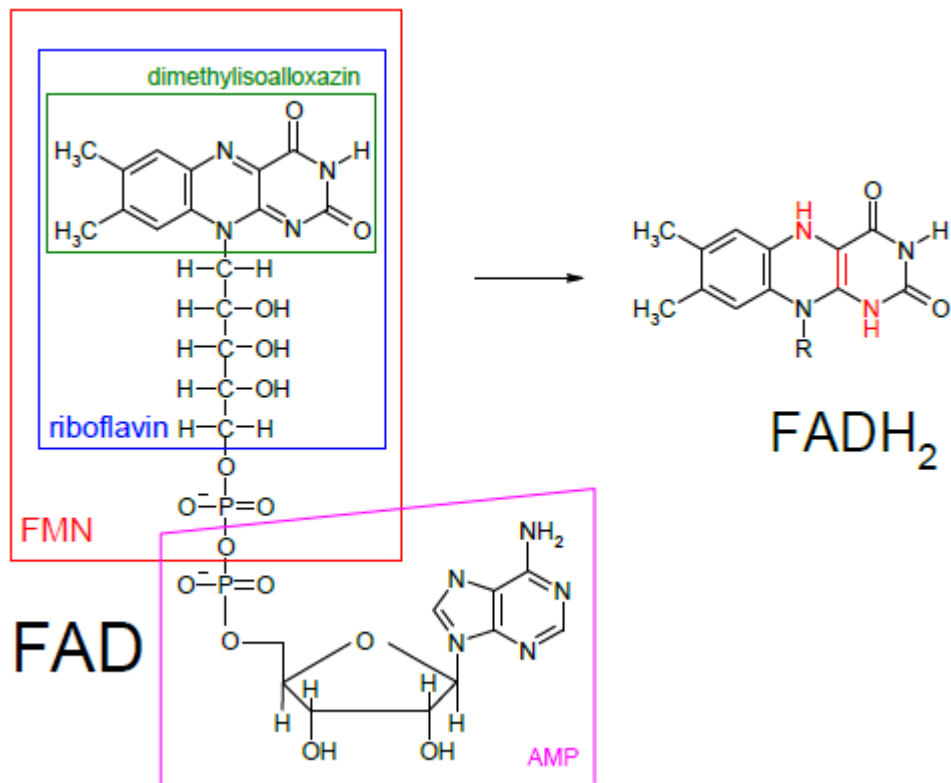
- Vitamin B<sub>2</sub>; oxidovaný flavochinon
- Denní spotřeba – 1,2-1,7 mg
- Především v potravinách živočišného původu

## Zdroj z potravy:

- Mléko a mléčné výrobky – 40%
- Maso a masné výrobky – 20%
- Cereálie – 15%
- Vejce – 10%
- Zelenina – 10%
- Kvasnice (i pivo)
- Vnitřnosti
- Některé mořské ryby

## Ztráty:

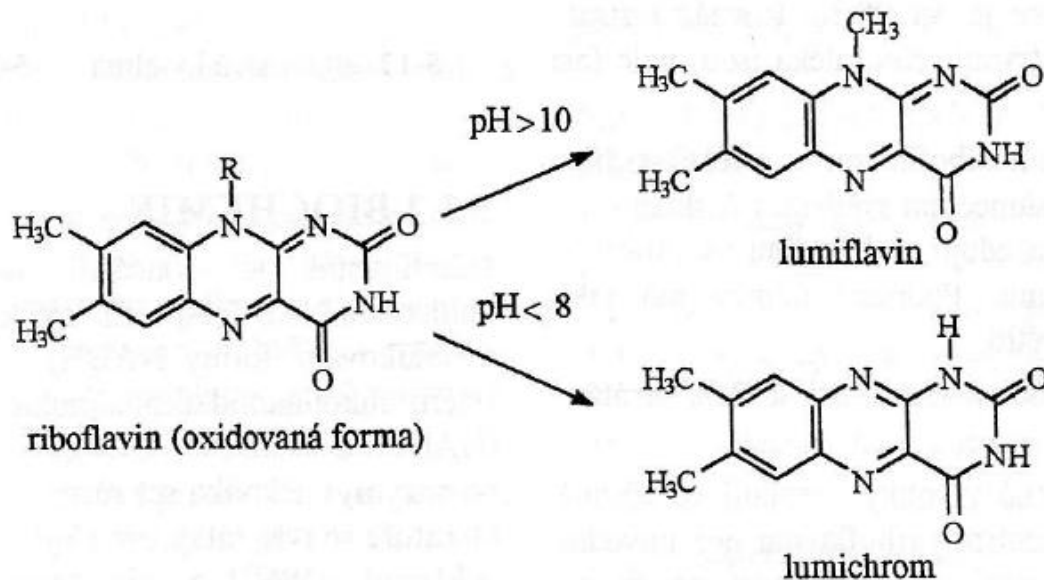
- Maso do 10%, většinou výluhem
- Mléko – degradace na světle
- Zelenina – 30-40%, výluhem



Riboflavin a jeho aktivní formy

# Riboflavin

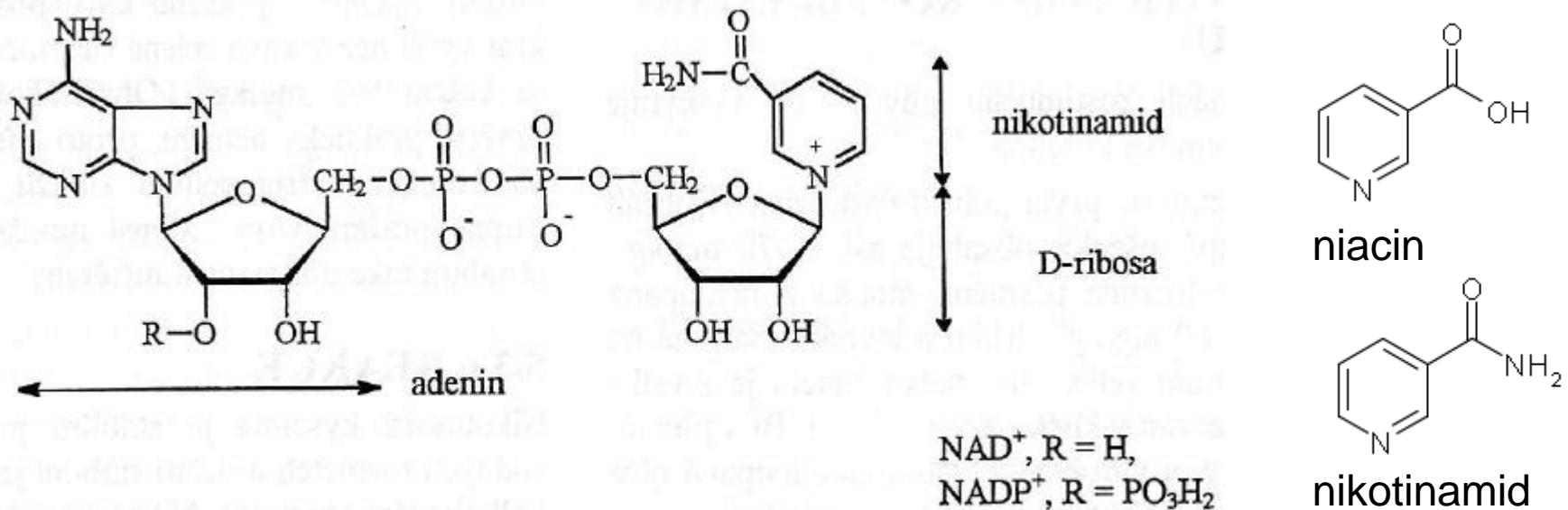
- Lépe se vstřebává z potravin živočišného původu
- Deficience – ariboflavinosa – poměrně vzácná, někdy u alkoholiků  
Příznaky: bolesti v krku, glostitida (zánět sliznice jazyka), dermatitida
- Stálý při tepelném zpracování
- Degradance v neutrálním a alkalickém prostředí
- Podléhá fotodegradaci
- Lumiflavin způsobuje rozklad vitamínu C a oxidaci retinolu, esenciálních mastných kyselin, esenciálních aminokyselin; „sluneční přípach“ vína



Fotolýza riboflavinu

# Niacin

- Vitamin B<sub>3</sub>, nikotinová kyselina
- Nahraditelný nikotinamidem, stejná účinnost
- Nikotinamid je součástí nikotinamidadenindinukleotidu NAD  
Oxidovaná forma – NAD<sup>+</sup>, Redukovaná forma – NADH  
Fosforečné estery – NADP<sup>+</sup> a NADPH – kofaktory několika set enzymů
- Oba kofaktory se účastní přenosu elektronů v respiračních systémech, např. většiny reakcí Krebsova cyklu

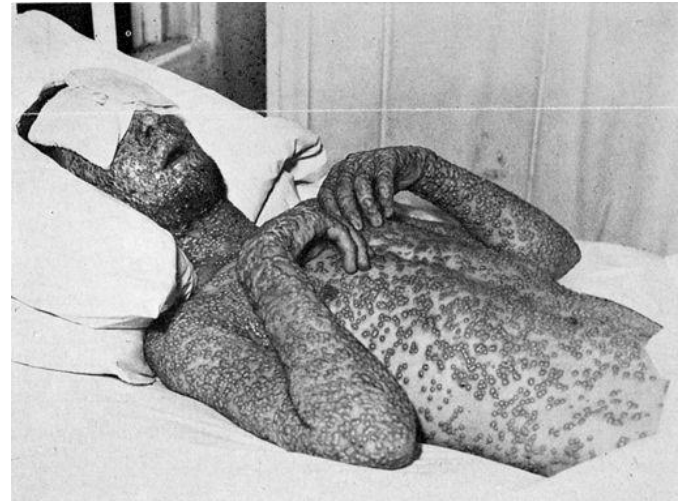




# Niacin

Zdroj z potravy:

- Maso a masné výrobky – 40% a více
- Vnitřnosti (játra), vejce (žloutek)
- Mléko – 10%
- Cereální výrobky – 20%
- Brambory – 10%
- Obiloviny – především v klíčcích a otrubách
- Luštěniny, ovoce, zelenina, pražená káva



pelagra

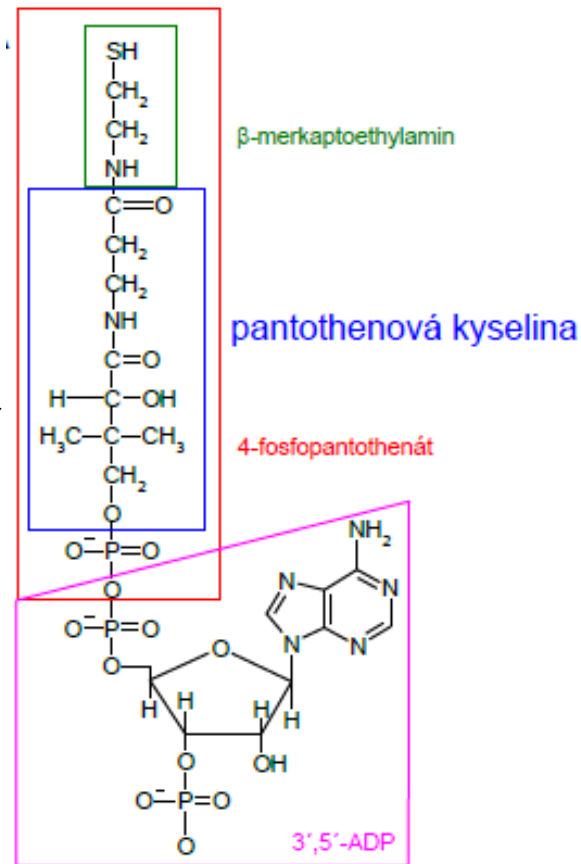
- Spotřeba minimálně 10 mg denně
- Omezená možnost syntézy niacinu z tryptofanu – mléko a vejce
- Deficiencie – strava jen z kukuřice; chronický alkoholismus  
**pelagra** – projevuje se kožními chorobami, poruchami funkce trávicího ústrojí, nespavostí, depresí, poškozením paměti, demencí
- Nikotinová kyselina je velmi stabilní (termicky i při změnách pH)
- Niacin je stabilní při většině úprav potravin, největší ztráty výluhem

# Kyselina pantothenová

- Vitamin B<sub>5</sub>
- Volná (R-enantiomer), vázaná jako koenzym A (CoA) nebo Acyl-Carier-Protein (ACR)
- S-enantiomer není biologicky aktivní
- Koenzym A – účinná složka enzymů
- Doporučený denní příjem 6-8 mg

## Zdroj z potravy:

- Prakticky ve všech potravinách rostlinného i živočišného původu, v relativně malém množství
- Především jako CoA a ACR
- Maso, vnitřnosti – nejvyšší obsah
- Vitamin je poměrně labilní – skladování i termická úprava
- Ztráty tepelným zpracováním masa: 12-50%



Koenzym A

- Deficience – velmi vzácná; dermatitidy, křeče, špatná koordinace pohybu

# Kyselina pantothenová

- Stabilita ve vodných roztocích závisí na pH

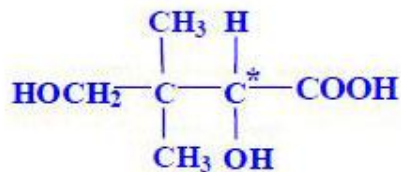
**reakce** stabilnější jen v pH 4-5

hydrolyzáza:

pantothenová kyselina

pH > 7

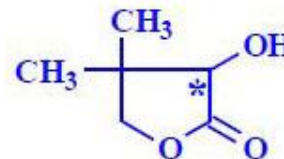
pH < 7



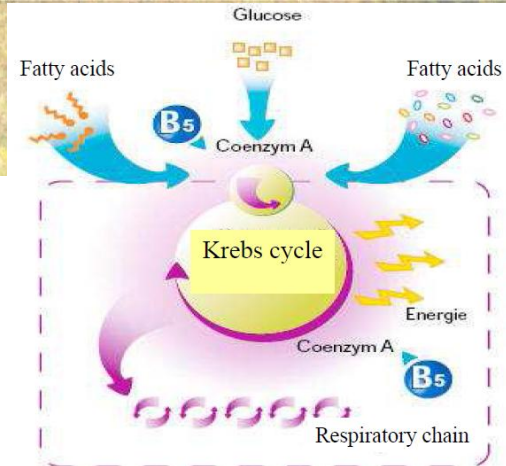
pantoová kyselina



β-alanin



pantolakton



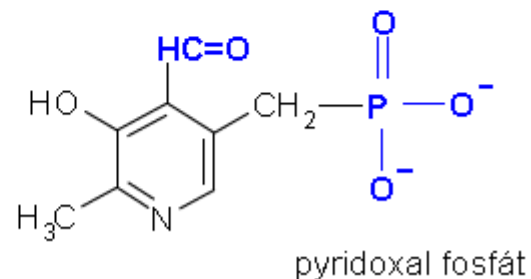
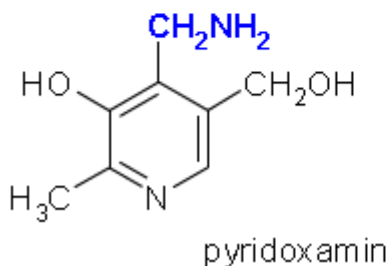
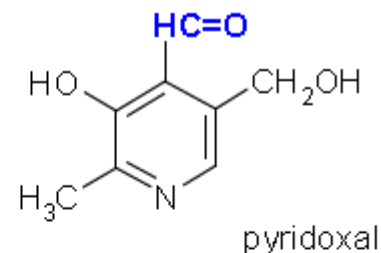
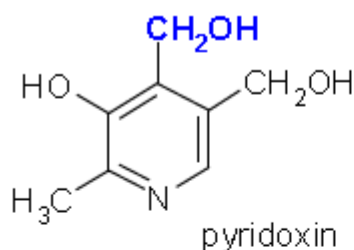


# Pyridoxin

- Vitamin B<sub>6</sub>, tři biologicky aktivní deriváty (pyridoxin, pyridoxal, pyridoxamin)
- Doporučený denní příjem 0,3-2,6 mg

Zdroj z potravy:

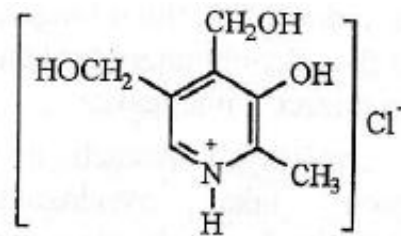
- Maso a masné výrobky – 40%
  - Zelenina – 22%
  - Mléko a mléčné výrobky – 12%
  - Cereálie – 10%
  - Ovoce – 8%
  - Luštěniny – 5%
  - Vejce – 2%
  - Droždí
- 
- Ztráty vyluhováním nebo reakcí pyridoxalu s bílkovinami



Látky s aktivitou vitaminu B<sub>6</sub> a jeho aktivní forma pyridoxal fosfát

# Pyridoxin

- Fortifikace dětské mléčné výživy, v některých státech fortifikace bílé pšeničné mouky hydrochloridem pyridoxolu

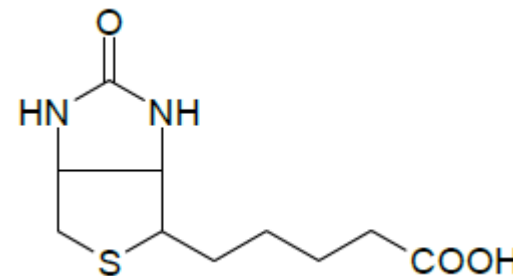


5-21, hydrochlorid pyridoxolu

- Stálý v kyselém prostředí, méně stálý v alkalickém a na světle
- Ztráta pečením masa – 35-55%, sušením mléka – 30-70%, vaření zeleniny – 40%
- Deficience – velmi vzácná; dermatitida, nervové poruchy, křeče u dětí
- Dlouhodobé podávání 200 mg/den může být neurotoxické

# Biotin

- Tzv. d-biotin = (+)-biotin vykazuje biologickou aktivitu – jeden z osmi izomerů
- Dříve nazývaný vitaminem H
- Prostetická skupina mnoha enzymů
- Denní spotřeba z potravy: 0,05-0,1 mg
- Volná látka i vázaný v bílkovinách
- Běžná strava ho obsahuje dostatek (žloutek, vnitřnosti, cereálie, zelenina, droždí, houby) v nízkých koncentracích
- Produkt střevní mikroflóry
- Nadbytečný volný biotin vylučován močí
- Deficience vzácná – dermatitida a alopecie, svalová hypotonie, porucha sluchu, atrofie očního nervu
- Nestálý v alkalickém prostředí, stálý v kyselém prostředí na světle i při zahřívání; ztráty výluhem
- Retence při vaření masa – 80%
- Spotřeba i produkce jogurtovou kulturou – podle druhu mikroflóry



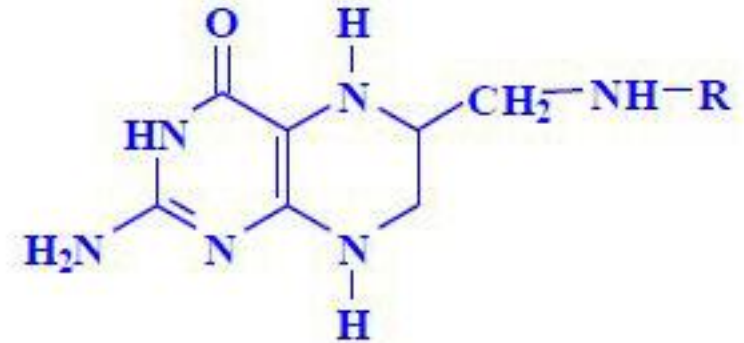


# Folacin

- Dříve označován jako vitamin B<sub>c</sub>
- Biologicky aktivní derivát kyseliny folové = listové
- Kofaktor enzymů uplatňujících se především v metabolismu aminokyselin, purinových a pyrimidinových nukleotidů

- Doporučený denní příjem: 0,2-0,9 mg

- Zdroj z potravy:
- Vejce a vnitřnosti
- Mléko a mléčné výrobky
- Listová zelenina
- Droždí a houby



aktivní forma – tetrahydrofolová kys.

- Nestálý při všech hodnotách pH, při zahřátí i na světle, v přítomnosti kyslíku, přechodných kovů, riboflavinu
- Ztráty při tepelném zpracování masa – až 95%, především výluhem jako u všech ostatních potravin

# Folacin

- Vaření zeleniny – ztráta 20-50%
- Spotřeba i produkce mikroorganismy v jogurtech
- Většinou nedostatkový ve výživě, hlavně u těhotných a kojících žen
- Nedostatek způsobuje rozštěp patra – před otěhotněním a první tři měsíce těhotenství jsou rozhodující
- Deficience – anémie

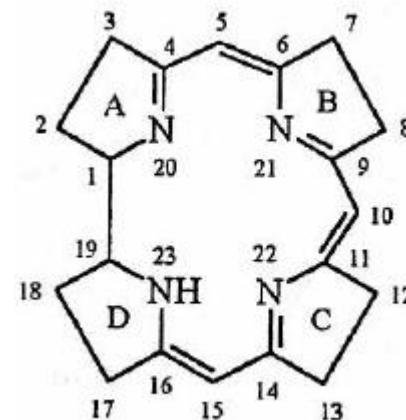


# Korinoidy

- Kobalaminy – vitamin B<sub>12</sub>,
  - Nejsložitější struktura ze všech vitaminů – základem je korinový cyklus
  - Od porfyrinového cyklu hemových barviv a chlorofylů se liší absencí methylenového můstku mezi pyrrolovými jádry A a D
  - Centrální atom je kobalt – tvoří až 6 koordinačních vazeb s ligandy
  - Koenzym B<sub>12</sub> je prostetickou skupinou řady enzymů
  - Katalytická aktivita – štěpení vazeb C–O a C–C
- 
- Denní potřeba: 1-3μg, u těhotných a kojících žen 4μg

## Formy vitaminu:

- Adenosylkobalamin = koenzym B<sub>12</sub>
  - Methylkobalaminy
  - Hydroxykobalamin – B<sub>12a</sub>
  - Akvakobalamin
  - Kyanokobalamin – syntetický, ve farmaceutických přípravcích
- 
- Absorbují se střevní stěnou

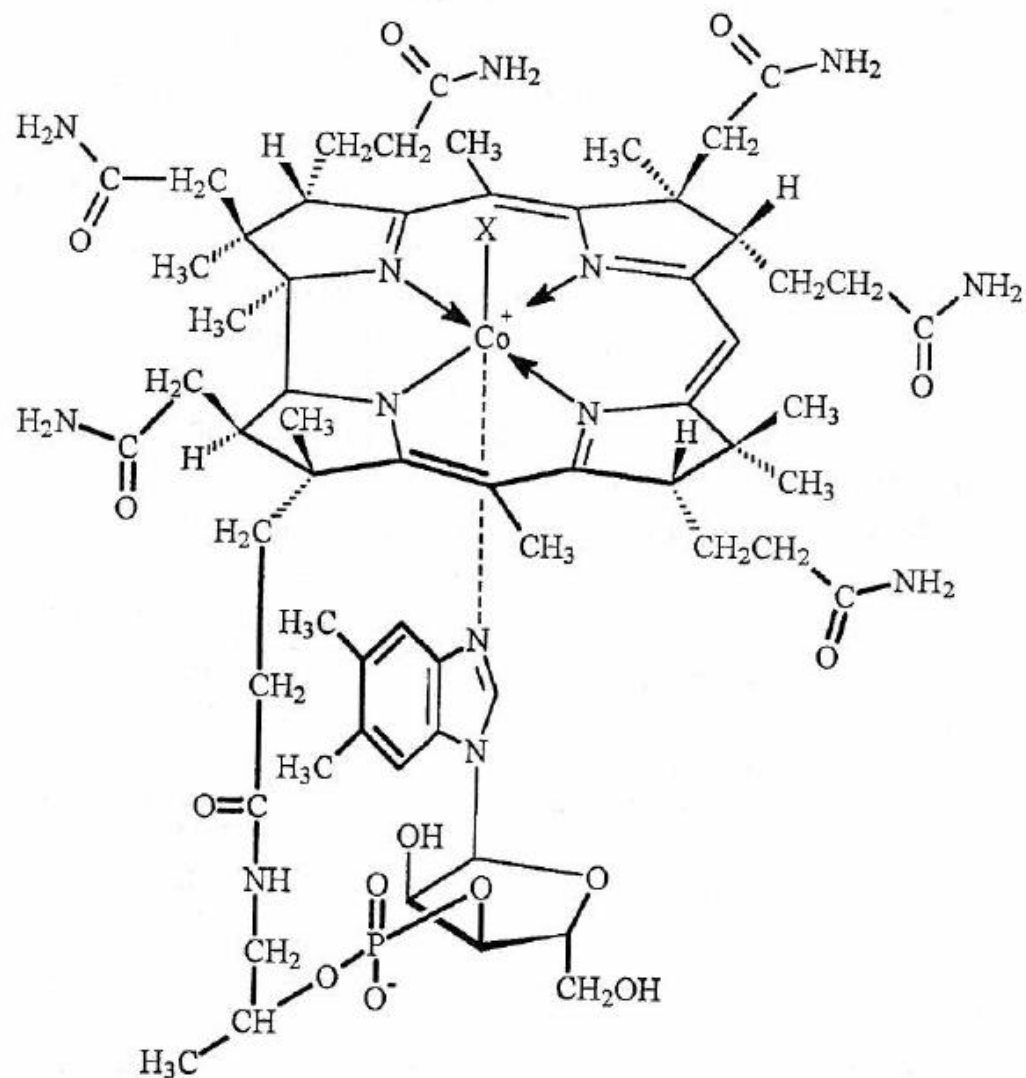


korin

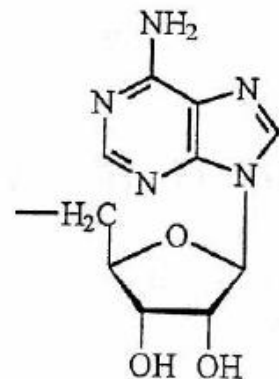


# Korinoidy

Struktura korinoidů:



- |                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| X = CN           | kyanokobalamin          |
| OH               | hydroxykobalamin        |
| H <sub>2</sub> O | akvakobalamin           |
| CH <sub>3</sub>  | methylkobalamin         |
| SO <sub>3</sub>  | sulfitokobalamin        |
| deoxyadenosyl    | koenzym B <sub>12</sub> |



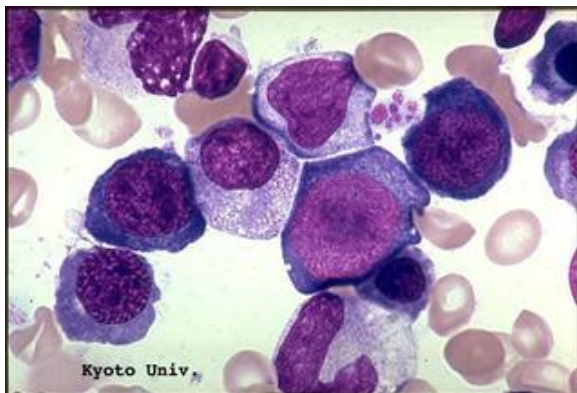
deoxyadenosyl

# Korinoidy

- Prakticky se nevyskytují v potravinách rostlinného původu

Zdroj z potravy:

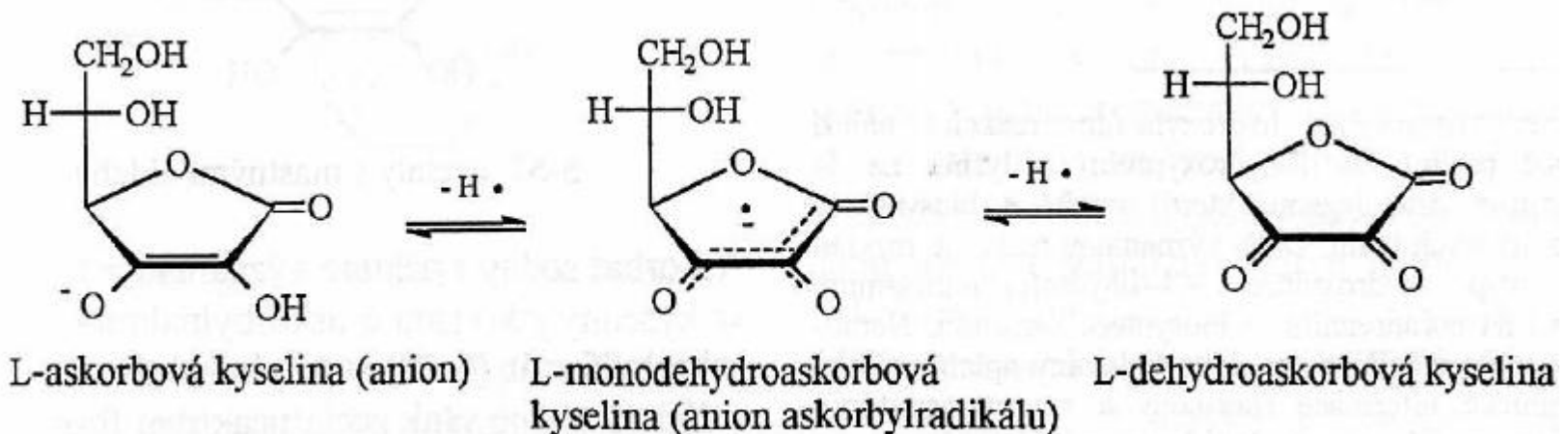
- Maso a masné výrobky – 70%
- Mléko a mléčné výrobky – 20%
- Vejce – asi 9%
- Cereální výrobky – asi 2%
- Denní příjem asi 3-31  $\mu\text{g}$ , absorpce 20-70% = velmi vzácná deficiencie; přísné vegetariánství
- Deficiencie: perniciosní a megaloblastová anémie
- V roztocích o pH = 4-7 relativně stálý; ztráty vyluhováním; termicky stabilní



perniciosní anémie

# Vitamin C

- Aktivitu vitaminu C vykazuje pouze L-askorbová kyselina, askorbylradikál a dehydroaskorbová kyselina
- Kofaktor v hydroxylačních a amidačních reakcích (např. syntéza kolagenu), účastní se biosyntézy mukopolysacharidů, prostaglandinů, syntézy adrenalinu, absorpce iontových forem železa, jeho transportu, stimuluje transport sodných, chloridových a vápenatých iontů, uplatňuje se v metabolismu cholesterolu, v žaludku redukuje nehemové  $\text{Fe}^{\text{III}}$  na  $\text{Fe}^{\text{II}}$  ...
- Má antioxidační vlastnosti – reakce s aktivními formami kyslíku (volnými radikály) = ochranná funkce lipidů membrán před oxidací; účinnější v kombinaci s tokoferoly





# Vitamin C

- Doporučený denní příjem: 60-200 mg

Zdroj z potravy:

- Brambory – 20-30%
  - Zelenina – 30-40%
  - Ovoce – 30-35%
  - Mléko – 10%
  - 90-95% ve formě askorbové kyseliny
- 
- Čerstvé ovoce a zelenina – nejvíce; závisí na druhu, zralosti, vegetačních podmínkách, zpracování
  - Vysoký obsah – šípky, černý rybíz, petržel kadeřavá, paprika, jahody, citrusy
  - Brambory – průměrný obsah, během uskladnění značně klesá



kurděje

Spotřeba vitaminu C podle věku:

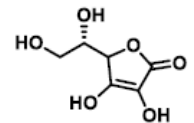
věk (rok)	< 1	1 - 4	4 - 10	10 - 18	> 18
mg/den	35	40	40	45	45-80

# Vitamin C

- Antivitaminy – oxidoreduktasy uplatňující se v metabolismu vitaminu C
- Většina živočichů ho syntetizuje z glukózy, člověk a několik dalších živočichů (primáti, morčata, netopýři) ho musí přijímat potravou
- Deficience: únava, špatné hojení ran, vypadávání zubů, zlomy v kapilárách, kurděje (skorbut) – krvácení do kůže sliznic a zažívacího traktu; prevence proti kurdějím – min 10 mg denně
- Spotřeba roste při horečnatých nákazách, průjmu, nedostatku železa a proteinové malnutrici

## Použití v potravinářském průmyslu:

- Konzervářenský průmysl, kvasný průmysl
- Antioxidant v masných výrobcích
- Konzervování ovocných šťáv a ovoce (zamezení změn aróma)
- Inhibitor enzymového hnědnutí
- Konzervant piva a vína
- Zlepšení pekařských vlastností mouky



# Vitamin C

Potravina	mg.kg <sup>-1</sup> (nebo mg.dm <sup>-3</sup> ) v jedlém podílu	Potravina	mg.kg <sup>-1</sup> (nebo mg.dm <sup>-3</sup> ) v jedlém podílu
maso	10-20	mrkev	50-100
šunka <sup>a)</sup>	300-500	petržel kořenová	230
vnitřnosti	50-340	petržel kadeřavá	1500-2700
mléko	5-20	pažitka	430
jablka	15-50	pór	150-300
hrušky	20-40	cibule	90-100
švestky	25-45	česnek	150-160
broskve	70-100	křen	450-1200
višně, třešně	60-300	zelí	170-700
angrešt	330-480	kapusta hlávková	700-1400
rybíz červený	200-500	kapusta růžičková	1000-1030
rybíz černý	1100-3000	brokolice	1100-1130
hroznové víno	20-50	květák	47-1610
jahody	400-700	kedluben	280-700
borůvky	90	salát hlávkový	60-300
melouny	130-590	špenát	350-840
pomeranče	300-600	rajčata	80-380
citrony	300-640	lilek	80
grapefruity	240-700	paprika (různé druhy)	620-3000
ananas	150-250	okurka	65-110
banány	90-320	chřest	150-400
kiwi	700-1270	hrášek	80-410
mango	100-350	fazolové lusky	90-300
papája	620-980	řepa salátová	65
šípky	2500-10000	brambory	80-400

<sup>a)</sup> Askorbová kyselina se používá jako aditivní látka.



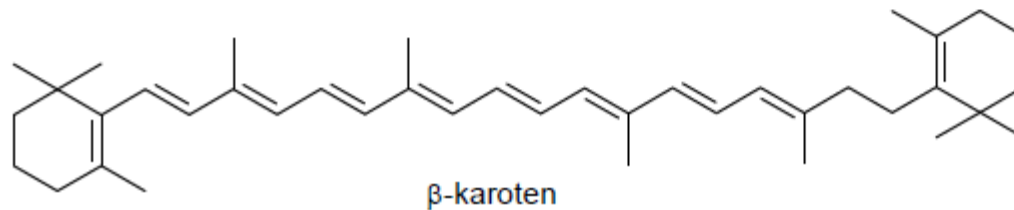
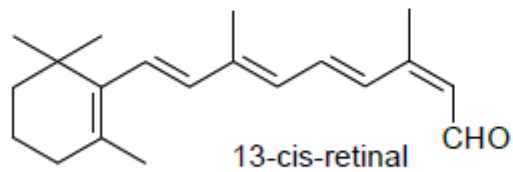
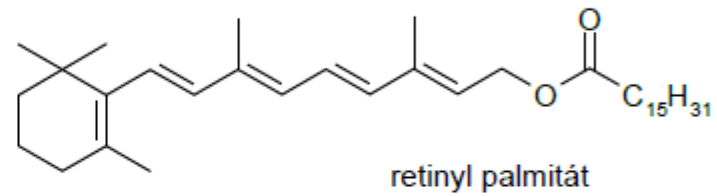
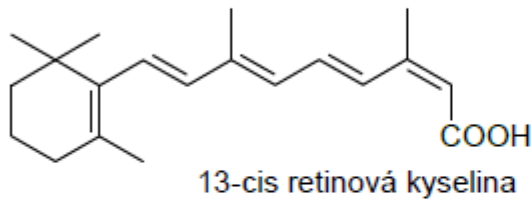
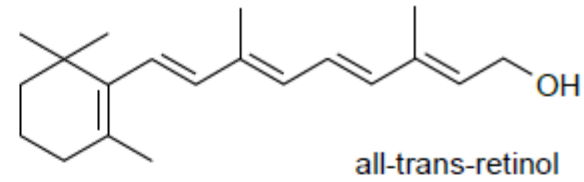
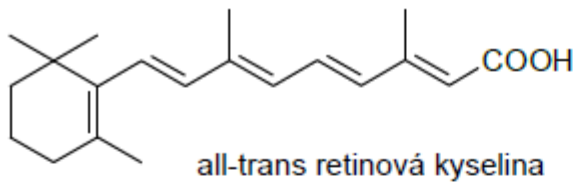
# Vitamin C

- Stabilnější v kyselém pH
- Autooxidace askorbové kyseliny vzdušným kyslíkem způsobuje většinu ztrát v potravinách při jejich zpracování; katalýza  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Cu}^{2+}$
- Dekarboxylace a dehydratace v silně kyselém prostředí – hlavní příčina ztrát v konzervařenských výrobcích v nepřítomnosti vzdušného kyslíku, především za vyšších teplot zpracování; kompoty a džusy
- Jeden z nejméně stálých vitaminů
- Ztráty oxidací, výluhem – ztráty při mytí, předváření i vaření zeleniny a ovoce; roli hraje i plocha potravin – listová x kořenová zelenina
- Během zpracování je stabilita vyšší v ovoci (nižší pH) než v zelenině
- Nejmenší ztráty – vysokoteplotní krátkodobá sterilace
- Stabilní při zamrazení, značné ztráty při rozmrazování (30-50%)
- Tepelné ošetření mléka – ztráta 20-50%



# Vitamin A

- all-trans-retinol = axeroftol = vitamin A<sub>1</sub>



vitamin A a jeho provitaminy

# Vitamin A

- Aktivitu vitaminu A také vykazuje 50 přirozeně se vyskytujících karotenoidů – tzv. provitaminy A
- Retinoidy = přirozené a syntetické karotenoidy
- Denní potřeba – 1 mg, vyšší v těhotenství; v běžné stravě dostatečná; 6 mg  $\beta$ -karotenu je ekvivalentní 1 mg retinolu
- Retinol se uplatňuje v biochemii zrakového vjemu, při biosyntéze bílkovin a diferenciaci buněk
- Inhibují radikálové oxidační reakce - antioxidanty
- Absorpce provitaminů z potravy není kvantitativní

## Zdroj z potravy:

- Játra – zvláště bohatý zdroj
- Rybí tuk
- Špenát a zelí – bohatý zdroj
- Mrkev, meruňky mango
- Máslo, sýr
  
- Mléko a maso – poměrně málo

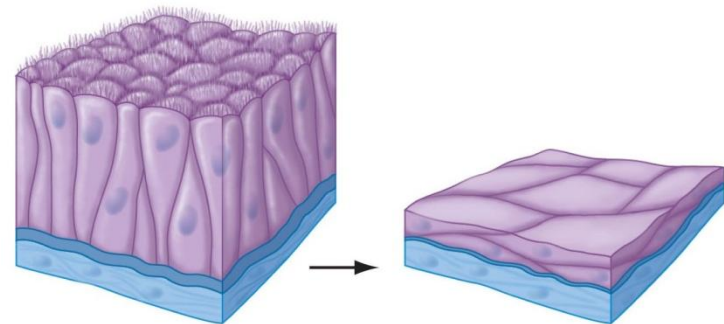


# Vitamin A

- Deficience: hyperkeratóza, infekce, xeroftalmie – šeroslepost, ulcerace rohovky, trvalá slepota, inhibice růstu, deformace kostí a reprodukčních orgánů, rohovatění kůže
- Hypervitaminosa: suchá kůže, porucha růstu vlasů, hypertrofie kostí, hepatosplenomegalie (zvětšení jater a sleziny), žluté zbarvení kůže, bolest hlavy, otoky na dlouhých kostech,
- Přirozené all-trans izomery retinoidů jsou nestálé – izomerují během skladování, účinky světla a tepla (vaření, pečení), oxidace vzdušným kyslíkem
- Při zpracování masa (vnitřností) jsou retinoidy stabilní
- Minimální ztráty i při konzervování ovoce a zeleniny



xeroftalmie

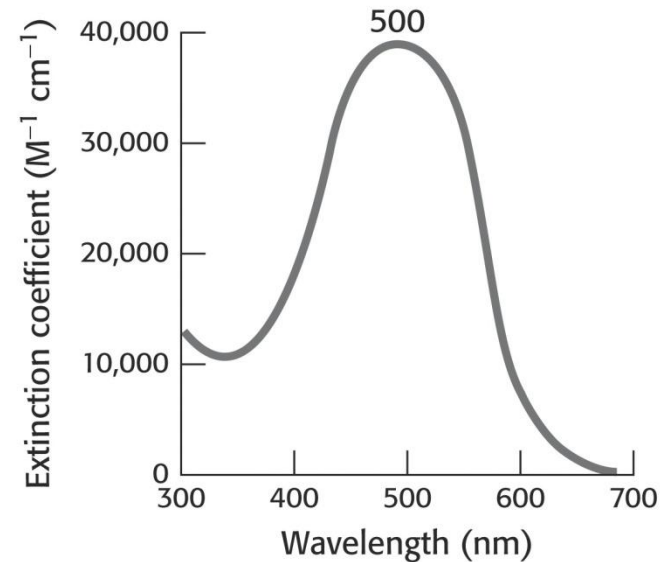
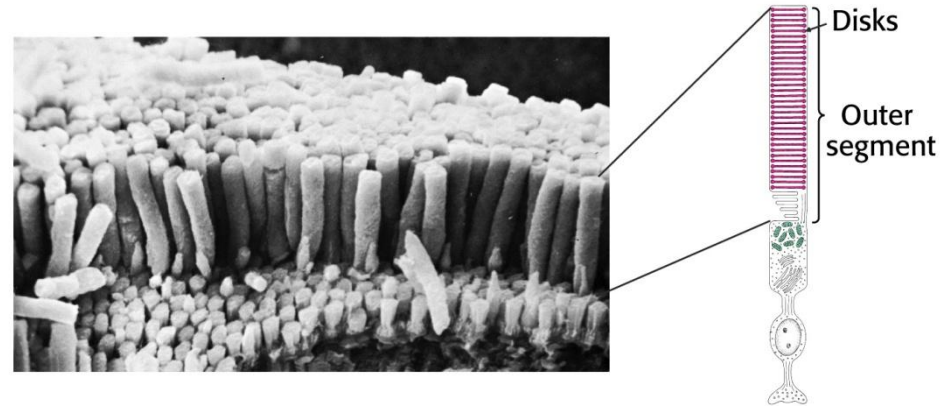


**a** Healthy epithelial cells are rounded, moist, and contain mucus-secreting cells and cilia lining the surface.

**b** A vitamin A deficiency can lead to unhealthy epithelial cells that are flat, hard, and unable to produce mucus.

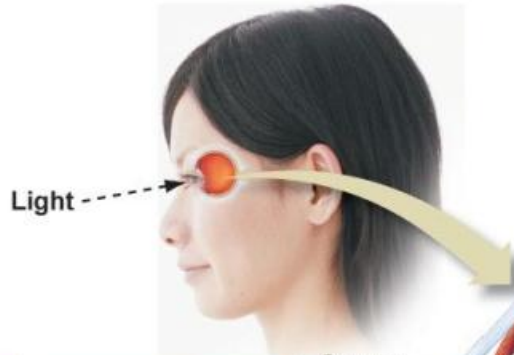
# Vitamin A

Potravina	mg.kg <sup>-1</sup> (nebo mg.dm <sup>-3</sup> ) v jedlém podílu	
	vitamin A (retinol)	provitamin A
maso	0,1	0,4
játra	30-400	300
mléko	0,3-1,0	0,1-0,6
sýry	1,6-3,2	0,3-8,0
vejce	0,5-1,5	0,1-2,0
ryby	0,5	0,7
máslo	5,0-10	4,0-8,0
jablka		0,1-0,3
meruňky		6,0-20
banány		0,3-2,3
pomeranče		0,5-4,0
melouny		20
mango		20
mrkev		20-95
petržel kořenová		0,1
petržel kadeřavá		30-260
zelí		3,0-74
kapusta hlávková		50
brokolice		25
květák		0,3
salát hlávkový		3,0-25
špenát		50-480
rajčata		3,0-90
papriky		3,8-24
hrášek		3,0
fazolevé lusky		3,0-5,0

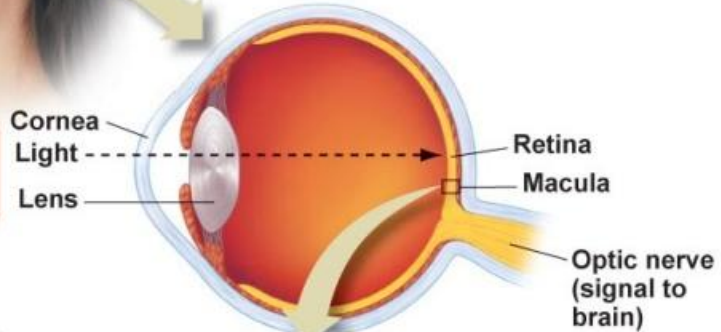




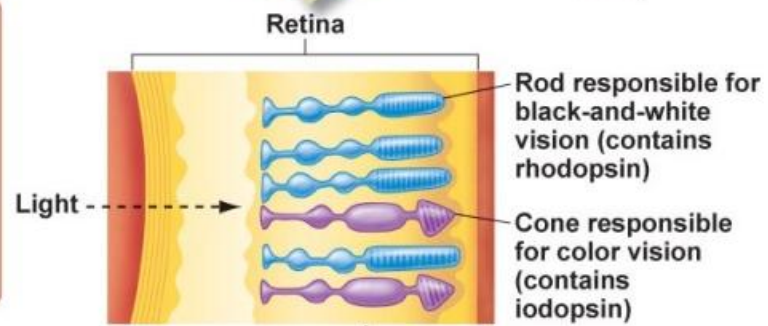
# Vitamin A



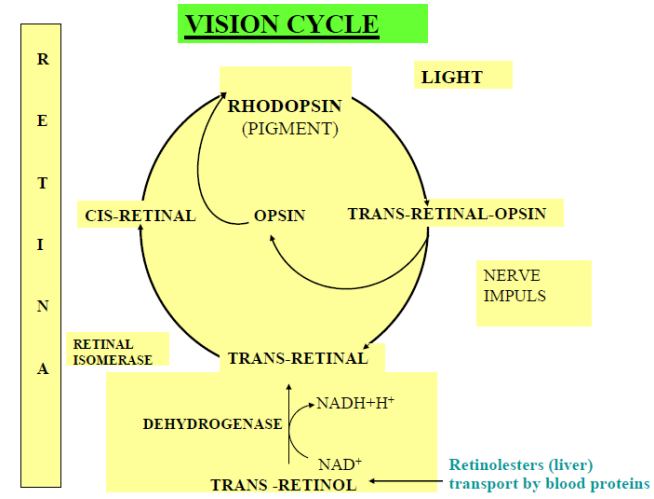
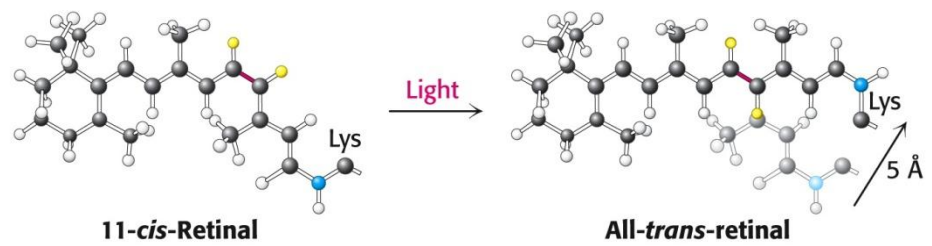
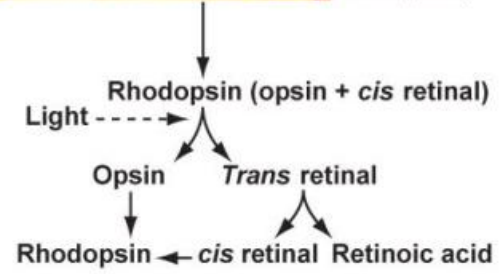
**a** Light enters the cornea and hits the macula and the retina.



**b** As the light interacts with rhodopsin in the rods and iodopsin in the cones, it transforms the *cis* retinal to *trans* retinal, separating it from the protein opsin and sending a signal through the optic nerve to the brain.



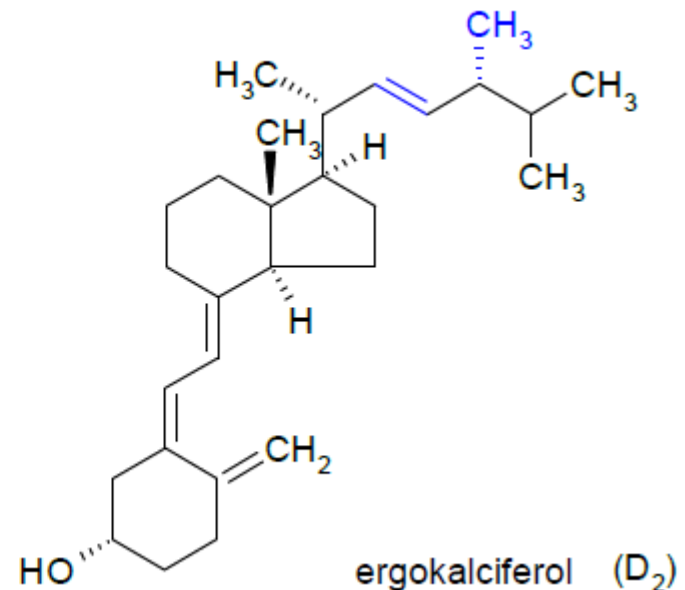
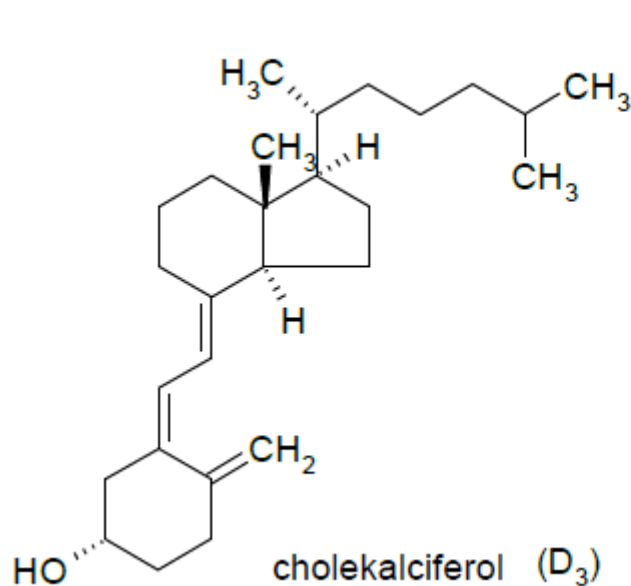
**c** *Trans* retinal is converted back to *cis* retinal and binds with opsin to reform rhodopsin. Some *trans* retinal is irreversibly converted to retinoic acid.





# Vitamin D

- Skupina příbuzných 9,10-sekosteroidů
- D<sub>3</sub> – cholekalciferol – tvoří se v lidském organismu
- D<sub>2</sub> – ergokalciferol – z rostlinných zdrojů
- D<sub>3</sub> a D<sub>2</sub> – rovnocenný účinek u lidí
- Souborné označení pro antirachitické látky; spíše hormon než vitamin; účinnost spojena s metabolismem sloučenin vápníku a fosforu – zvyšuje absorpci vápníku a fosfátů v tenkém střevě i reabsorpci v ledvinách
- Bez vitaminu D by organismus vstřebal z potravy jen 10-15 % vápníku
- Denní potřeba vitaminu: 2,5-10 μg



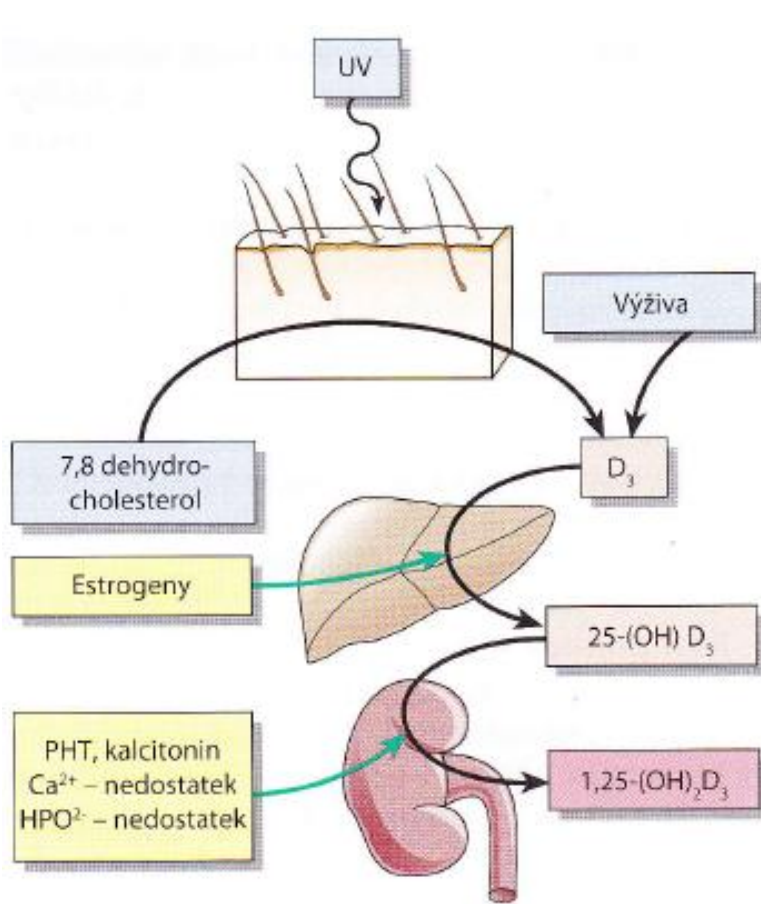
# Vitamin D

- Vitaminy D vznikají působením UV záření z prekurzorů: 7-dehydrocholesterol (provitamin D<sub>3</sub>), ergosterol (provitamin D<sub>2</sub>)

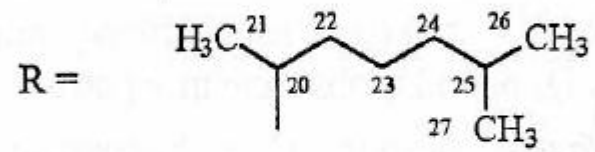
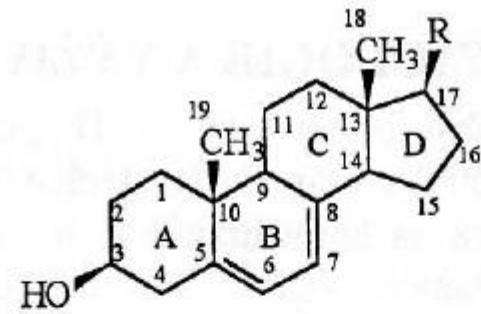
## Zdroj z potravy:

- Potraviny živočišného původu
- Jaterní tuky a maso mořských ryb
- Maso a vnitřnosti
- Mléko a mléčné výrobky, vejce, máslo
- Lesní houby, plísně plísňových sýrů, kvasinky
- Fortifikace margarínů, mléka, cereální snídaně v některých zemích
  
- Deficience: svalová slabost, měknutí kostí – křivice (dětský věk) a osteomalacie
- Projevy symptomů deficience – dětský věk, těhotenství, laktace, poruchy ledvin, vyšší věk, vegetariánská strava
- Hypervitaminosa: jeden z nejtoxičtějších vitaminů při předávkování – zvyšuje se hladina vápníku a fosfátů v krvi; dehydratace, zvracení, průjemy, zácpa, únava, ledvinové kameny, zástava růstu u dětí, malformace plodu, hyperkalcinémie

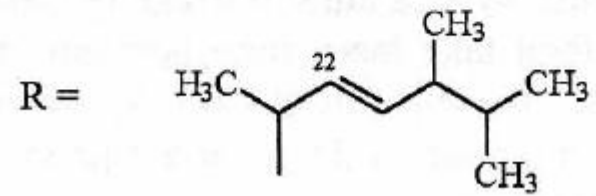
# Vitamin D



metabolismus vitaminu D



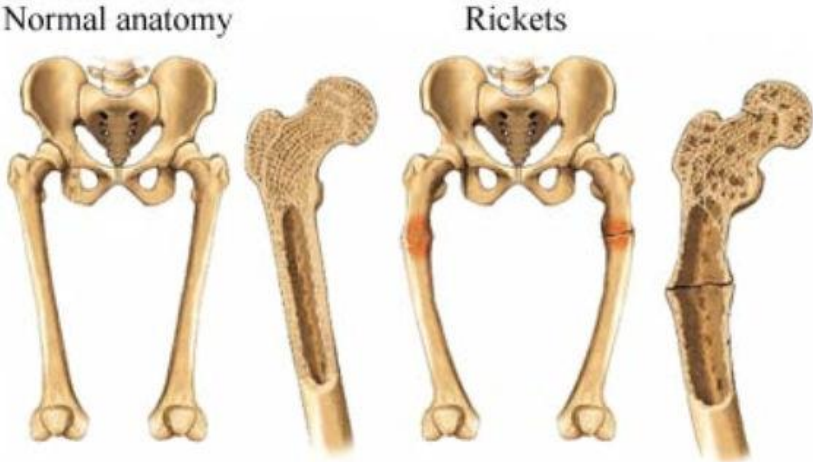
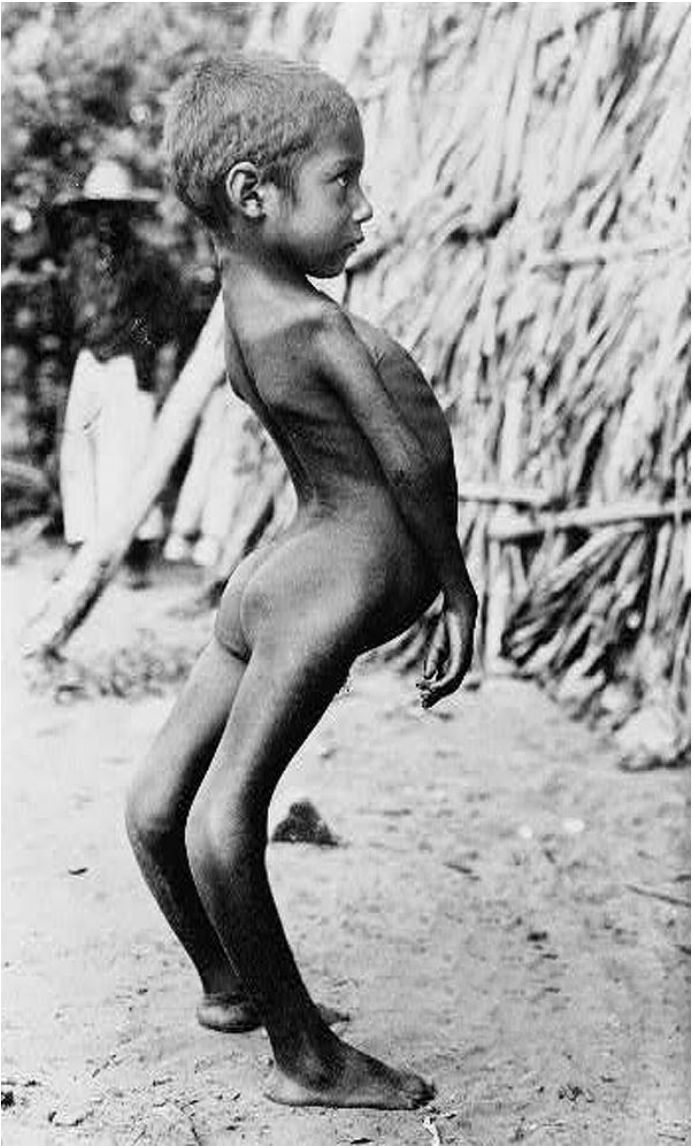
7-dehydrocholecalciferol (provitamin D<sub>3</sub>)



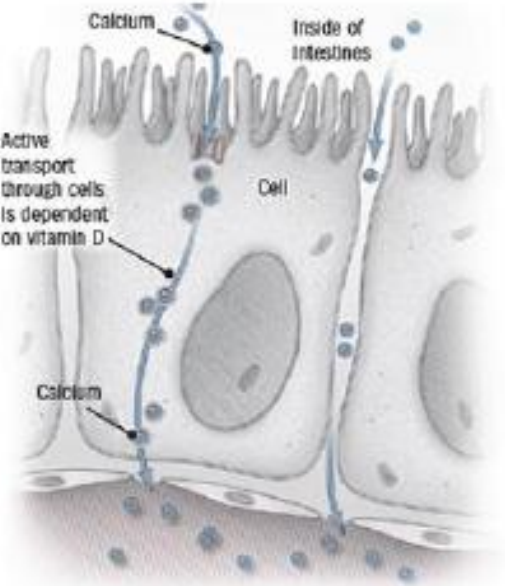
ergosterol (provitamin D<sub>2</sub>)



# Vitamin D



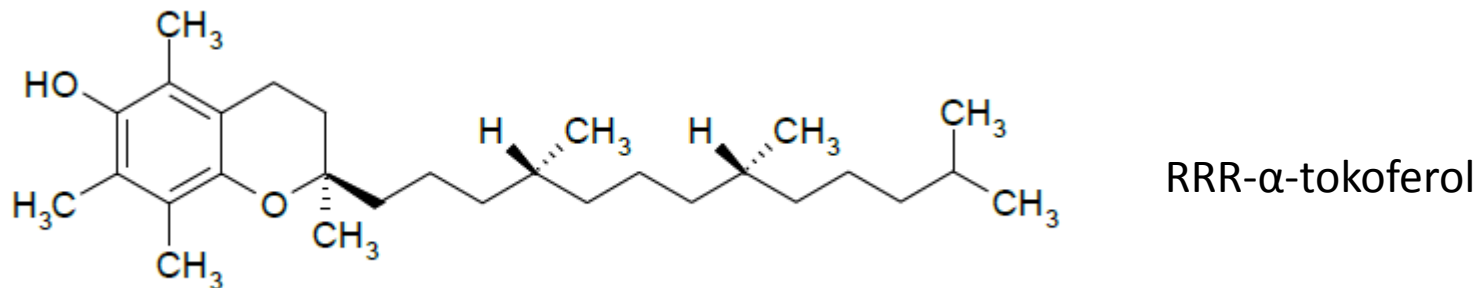
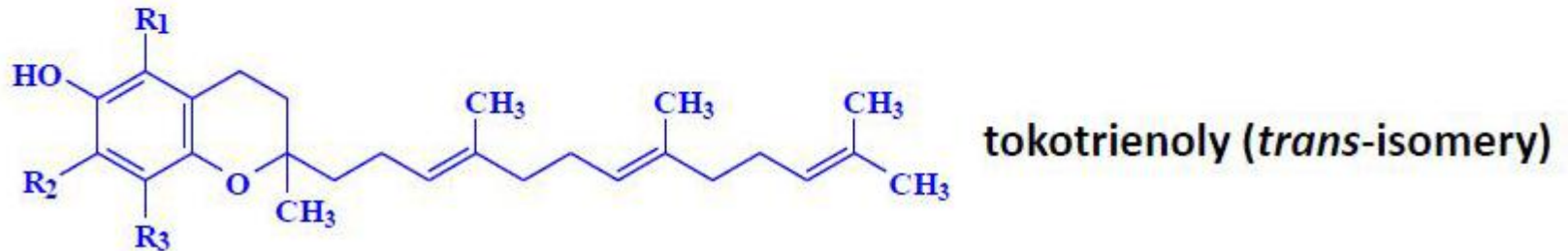
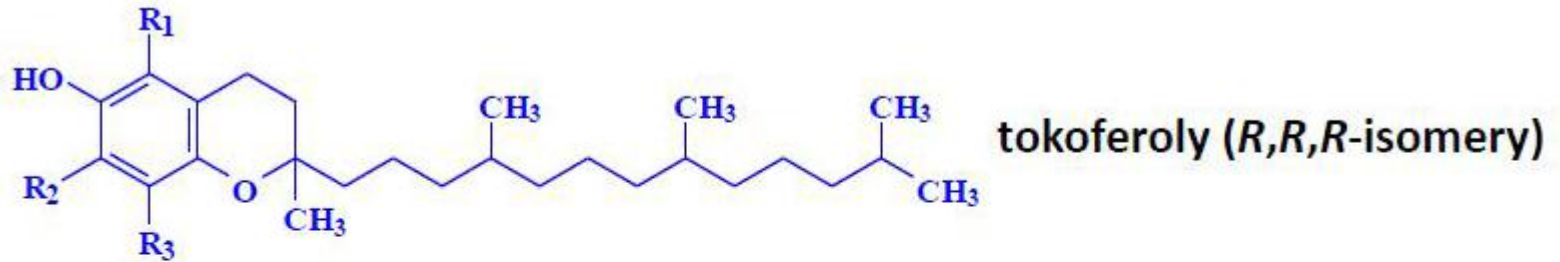
## Vitamin D and calcium absorption



křivice

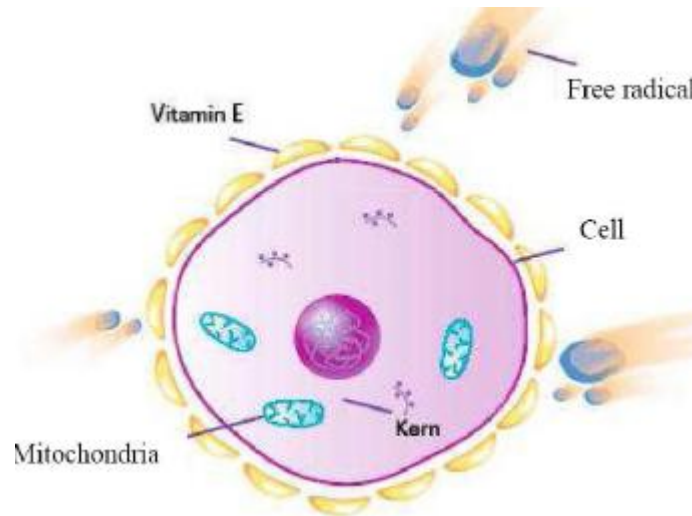
# Vitamin E

- Aktivitu vitaminu E vykazují 8 strukturně příbuzných derivátů chromanu
- 4 tokoferoly a 4 tokotrienoly; nejúčinnější je RRR- $\alpha$ -tokoferol
- $\alpha$ -tokoferol – nejvýznamnější lipofilní antioxidant; ochrana nenasycených lipidů před poškozením volnými radikály



# Vitamin E

- Spolu s  $\beta$ -karotenem a ubichinony chrání strukturu biomembrán a membrány vnitrobuněčných organel (buněčné jádro, mitochondrie, lysosomy, endoplasmatické retikulum)
- Zpomaluje proces stárnutí organismu, uplatňuje se v prevenci kardiovaskulárních chorob a vzniku rakoviny
- Doporučený denní příjem: 15mg (dostatečný 10-30mg) – závisí na příjmu polyenových mastných kyselin a mastných kyselin; těhotné a kojící ženy +2mg



## Zdroj z potravy:

- Rostlinné oleje
- Maso
- Ovoce, zelenina
- V potravinách živočišného původu v menším množství



# Vitamin E

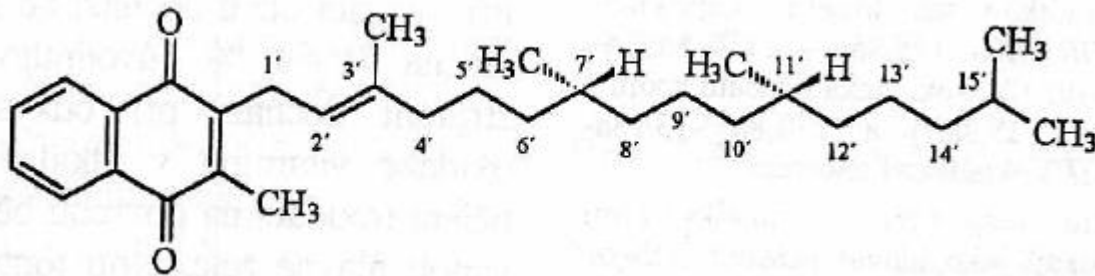
## Ztráty:

- Rafinace olejů – 10-50%
- Skladování masa, mléka – do 10%
- Skladování obilovin – 10%/měsíc
- Smažení, pečení – největší ztráty
- Sušení ovoce a zeleniny – 50-70%
  
- Deficience: vzácná; nervové a svalové degenerativní změny (encefalomalacie a myopatie), poruchy držení těla

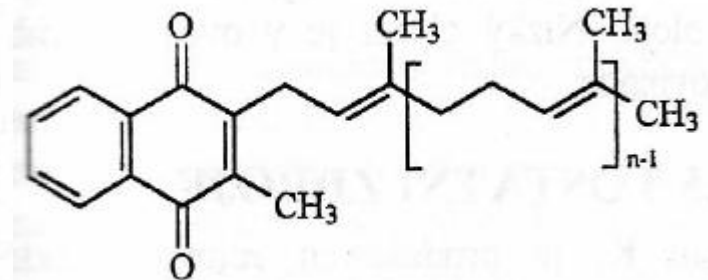
Potravina	mg.kg <sup>-1</sup> (nebo mg.dm <sup>-3</sup> ) v jedlém podílu
maso	2,5-7,7
játra	4-14
mléko	0,2-1,2
máslo	10-50
sýry	3,0-3,5
vejce	5-30
ryby	4-80
mouka pšeničná	15-50
rýže	0,4-4,5
sójové boby	2,7-13
jablka	1,8-7,4
pomeranče	2,4-2,7
zelí	0,2-11
špenát	16-25
rajčata	3,6-4,9
mrkev	2,5-4,5
brambory	0,6-0,9

# Vitamin K

- Dva druhy látek s aktivitou vitaminu K
- Vitamin K<sub>1</sub>, K<sub>1(20)</sub> = fyllochinon – v potravinách rostlinného původu
- Vitamin K<sub>2</sub>, K<sub>2(n)</sub> = menachinon-n – produkován bakteriemi a plísněmi (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*)
- Syntetické vitaminy – K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>, K<sub>5</sub>, K<sub>6</sub>, K<sub>7</sub>
- Koagulační vitamin – přeměna neaktivního prothrombinu na aktivní enzym thrombin
- Denní potřeba: 0,01-0,14 mg
- Denní příjem potravou: 0,3-0,5 mg; 30-70% se absorbuje ve střevech
- Produkce střevní mikroflórou



fyllochinon



menachinon (n = 0-13)

# Vitamin K

Zdroj z potravy:

- Játra
- Maso a masné výrobky
- Zelená listová zelenina
- Rostlinné oleje
  
- Aditivum při výkrmu kuřat
  
- Deficience: poruchy srážlivosti krve
  
- Ztráty fotodegradací, v alkalickém prostředí
- Stabilní při skladování i termické úpravě

Potravina	mg.kg <sup>-1</sup> (nebo mg.dm <sup>-3</sup> ) v jedlém podílu
maso	0,03
játra	1,1-4,0
mléko	0,01-0,03
vejce	0,02
chléb	0,004
zelí	1,1-2,5
brokolice	1,5-1,8
špenát	2,0-14,4
fazolové lusky	0,1-0,5
hrášek	0,4
rajčata	0,02-0,06
mrkev	0,01-0,05
brambory	0,01-0,02
jahody	0,01
olej sójový	1,39-2,90
olej řepkový	1,14-1,88
olej slunečnicový	0,09
olej olivový	0,3-0,8



# Další biologicky aktivní látky

- Některé biologicky aktivní sloučeniny dříve řazené mezi vitaminy:

$B_8$ ,  $B_4$       adenylová kyselina (adenin)

$B_{13}$             orotová kyselina

$B_{15}$             pangamová kyselina

$B_t$               karnitin

$B_x$ ,  $H_1$         4-aminobenzoová kyselina

lipoová kyselina

F                esenciální mastné kyseliny

P                rutin (bioflavonoidy)

U                S-methylmethionin

cholin

*myo*-inositol

taurin

koenzymy Q



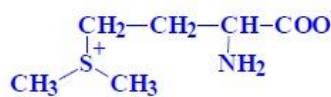
# Další biologicky aktivní látky



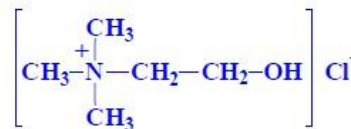
adenylová kyselina



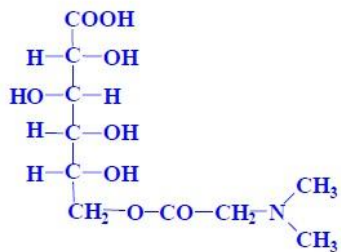
orotová kyselina



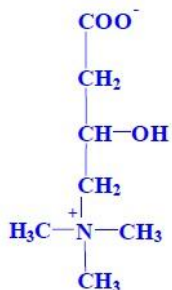
S-methylmethionin



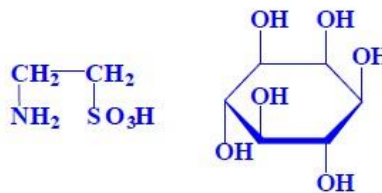
cholin



pangamová kyselina

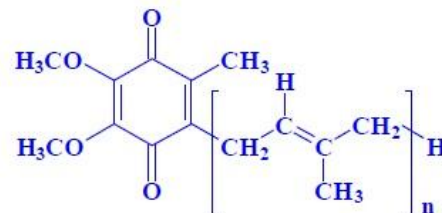


karnitin



taurin

myo-inositol



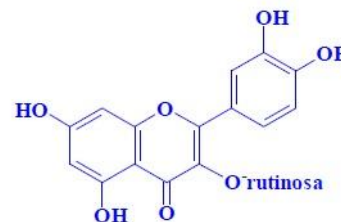
koenzymy Q



4-aminobenzoová kyselina (H<sub>1</sub>)



lipoová kyselina



rutin (P) (kvercetin-3-β-rutinosid, rutinosa = rhamnosa, glukosa)