

Esenciální faktory

Petra Lipovová, VŠCHT Praha

Biochemie II

Co byste měli umět..

- definovat pojem esenciální aminokyseliny, esenciální mastné kyseliny, eikosanoidy, vitamin, avitaminóza, hypo/hypervitaminóza, antivitamin, koenzym, kofaktor, prostetická skupina
- umět názvosloví polynenasycených MK, funkci PUFA, funkci cyklooxygenasy
- umět popsat funkci vybraných iontů v organismu (popř. transport)
- pojmenovat jednotlivé vitamíny a znát jejich chemickou funkci v lidském organismu
- rámcově znát chemickou strukturu jednotlivých vitaminů

Jaké látky řadíme mezi esenciální faktory?

- některé aminokyseliny – **ESENCIÁLNÍ AMINOKYSELINY**
- některé mastné kyseliny - **ESENCIÁLNÍ MASTNÉ KYSELINY**
- minerály a stopové prvky
- látky nezbytné leč nenáležející do žádné uvedené skupiny - **VITAMINY**



Nepřihlášený host (1)

VŠECHNY PRAHA

Esenciální aminokyseliny

- Aminokyseliny, které organismus neumí syntetizovat → musí je přijímat v potravě
- Záleží na typu organismu – býložravci, bakterie

ESENCIÁLNÍ

NEESENCIÁLNÍ A JEJICH BIOSYNTÉZA

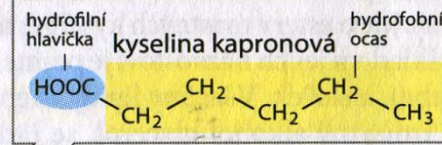
Val	Gly	ze Ser (přenos CH_2OH na THF)
Leu	Ala	transaminace pyruvátu
Ile	Ser	z 3-P-glycerátu (dehydrogenace a transaminace)
Lys	Glu	2-oxoglutarát + NH_3 + $\text{NAD(P)H} + \text{H}^+$
Arg [*]	Gln	Glu + NH_3 + ATP (glutaminsynthetasa)
His	Pro	redukční cyklizace Glu
Phe	Tyr ^{**}	hydroxylace Phe za účasti biopterinu
Trp	Asp	transaminace oxalacetátu
Thr	Asn	Asp + NH_3 + ATP (asparaginsynthetasa)
Met	Cys ^{**}	přenos síry z Met

* potřeba částečně kryta syntetickými procesy (např. močovinový cyklus)

** vznikají přímou modifikací esenciálních AK („podmíněně esenciální“)

Esenciální mastné kyseliny – vitamin F

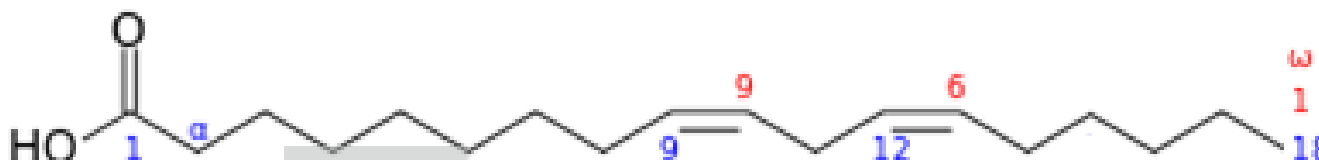
název kyseliny	počet C : počet dvojných vazeb	poloha dvojných vazeb	chemická struktura	poznámky
mravenčí	1 : 0		<chem>CC(=O)O</chem>	nejdouhovány v lipidech
octová	2 : 0		<chem>CCC(=O)O</chem>	
propionová	3 : 0		<chem>CCCC(=O)O</chem>	
máseľná	4 : 0		<chem>CCCCC(=O)O</chem>	s krátkým řetězcem
valerová	5 : 0		<chem>CCCCCC(=O)O</chem>	
kapronová	6 : 0		<chem>CCCCCCC(=O)O</chem>	
kaprylová	8 : 0		<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	se středním řetězcem
kaprinová	10 : 0		<chem>CCCCCCCCCC(=O)O</chem>	
laurová	12 : 0		<chem>CCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	
myristová	14 : 0		<chem>CCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	
palmitová	16 : 0		<chem>CCCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	
stearová	18 : 0		<chem>CCCCCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	s dlouhým řetězcem
olejová	18 : 1; 9		<chem>CCCC=CCCCCCCC(=O)O</chem>	
linolová	18 : 2; 9,12		<chem>CCCC=CC=CCCCCCCC(=O)O</chem>	
linolenová	18 : 3; 9,12,15		<chem>CCCC=CC=CC=CCCC(=O)O</chem>	
arachidová	20 : 0		<chem>CCCCCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	
arachidonová	20 : 4; 5,8,11,14		<chem>CCCC=CC=CC=CC=CCCC(=O)O</chem>	
behenová	22 : 0		<chem>CCCCCCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	s velmi dlouhým řetězcem
eruková	22 : 1; 13		<chem>CCCC=CCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	
lignocerová	24 : 0		<chem>CCCCCCCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	
nervonová	24 : 1; 15		<chem>CCCC=CCCCCCCCCCCCC(=O)O</chem>	



Názvosloví přirozených nenasyčených MK

sudé, vždy vazby *cis*, izolované jednou skupinou $-\text{CH}_2-$

ω -6 :



kys. linolová (LA)

cis-oktadeka-9,12- dienová kyselina
 $\text{C}_{18}:2(\omega\text{-}6)$ nebo $\text{C}_{18}:2^{9,12}$

kys. γ -linolenová

cis-oktadeka-6,9,12- trienová kyselina
 $\text{C}_{18}:3(\omega\text{-}6)$ nebo $\text{C}_{18}:3^{6,9,12}$

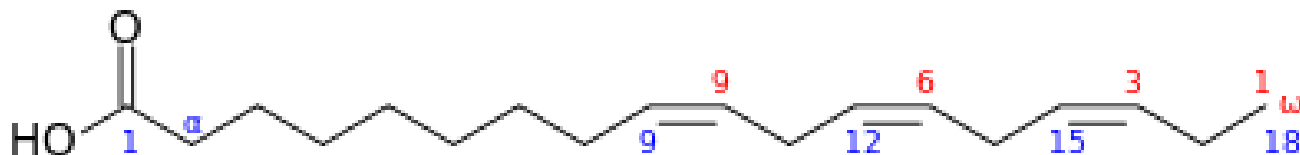
kys. dihomo- γ -linolenová

cis-eikosa-8,11,14- trienová kyselina
 $\text{C}_{20}:3(\omega\text{-}6)$ nebo $\text{C}_{20}:3^{8,11,14}$

kys. arachidonová (AA)

cis-eikosa-5,8,11,14- tetraenová kys.
 $\text{C}_{20}:4(\omega\text{-}6)$ nebo $\text{C}_{20}:4^{5,8,11,14}$

ω -3:



kyselina linolenová (ALA)

cis-oktadeka-9,12,15-trienová kyselina

C18:3(ω -3) (ω neboli n číslování)

C18:3^{9,12,15} (Δ -číslování)

EPA

cis-eikosa-5,8,11,14,17-pentaenová kyselina

C20:5(ω -3) nebo C20:5^{5,8,11,14,17}

DHA

cis-dokosa-4,7,10,13,16,19-hexaenová kyselina

C22:6(ω -3) nebo C22:6^{4,7,10,13,16,19}

Složení potravinářských olejů a tuků

Tuk / olej	nasycené MK	<i>trans</i> nenasycené MK	MUFA	ω3 PUFA	ω6 PUFA
Řepkový olej	8	1	61	9	20
Slunečnicový olej	12	1	25,5	0,5	61
Sojový olej	16	1	23	7	53
Olivový olej	15	0	75	1	9
Palmový olej	50	0,5	40	0	9,5
Palmojádrový tuk	82	0	14	0	4
Kokosový tuk	90	0	7	0	3
Vepřové sádlo	41	2	48	1	8
Mléčný tuk	67,5	2,5	27	0,5	1,5
Hovězí lůj	50	4,5	40	0,5	5
Kuřecí tuk	41	1	37	1	20
Rybí tuk	28	0	52	15	5
Kakaové máslo	60	0	38	0	2

Eikosanoidy

látky lipidové povahy s 20-ti uhlíky → vznikají z arachidonové kys. a z EPA
tkáňové hormony (mezibuněčná signalizace), krátký poločas,
působí při velmi nízkých koncentracích

prostanoidy (prostaglandiny, prostacykliny, tromboxany) - **COX**

leukotrieny a **lipoxiny** (oxygenace arachidonové kyseliny, EPA) - **LOX**

Podílejí se na regulaci:

- zánětlivé odpověď, zvláště v případě kloubů (revmatická artritida), kůže (psoriáza) a očí
- vzniku horečky a bolesti
- krevního tlaku
- činnost ledvin
- koagulace
- některých dějů rozmnožovacího systému (např. porodu)

Syntéza prostanoidů a její ovlivnění léčivy

fosfolipidy obsahující arachidonovou kyselinu

fosfolipasa A₂

X INHIBICE
dexametazon (kortikoid)
annexin 1 (lipokortin) – protein
indukovatelná glukokortikoidy
kaspasa-3...

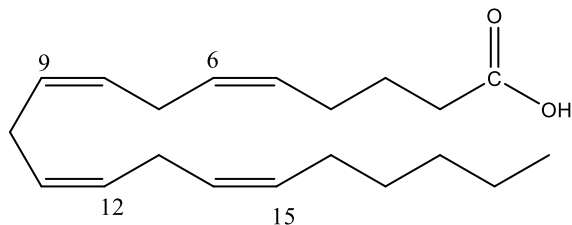
kyselina arachidonová

cyklooxygenasa-1 (COX-1)
cyklooxygenasa-2 (COX-2)

X

- kys. acetylsalicylová - nevratná
- ibuprofen - vratná
- paracetamol (COX-3 ???)

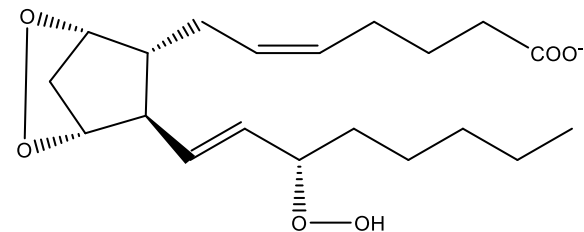
prostanoidy



kys. arachidonová

+ O₂

cyklooxygenasa



prostaglandin - PGG₂

Minerály a stopové prvky

Význam:

- elektrolyty (osmotický tlak, membránový potenciál, homeostasa)
- výstavba některých tkání (kosti)
- součásti aktivních míst enzymů a jiných bílkovin (prostetické skupiny)
- speciální funkce (I^- , F^-)

primární biogenní prvky (makrobiogenní) - H, O, C, N a P

oligobiogenní prvky (mikrobiogenní) – Na, K, Ca, Fe, Mg, S, Cl,

stopové prvky –Mn, I, Cr, Co, Cu, Mo, Se, Zn, Si, F, V, B

Fosfor – ve formě fosfátu

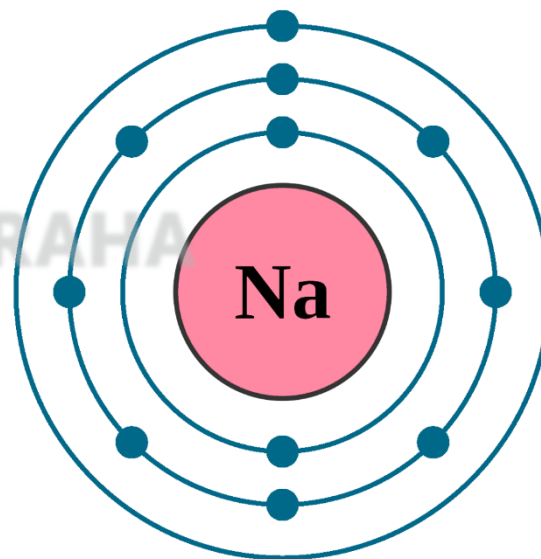
- v kostech – 80 - 90 %
- v buňkách 10 – 20 %
- v extracelulární tekutině - 1 %



VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

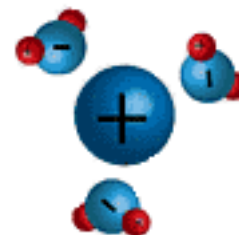
K čemu potřebujeme fosfát?

Sodík



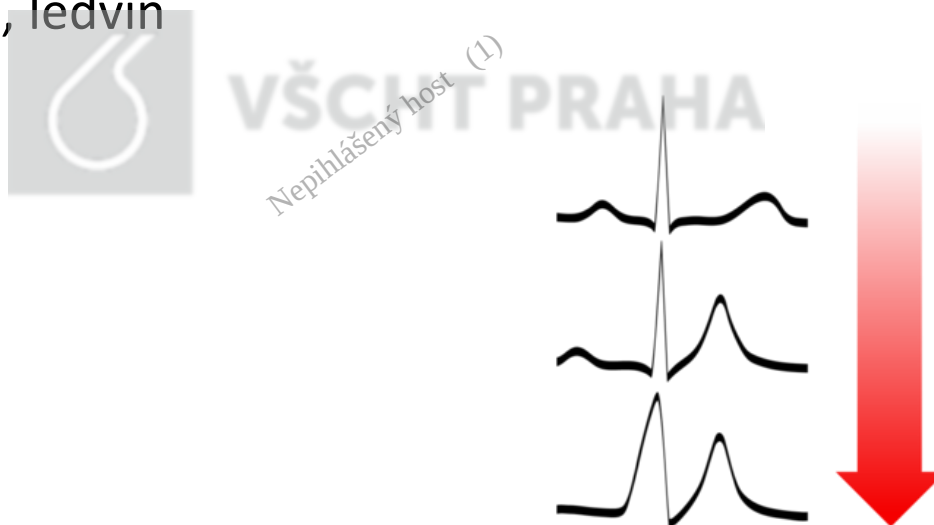
Sodík

- Na^+ je hlavní kationt extracelulárních tekutin
- koncentrace v plasmě - 135 -145 mmol/l,
- intracelulární koncentrace - 3-10 mmol/l,
- hlavní zdroj Na^+ v potravě je kuchyňská sůl
- udržuje celkovou homeostázi tělních tekutin a vodní bilanci
- regulace vylučování pomocí reninu a aldosteronu



Draslík

- Hlavní kationt intracelulární tekutiny - koncentrace 110 -160 mmol/l
- Hlavním zdrojem draslíku je rostlinná strava (např. ovocná šťáva obsahuje 20-60 mmol/l)
- onemocnění srdce, ledvin

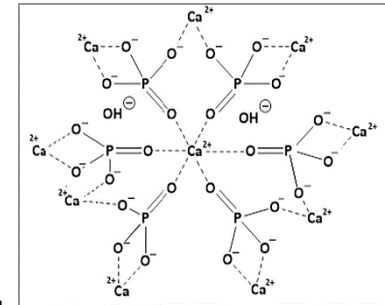


EKG při vysoké koncentraci K^+

Vápník

- nejvíce (99 %) v kostech ve formě hydroxyapatitu $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

- v plasmě:
 - 45 % volný ionizovaný
 - 45 % vázaný na proteiny (hl. albumin)
 - 10 % v komplexu s anionty – citrát, sulfát, fosfát

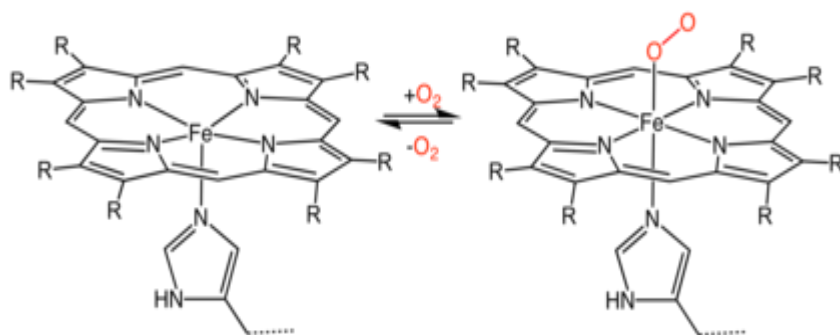
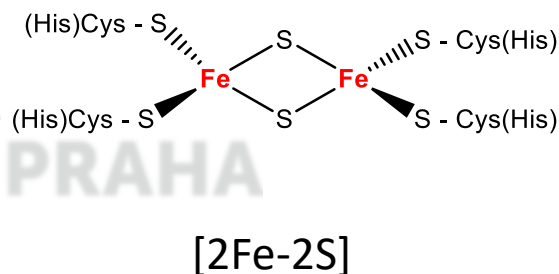
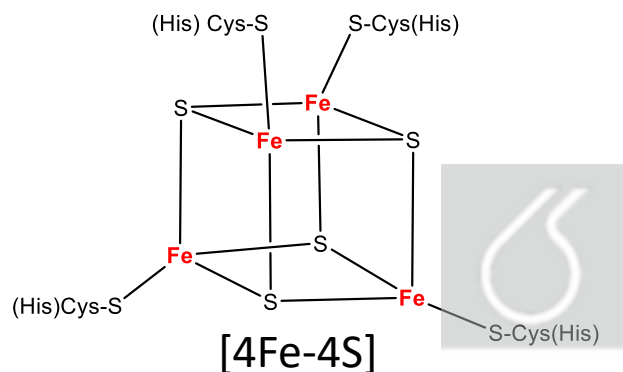


Úloha vápenatých iontů

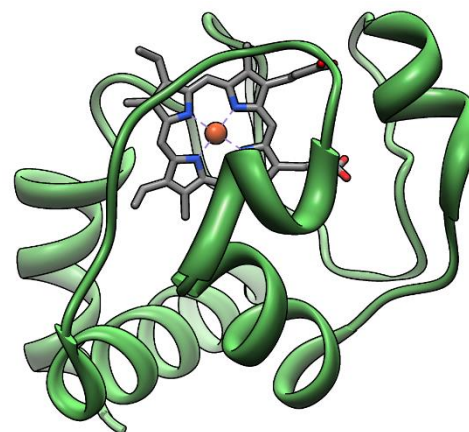
- mineralizace kostí, zubů
- druhý posel
- koagulace krve
- skládání proteinů v endoplazmatickém retikulu
- svalová kontrakce

Železo

Které bílkoviny mají ve své struktuře trvale začleněn ion železa?

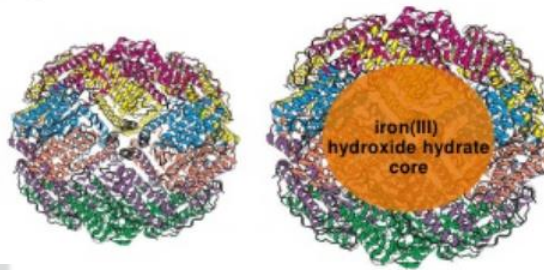


hem v hemoglobinu



cytochrom C

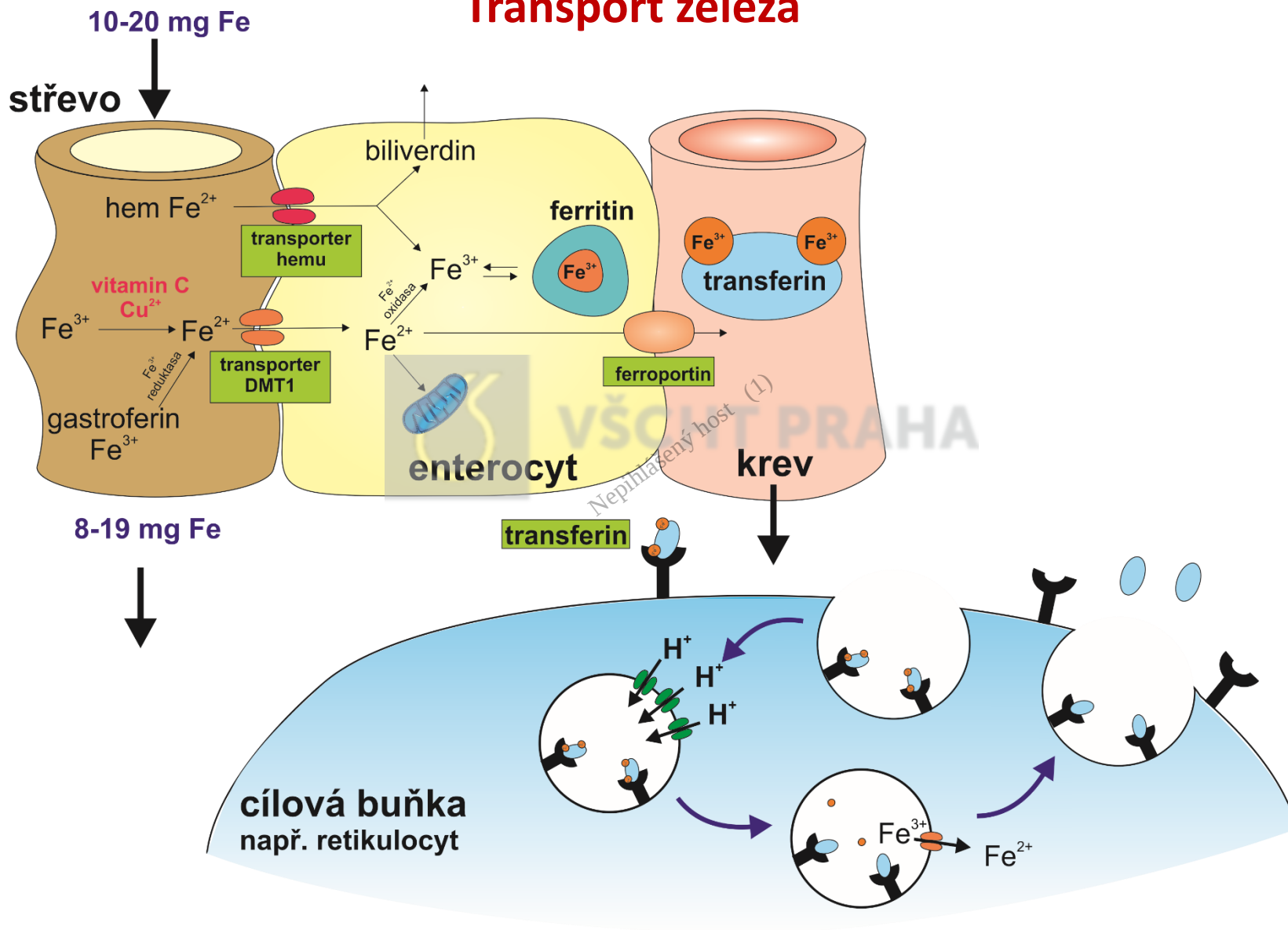
- 60-70 % součástí hemoglobinu
- 15 % ferritin – detoxifikace a úložiště železa



- 3-5 % svalový myoglobin
- 0,2 % součást enzymů dýchacího řetězce
- 0,0004 % transferin – transportní protein

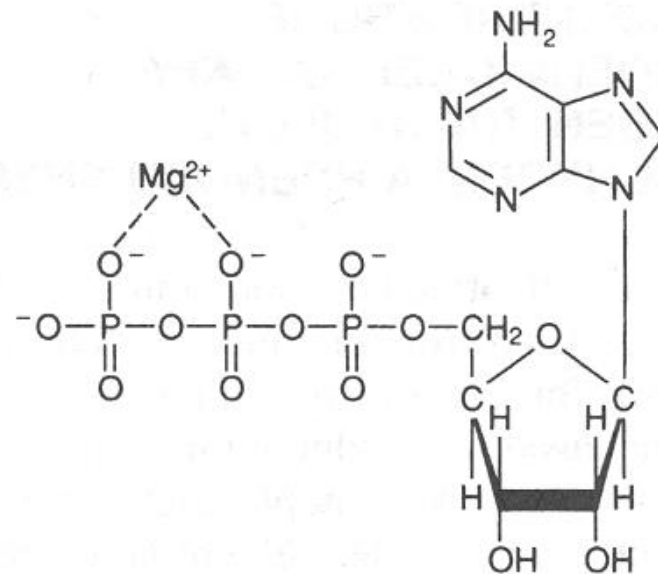


Transport železa



Hořčík

- ve všech buňkách
- absorbuje se v tenkém střevě
- kofaktor enzymů přenášejících fosfátovou skupinu a používajících NTP jako substrát
- vazba mRNA na ribosomy je dependentní na Mg^{2+}



Prvek	Funkce
Na	základní kation mimobuněčné tekutiny, ovlivňuje objem plazmy, činnost nervů a svalů, Na^+/K^+ -ATPasa
K	základní kation nitrobuněčné tekutiny, reguluje činnost nervů a svalů, Na^+/K^+ -ATPasa
Ca	vyskytuje se v kostech, zubech, reguluje funkce nervů a svalů, příjem je regulován vitaminem D, parathormonem, kalcitoninem, nedostatek způsobuje u dětí křivici, u dospělých osteomalacii
Mg	tvorba kostí, kofaktor enzymů (kinas)
P	vyskytuje se v kostech, zubech, v ATP, v NK. Nedostatek způsobuje u dětí křivici, u dospělých osteomalacii
Cl	spolu s HCO_3^- nejdůležitější extracelulární anion, v žaludečních šťávách
S	součást proteinů (Cys, Met), metabolismus lipidů a sacharidů, tvorba konjugátů

Prvek	Funkce
Fe	hem, Fe-S proteiny (ferredoxiny), ferritin (skladování), transferrin (transport)
Zn	součást mnoha metalloenzymů, proteiny se „zinkovými prsty“
Cu	součást řady oxidoreduktas (1^+ a 2^+); (superoxiddismutasa, cytochrom-c-oxidasa, ceruloplasmin)
Mn	kofaktor enzymů (hydrolas a transferas)
Co	součást vitaminu B ₁₂
Mo	oxidoreduktasy (xantinoxidasa, aldehydoxidasa, sulfitoxidasa)
Cr	umožňuje působení insulínu
Se	selenocystein v glutathionperoxidase (erythrocyty) a v thyroxindeiodinase, selenomethionin: zásobní forma Se
F	složka kostní a zubní tkáně
I	součást thyreoidních hormonů
Ni, V, Si, As, B	prokazatelně esenciální pro zvířata, pravděpodobně též pro člověka

Poznámka pod čarou

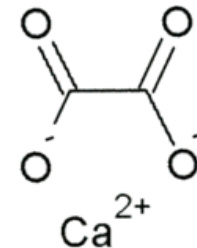
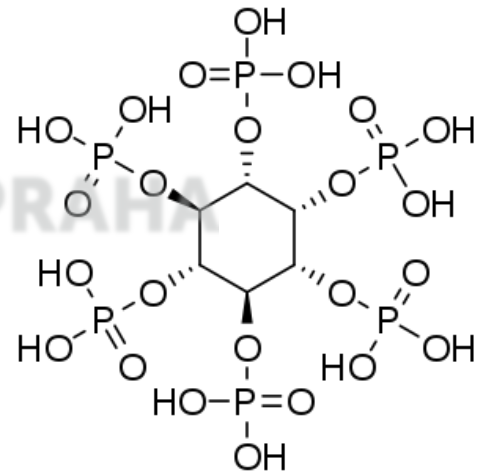
vstřebatelnost ovlivněna složením stravy

Antinutriční látky - sloučeniny obsažené v potravinách, které snižují využitelnost živin

- kyselina fytová
- šťavelany
- inhibitory trávicích enzymů
- polyfenoly
- kompetice mezi jednotlivými minerály
- vláknina - ↑↓



Nepřehlášený host (1)



VITAMINY

- organické látky přítomné v malých množstvích v potravě živočichů bezpodmínečně nutné pro růst a zachování životních funkcí (esenciální exogenní faktory).
- biochemická funkce vitaminů je většinou katalytická - součástí kofaktorů enzymů
- potřeba nesrovnatelně nižší než potřeba základních živin
- **provitaminy:** látky v potravě, které mohou být v organismu přeměněny na vitaminy
- **antivitaminy:** látky zabraňující „správné“ funkci vitaminů (kompetice, vyvázání vitaminu)



VYVÁŽENÁ STRAVA



Potřeba vitaminů pokryta

- NESPRÁVNÁ VÝŽIVA
- PORUCHY RESORPCE
- PODVÝŽIVA
- ALKOLISMUS
- ANTIBIOTIKA



hypovitaminosa
avitaminosa



PŘEDÁVKOVÁNÍ



hypervitaminosa

A, D



vitaminová intoxikace



vyloučení



Nepřihlášený host (1)
VŠCHT PRAHA

Definice pojmů - připomenutí

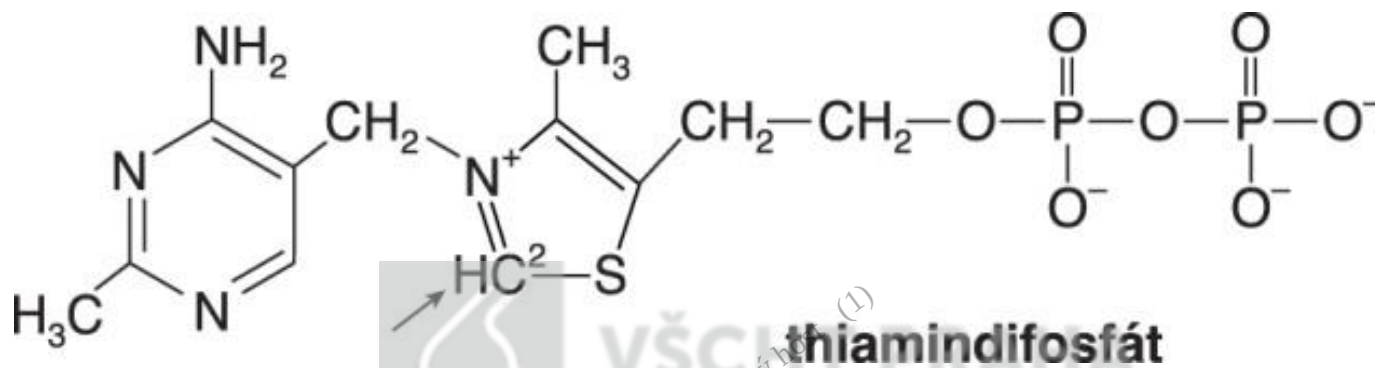
kofaktor - látka, která není součástí peptidového řetězce enzymu a je nezbytná pro průběh enzymové reakce

prostetická skupina - kofaktor, který je **trvale** vázán na peptidovou část enzymu, regeneruje se reakcí s druhým substrátem

koenzym - kofaktor, který je substrátem reakce (je součástí systematického názvu enzymu), v (nejméně) dvou podobách součást vnitrobuněčného prostředí, regeneruje se reakcí (s dalším substrátem), katalyzovanou jiným enzymem

Vitaminy rozpustné ve vodě

B₁ - thiamin ➔ thiamindifosfát - TPP (prostetická skupina)



přenos hydroxyalkylových skupin - „aktivního aldehydu“

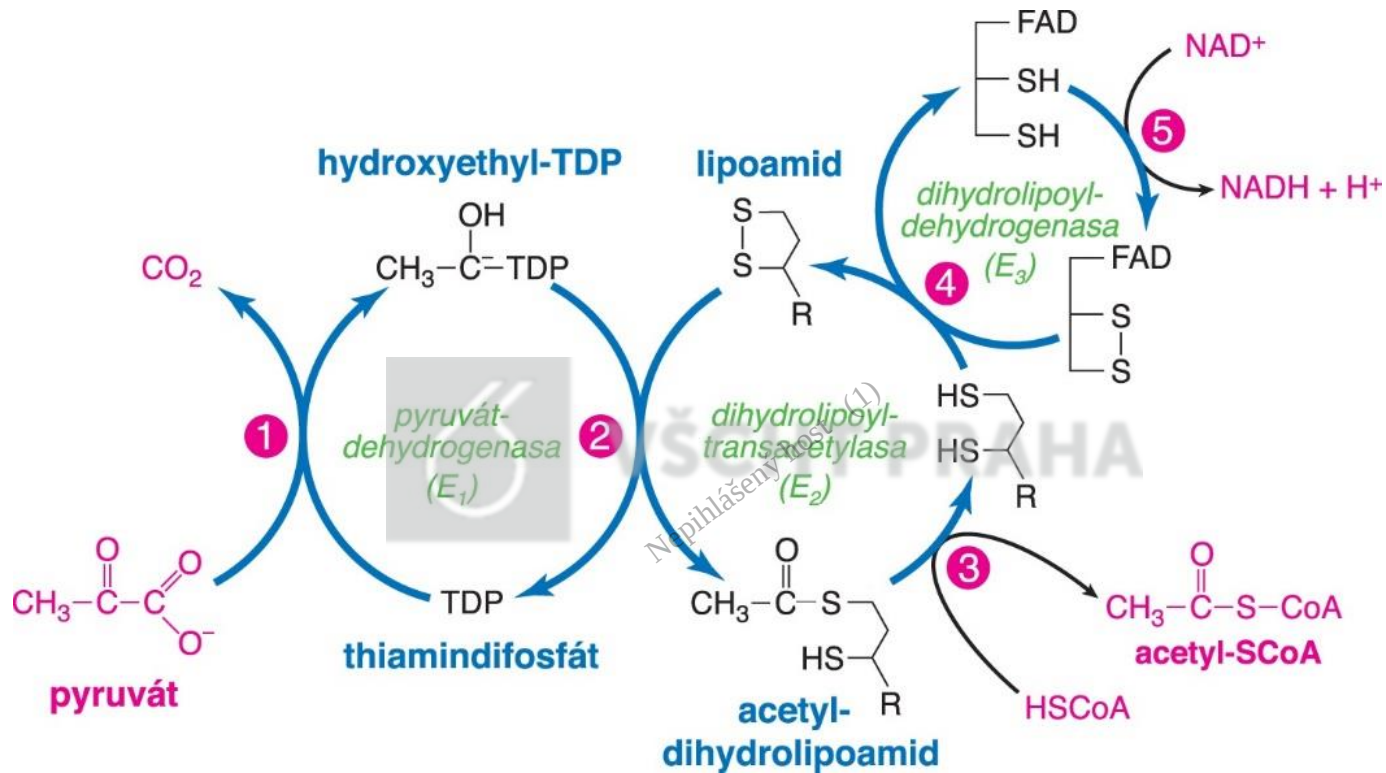
- oxidační dekarboxylace 2-oxokyselin
- transketolasa

denní dávka: 1,5 mg

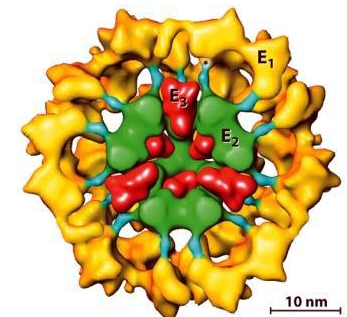
resorpce: aktivní transport v tenkém střevě

onemocnění *beri-beri*: poruchy funkce srdce a centrálního i periferního nervstva

- Pyruvátdehydrogenasový komplex



- podobně: 2-oxoglutarát-dehydrogenasový komplex



B₂ - riboflavin → FAD a FMN (prostetická skupina)

vázána kovalentně nebo nekovalentně

oxidoredukční reakce

dehydrogenace

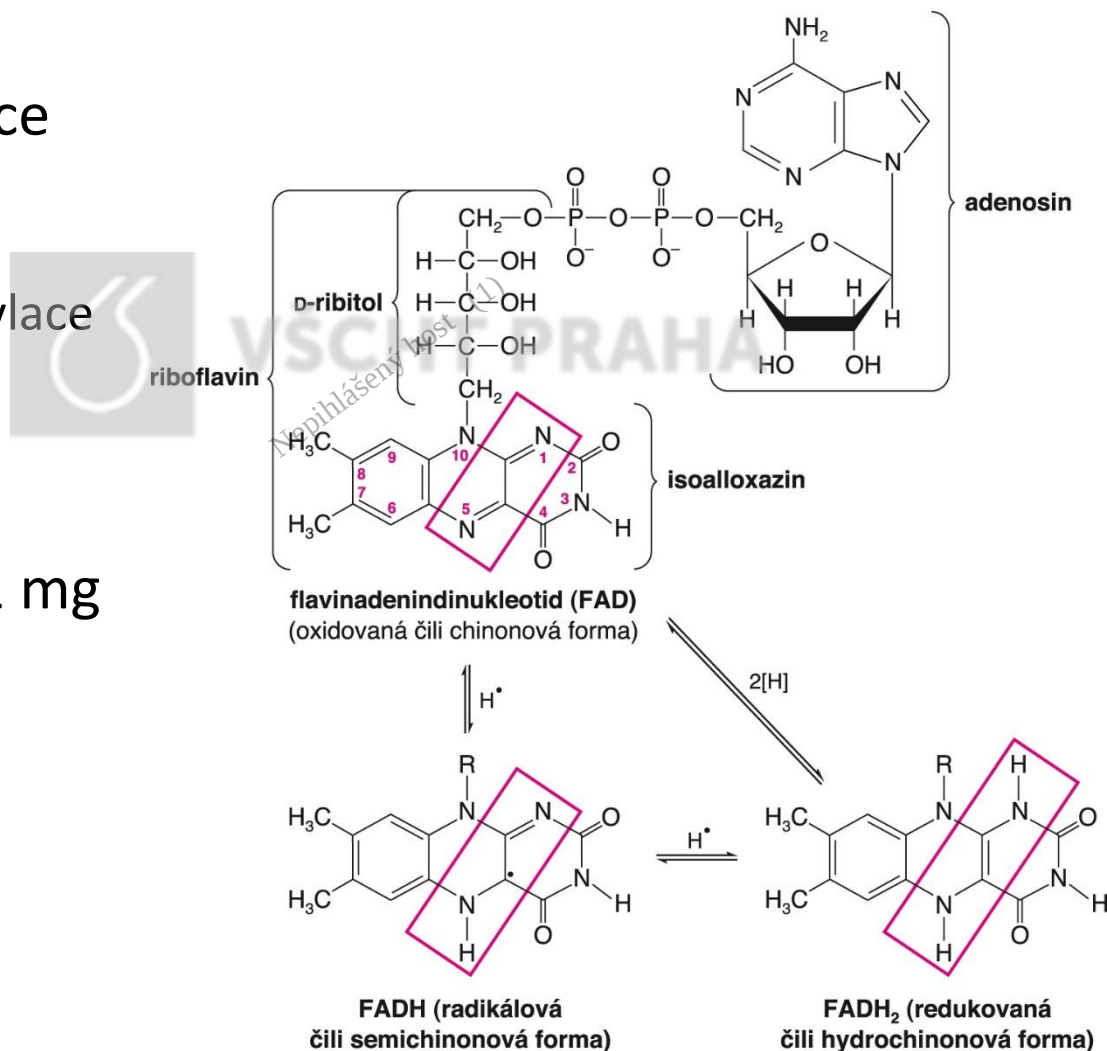
hydroxylace

oxidativní dekarboxylace

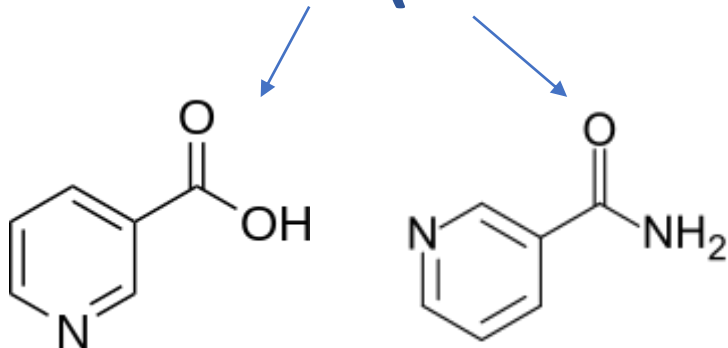
dioxygenace

redukce O₂ na H₂O₂

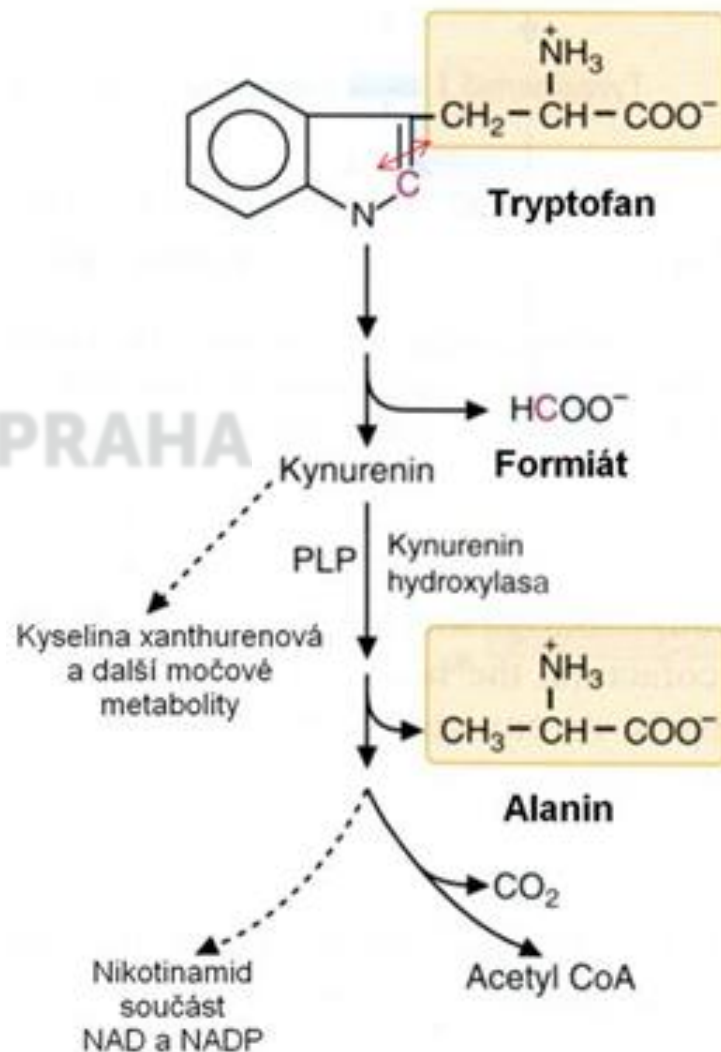
denní dávka: 1,5 - 2 mg



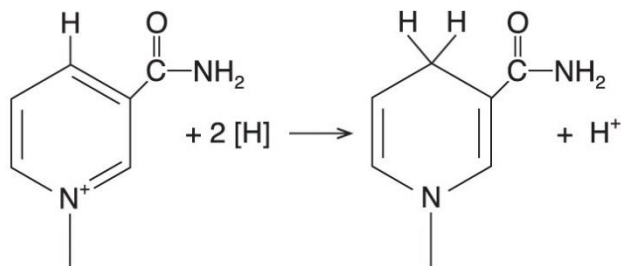
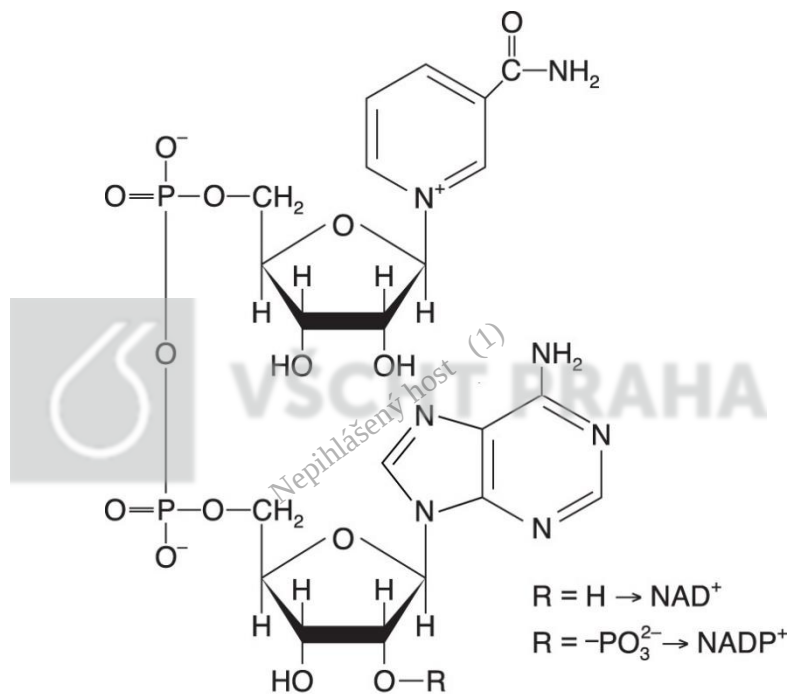
B₃, PP- niacin (nikotinamid) $\longrightarrow$ NAD(P)⁺ (koenzym)



- vlastní syntéza: z Trp (z 60 mg vzniká $\approx$ 1 mg NAD⁺)
- nedostatek pelagra
- doporučená dávka: 10 - 25 mg/den



Proč existuje NAD^+ i $\text{NADP}^{+}???$



Proč existuje NAD^+ i $\text{NADP}^{+}???$

oxidačně-redukční děje

- NAD^+ : přenašeč H z katabolismu do dýchacího řetězce

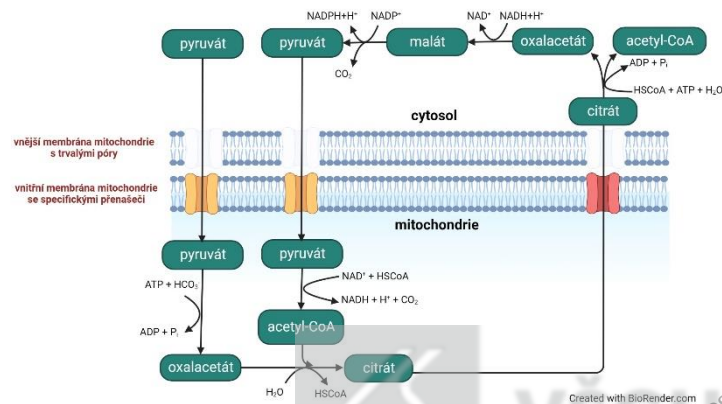
$$\frac{[\text{NAD}^+]}{[\text{NADH}]} > > 1$$

- NADPH : redukční činidlo (syntéza MK, Calvinův cyklus...)

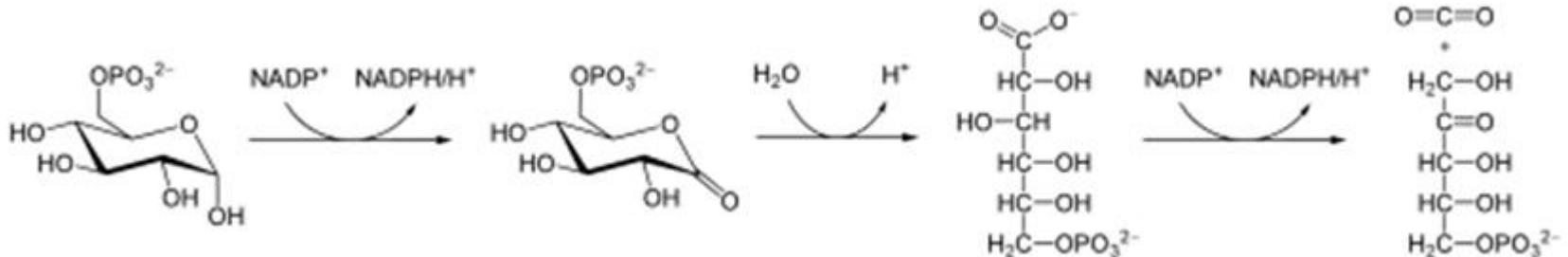
$$\frac{[\text{NADP}^+]}{[\text{NADPH}]} < < 1$$

Pyruvát-malátový cyklus

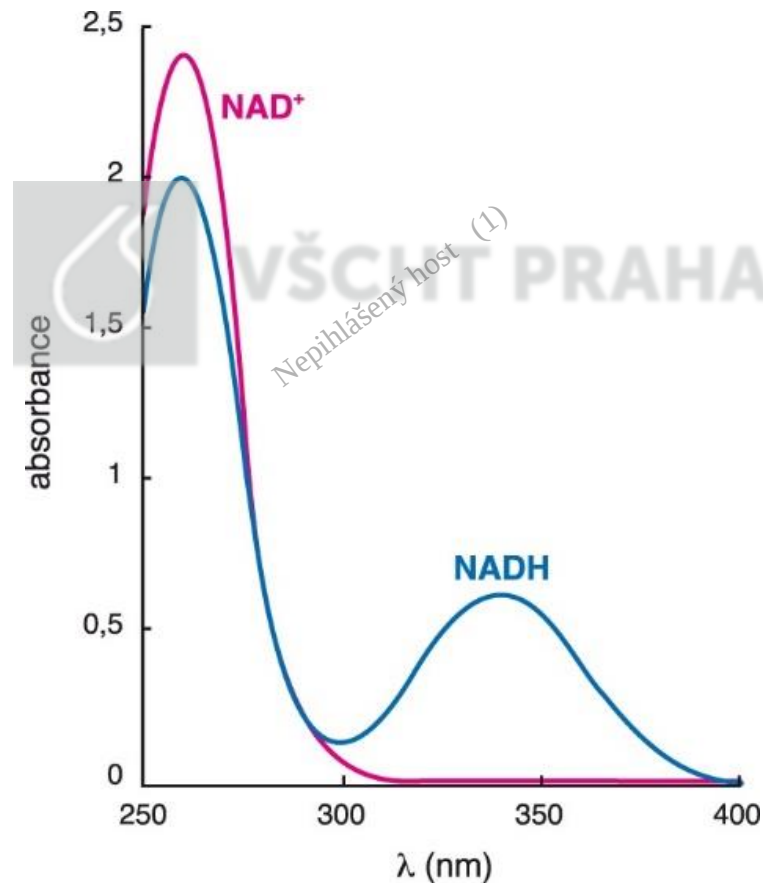
budeme probírat v Koordinaci metabolických funkcí



OXIDAČNÍ FÁZE PENTOSOVÉHO CYKLU

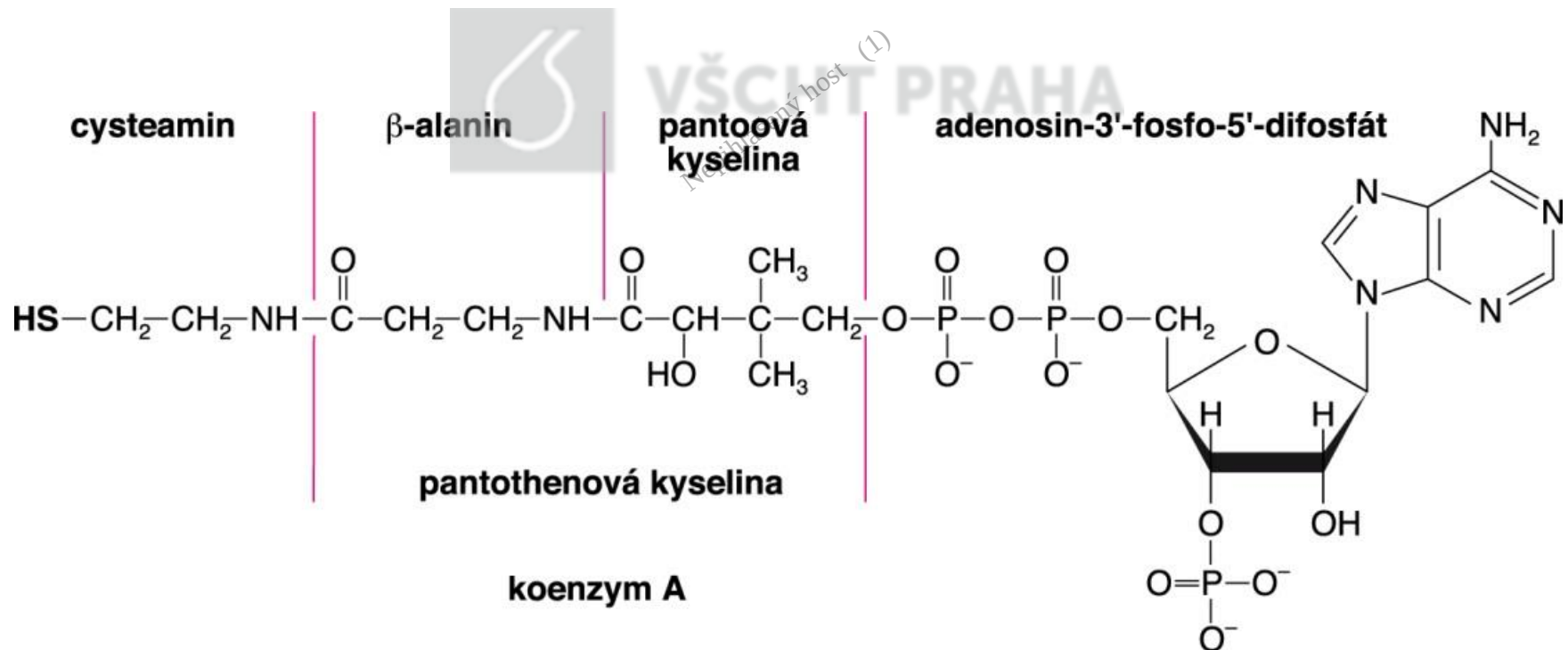


Stanovení enzymové aktivity enzymů s NAD(P)^+ jako kofaktorem



B₅ - kys. pantothenová → CoA, ACP (koenzym)

- přenos a aktivace acylových zbytků (transacylace, β -oxidace..)
- denní dávka: 10 mg hypovitaminosa velmi vzácná

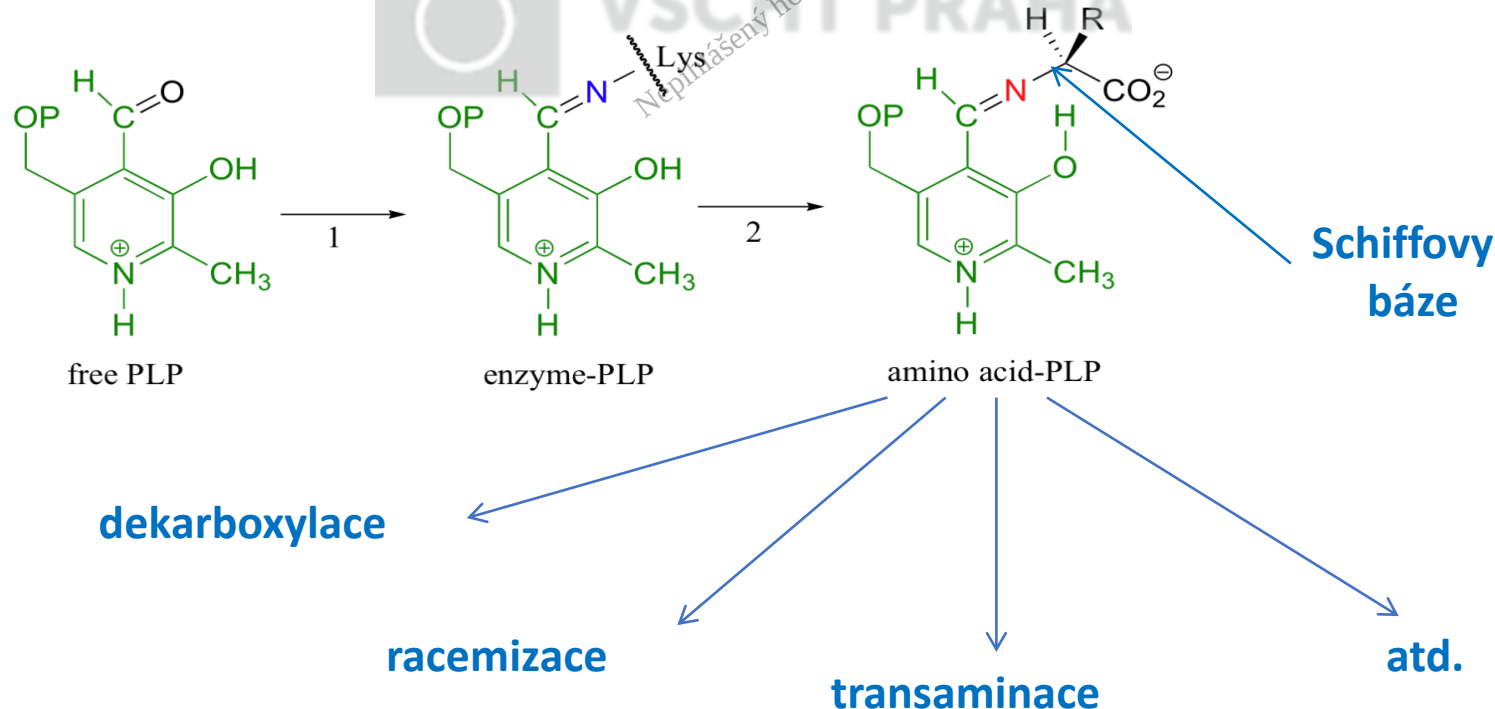


B₆ - pyridoxin, pyridoxal, pyridoxamin

➡ pyridoxalfosfát – PLP (prosthetická skupina)

- reakce aminokyselin
- transport AK přes membrány
- glykogenfosforylasa

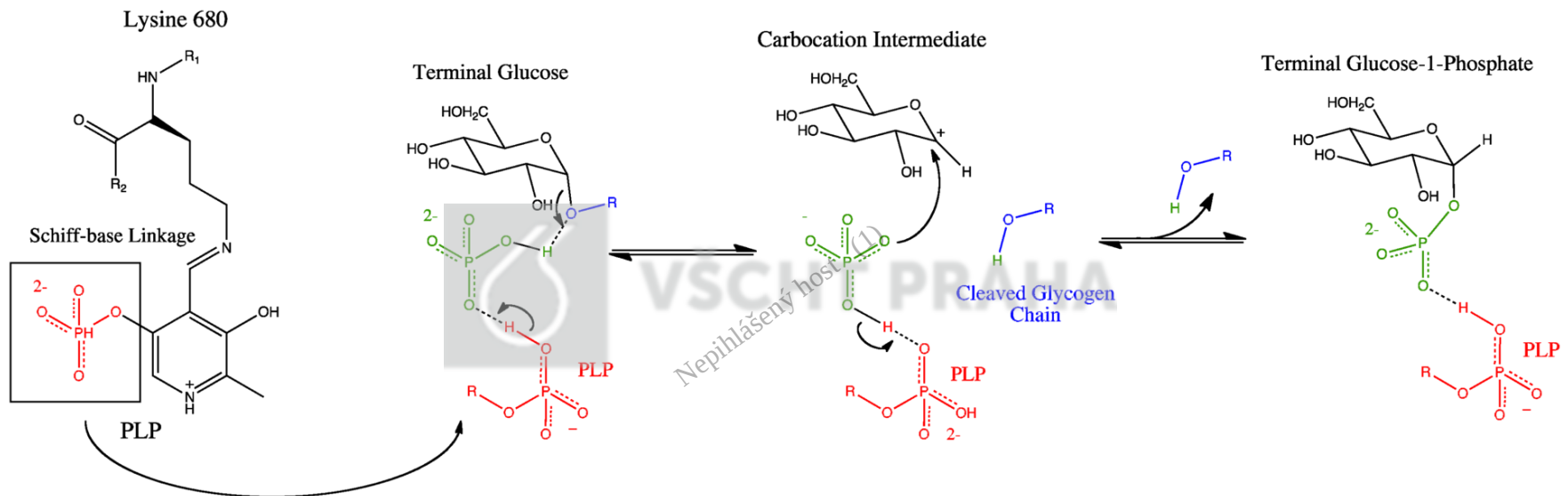
denní potřeba: 1 - 2 mg (1,6 mg / g bílkovin v potravě)



Dekarboxylace aminokyselin - biogenní aminy

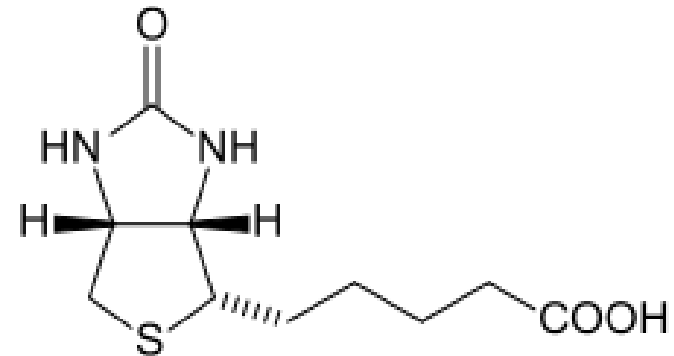
Biogenní amin	Vzniká dekarboxylací	Význam
ethanolamin→cholin	Ser	součásti fosfatidátů
propanolamin	Thr	syntéza vitaminu B ₁₂ v bakteriích
spermin, spermidin	Met	kompensace negativního náboje RNA i DNA, regulace pohybu spermií
histamin	His	účast na alergických reakcích, vasodilatans
kadaverin	Lys	stabilizace RNA v ribosomech
agmatin	Arg	
putrescin	ornithin	
β-alanin	Asp	součást panthotenátu (viz CoA)
γ-aminobutyrate (GABA)	Glu	blokuující neurotransmitter
dopamin→noradrenalin→adrenalin	Tyr → 3,4-dihydroxy-Phe	aktivující hormony, neurotransmitery
serotonin	5-hydroxy-Trp	neurotransmitter, tkáňový hormon

- role PLP při odbourávání glykogenu

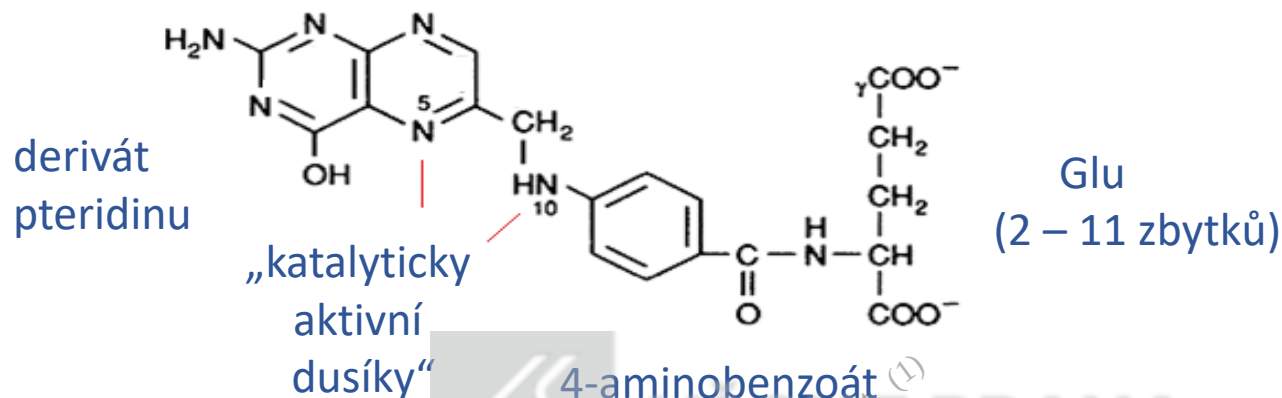


B₇, H - biotin (prosthetická skupina)

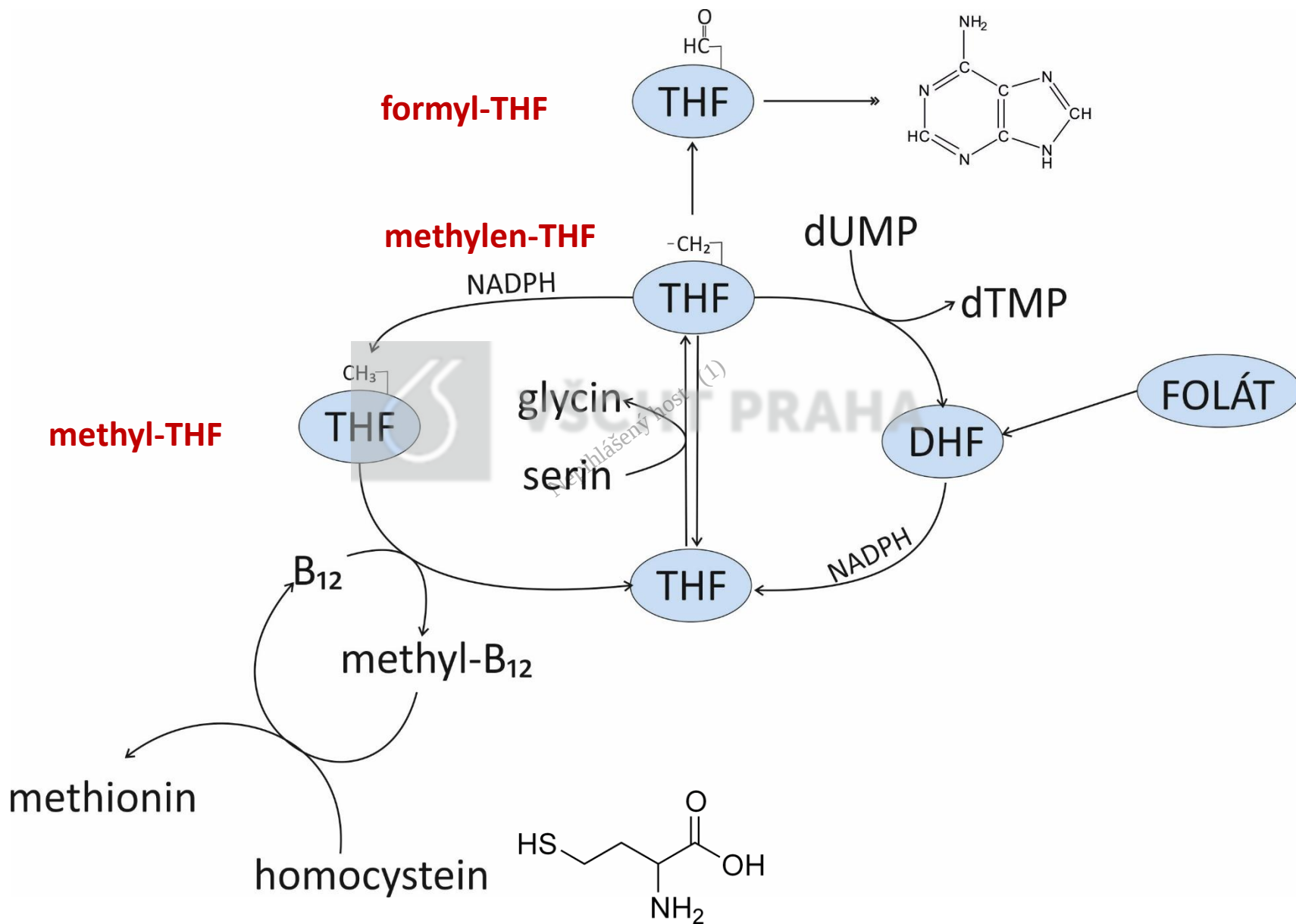
- přenos CO₂, ligasy
- známo jen 9 enzymů, nejdůležitější:
 - acetyl-CoA-karboxylasy
 - pyruvátkarboxylasa (anaplerotická reakce, glukogenese)
- denní potřeba: 0,1 mg/den (produkce též střevní mikroflorou)



B₉ - kyselina listová (folát) → tetrahydrofolát (THF) (koenzym)



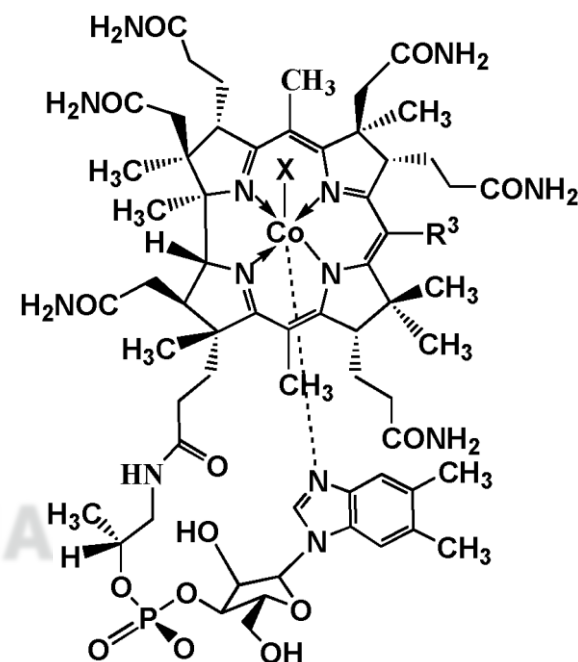
- konjugáty s různě dlouhými L-Glu spojených γ -peptidovou vazbou
- přenos C₁ zbytků různých oxidačních čísel (napojení na N⁵ nebo N¹⁰)
 - methyl -CH₃
 - methylen -CH₂-
 - methenyl -CH₂=
 - formyl -CH=O
 - formimino -CH=NH
- biosyntéza nukleotidů (buněčná proliferaci), L-Ser, L-Thr
- denní dávka: 100 mg
- pozn. sulfoamidová antibiotika – blokují syntézu B₉ u mikroorganismů



B₁₂ – kobalamin (prostetická skupina)

tetrapyrolové uspořádání, koordinačně vázaný Co

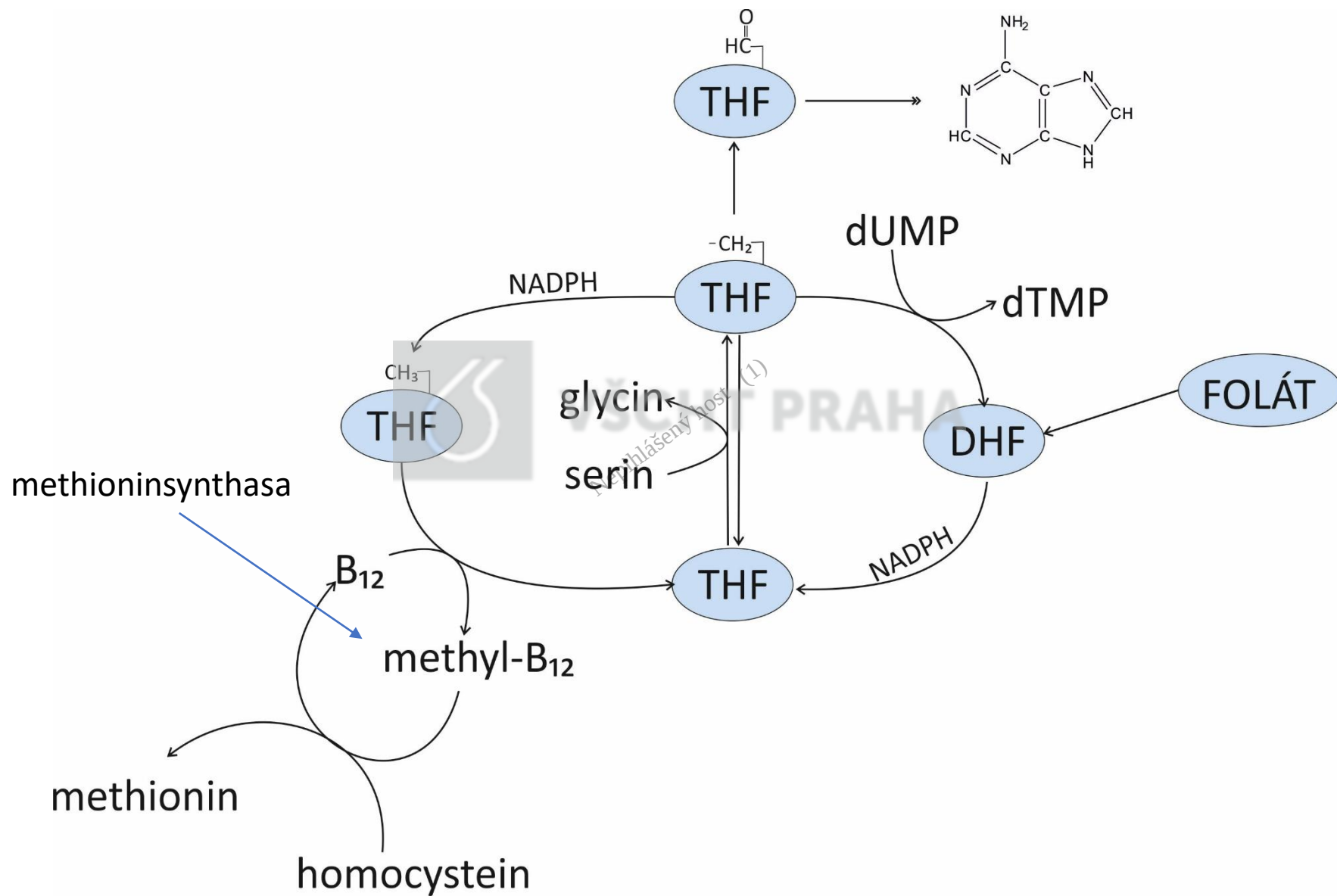
- přenos CH₃
- isomerace - methylmalonylCoA mutasa
- methioninsyntasa



X: methyl-
OH-
CN-

denní potřeba: nepatrná (3 µg/den, zásoba v organismu na 2 - 3 roky), potraviny živočišného původu

hypovitaminosa: většinou způsobená neschopností absorpce v zažívacím traktu,
avitaminosa: perniciozní (zhoubná) anemie



AK (Thr, Met, Ile, Val)

MK s lichým počtem C

Thymin

methyImalonyl-CoA

B₁₂ methyIkobalamin

methyImalonylCoA mutasa

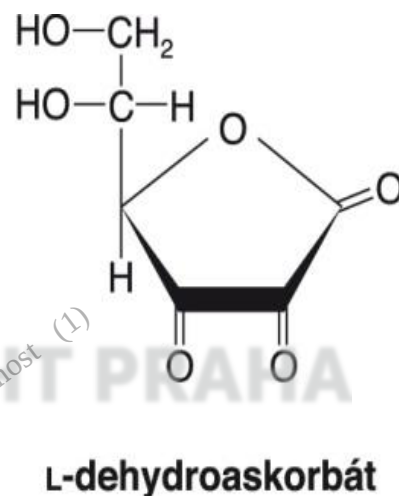
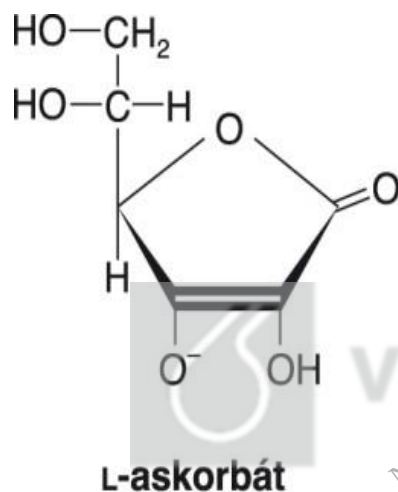
sukcinyI-CoA

citrátový cyklus



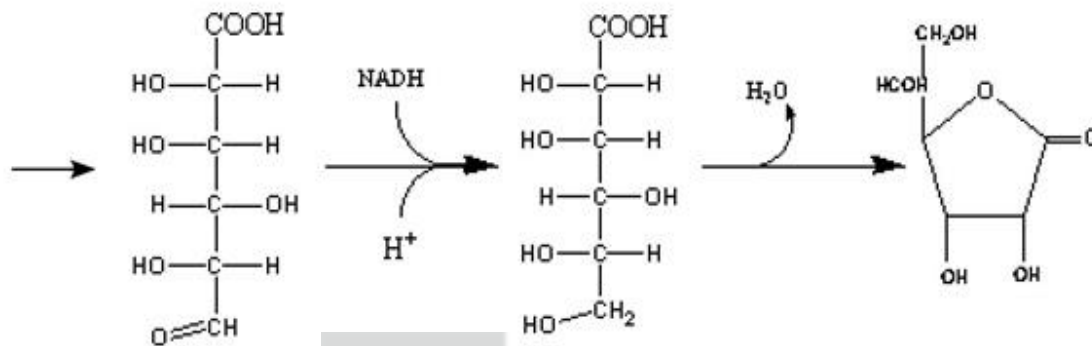
Nepřehlášený post (1)

C - kys. askorbová askorbát (γ -lakton kyseliny 2-oxo-gulonové)



- denní dávka: 50 mg (obrovská)
- resorpce: sekundární aktivní transport
- hypervitaminosa: oxalátové kaménky v močových cestách
- vitamin pouze pro člověka, některé další primáty, morče, kapybaru a indického netopýra a několik dalších

Glukosa



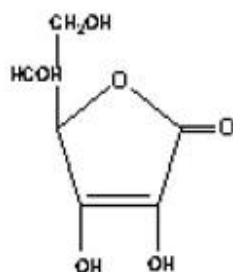
L-gulonolakton

L-glukuronová
kys.

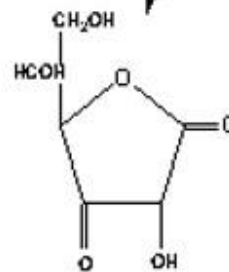
L-gulonová kys.

Nepihlášeny nos. (1)

VŠCHT PRAHA



kys. askorbová

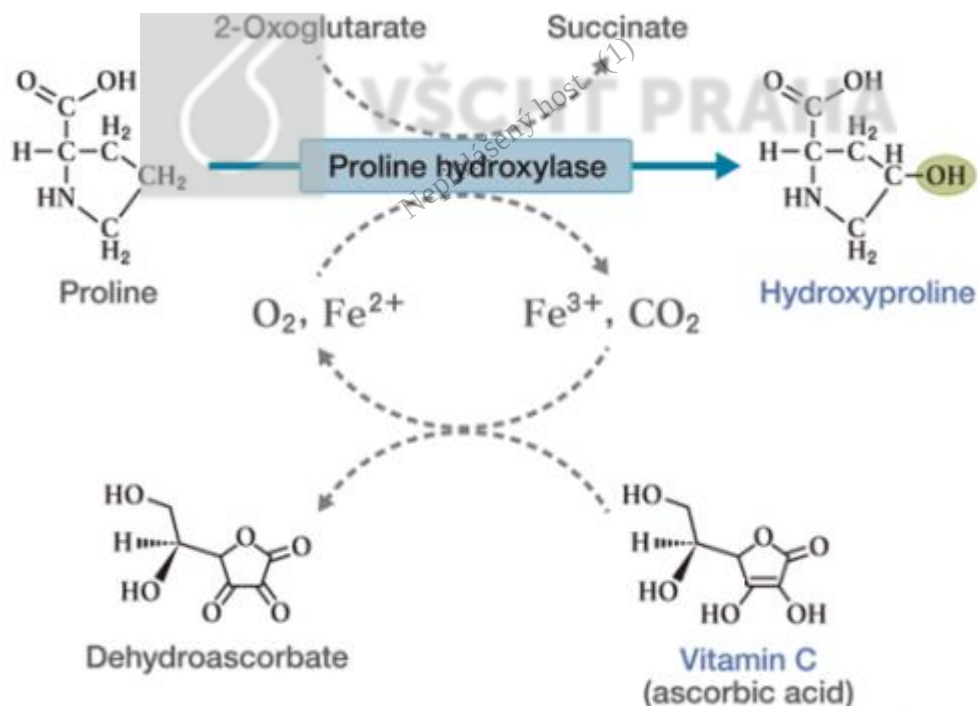
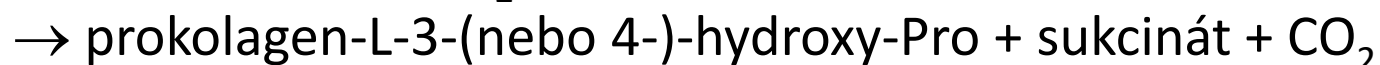


3-keto-L-gulonolakton

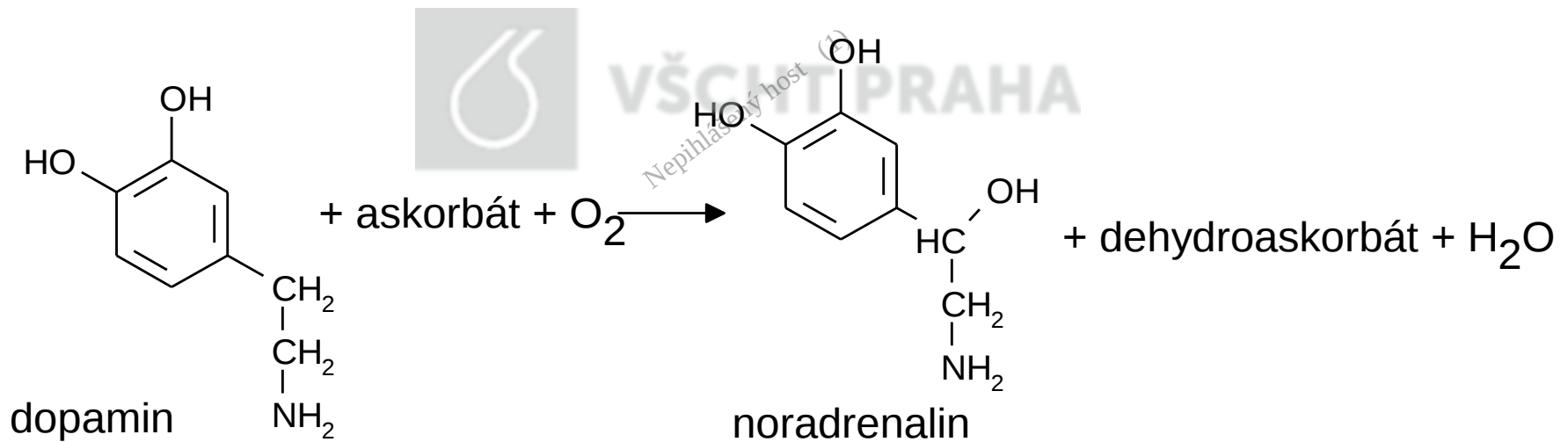
Různé funkce askorbátu:

- **kofaktor (nevstupuje do reakce):**

- „antiskorbutický faktor“ (askorbová)



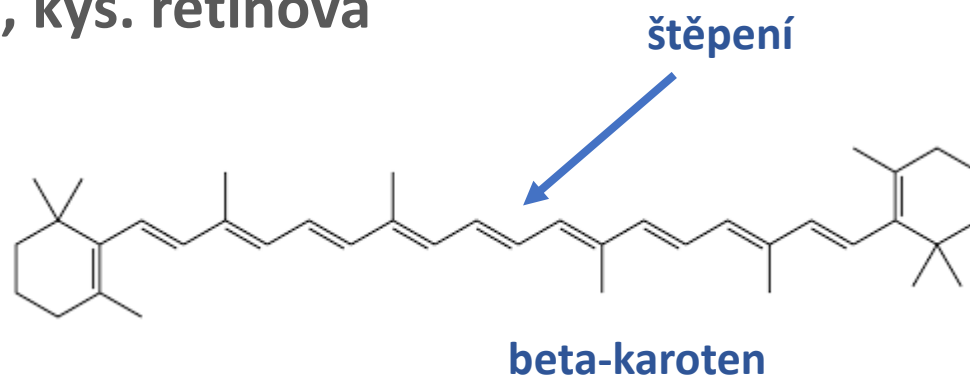
- resorpce železa
- antioxidant
- redukční činidlo (monooxygenasy)



Vitaminy rozpustné v tucích

A - retinol  retinal, kys. retinová


karotenoidy



retinal: prosthetická skup. rhodopsinu (isomerace *cis-trans*)

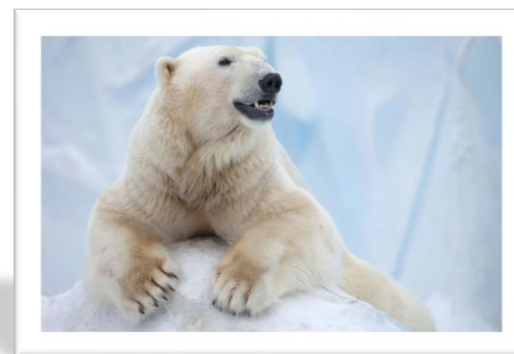
kys. retinová: ovlivňuje transkripci genů

diferenciační faktor během růstu a vývoje

podíl na biosyntéze glykoproteinů sliznic

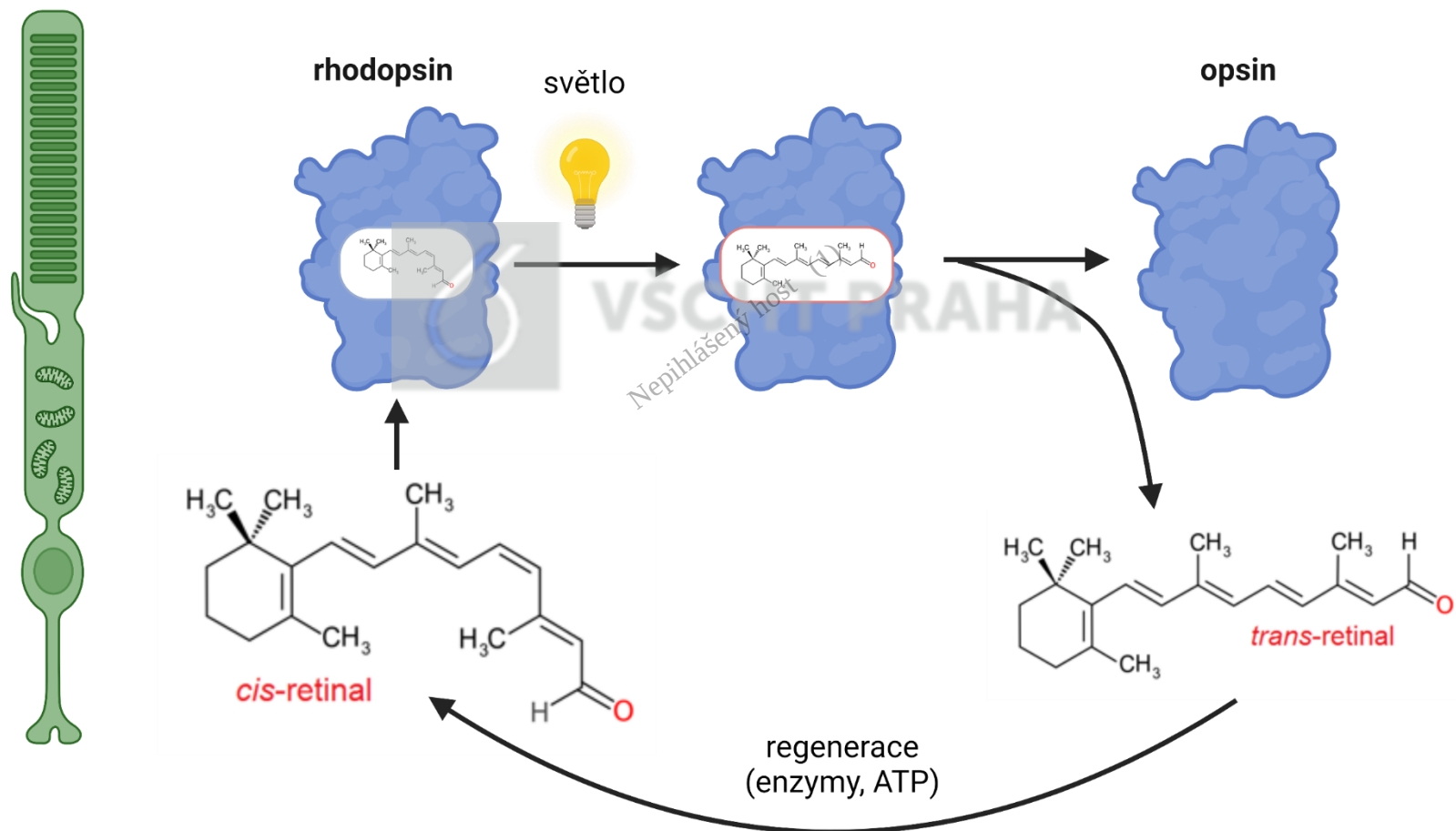
biosyntéza steroidů

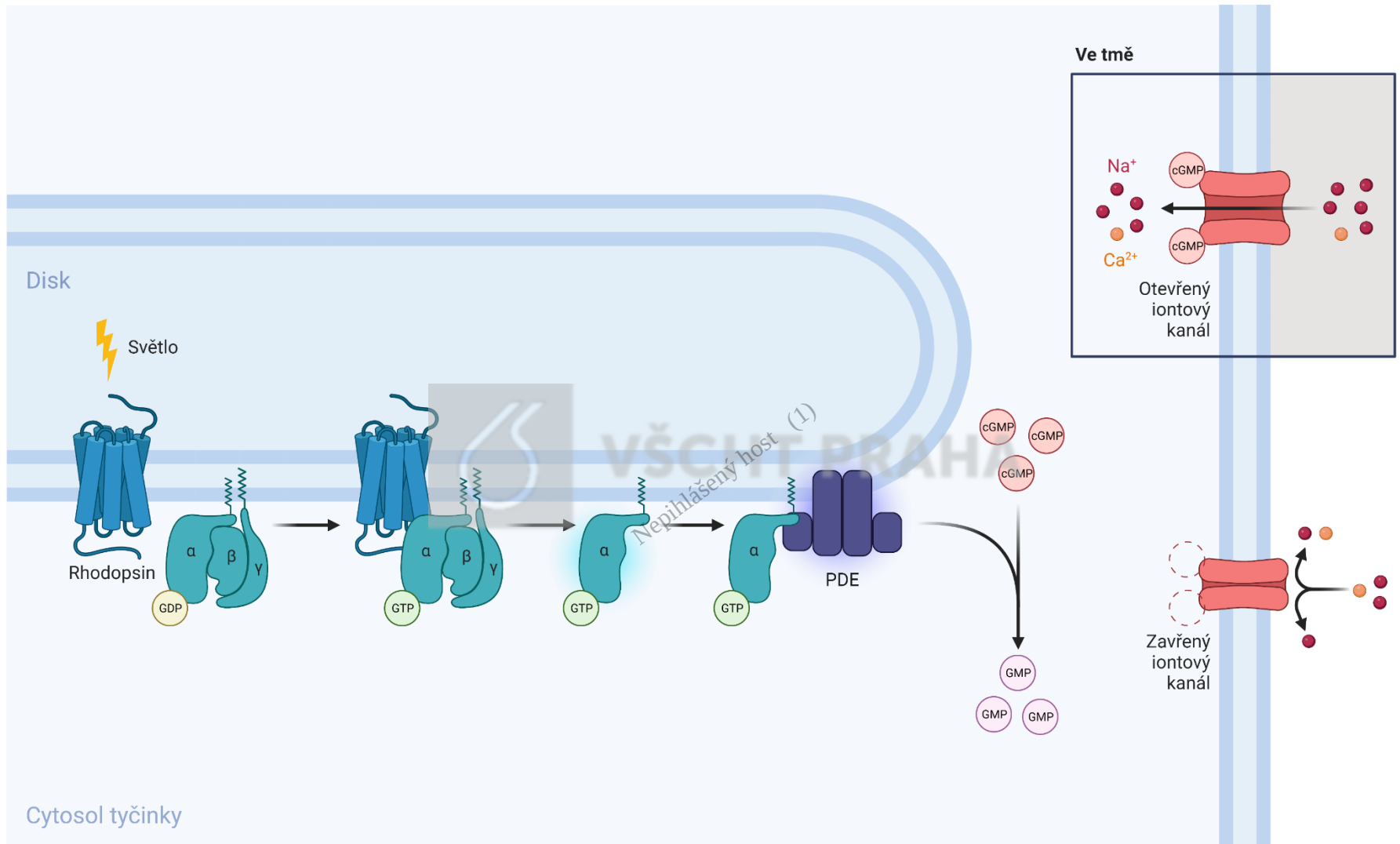
denní dávka: 2 mg



Funkce rhodopsinu

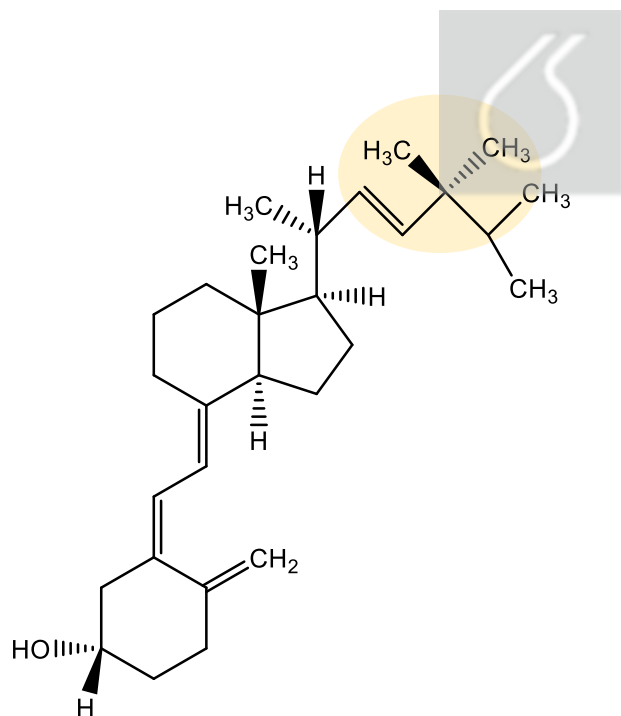
tyčinka



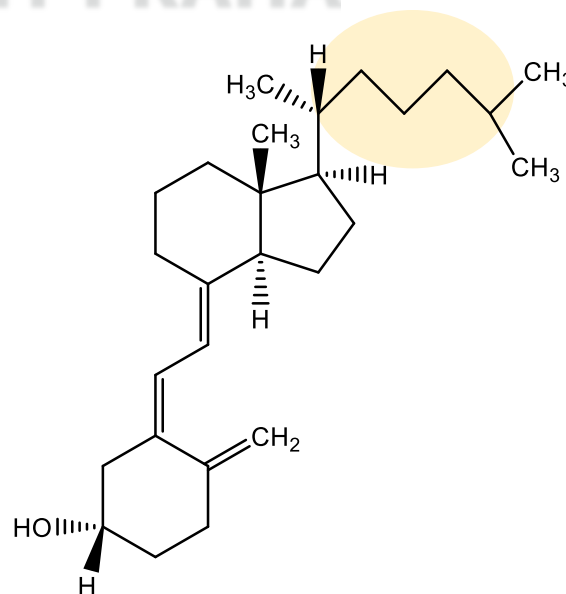


D - kalciferol $\longrightarrow$ kalcitriol (hormon)

- regulace metabolismu vápníku, transkripční faktor
- denní dávka: 25 - 50 μg (při normálním osvětlení není nutno)
- hypovitaminosa: zastavení růstu, křivení a měknutí kostí, (rachitis = křivice, antirachitický vitamin)

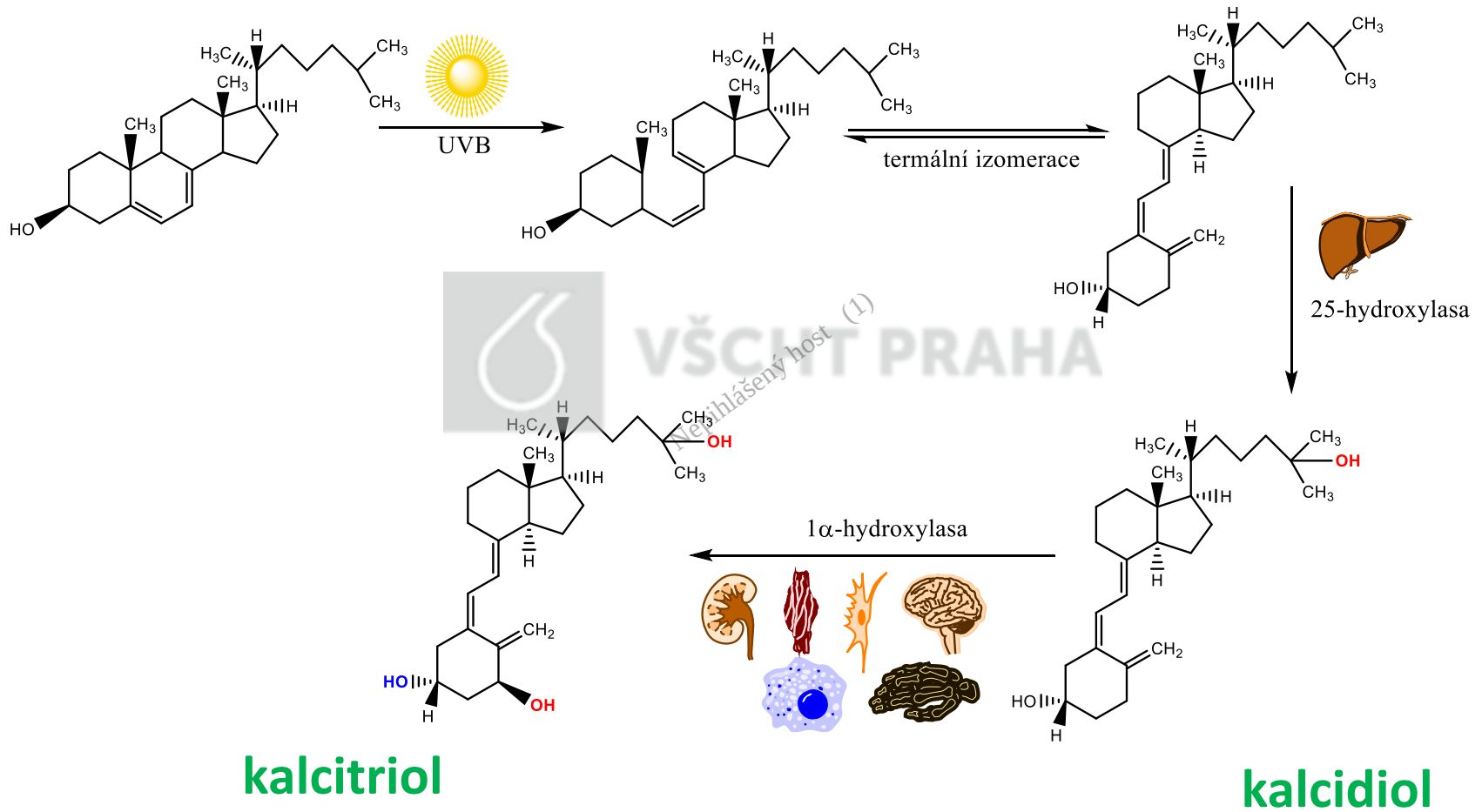


vitamin **D₂** - **ergo**kalciferol



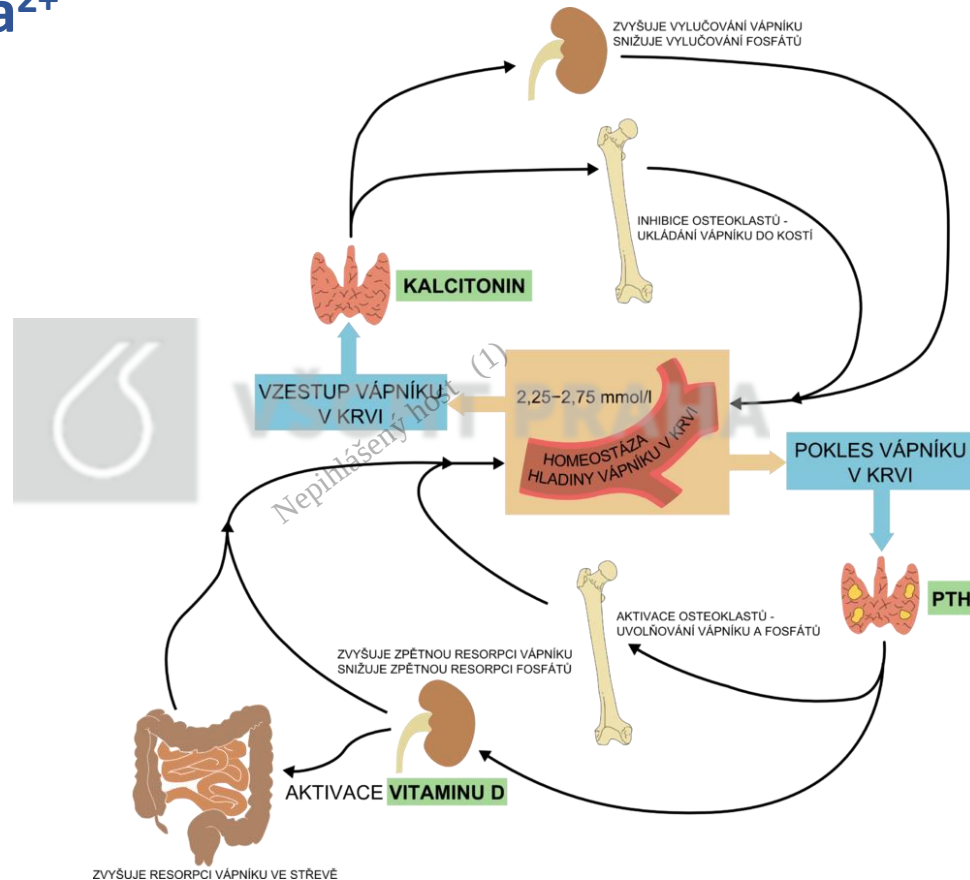
vitamin **D₃** - **chole**kalciferol

Syntéza kalcitriolu



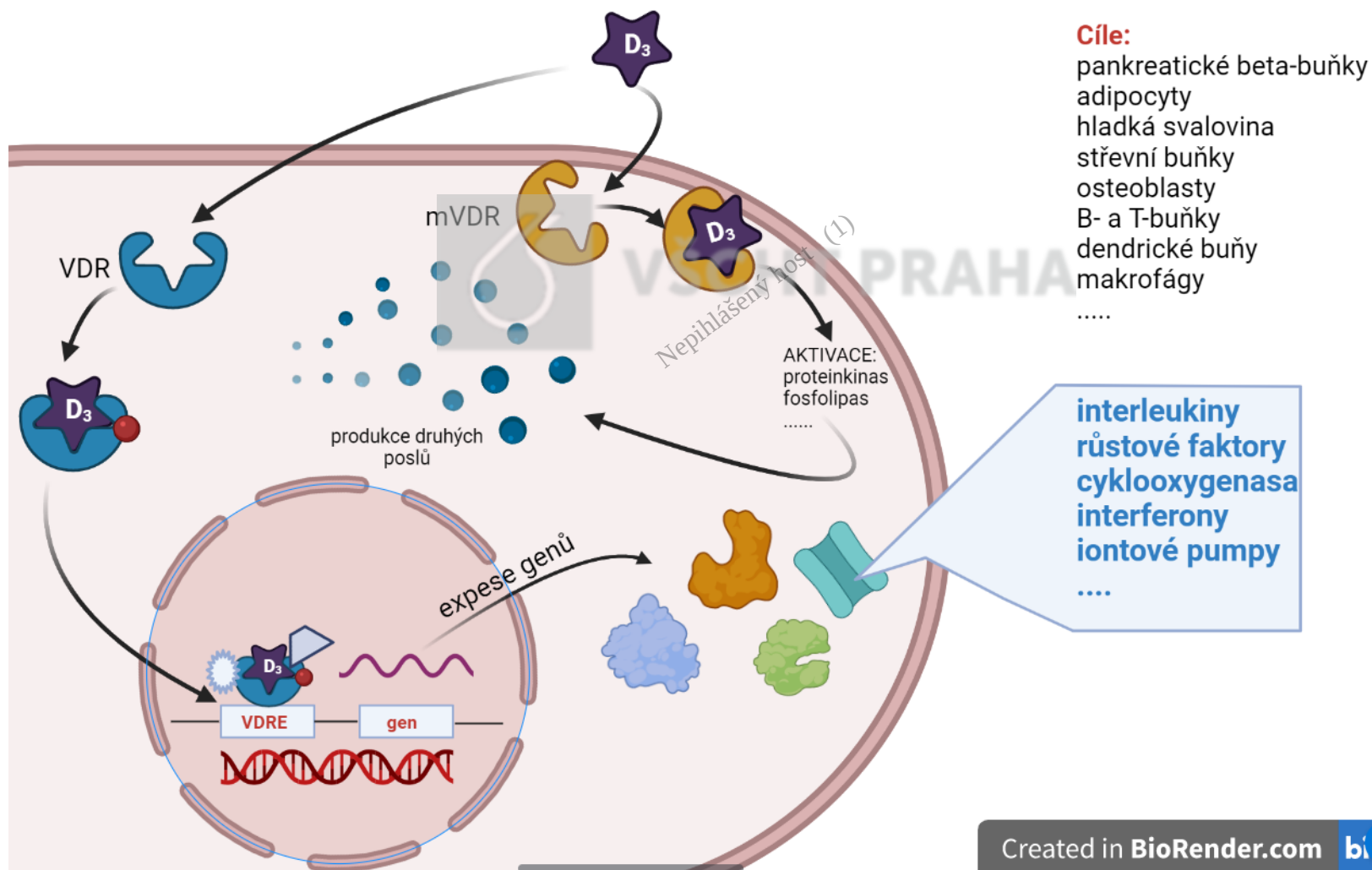
vitamin D jako hormon

hospodaření s Ca^{2+}

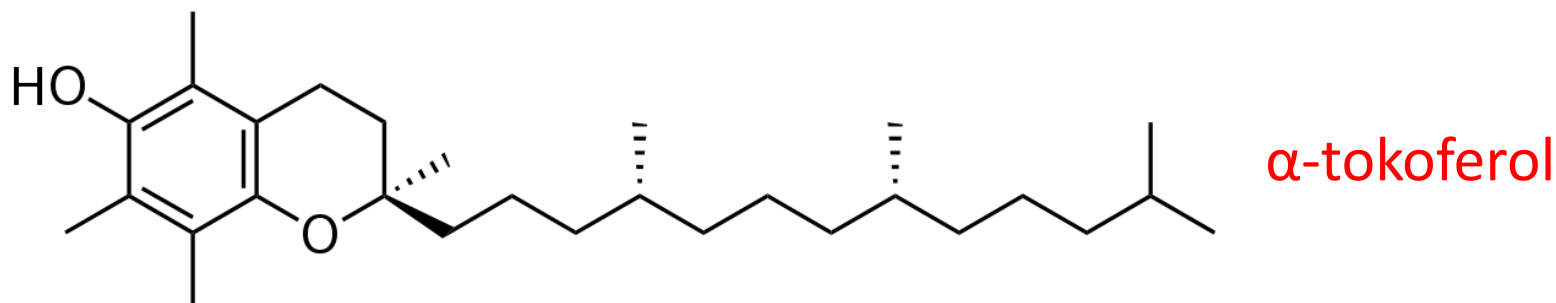


imunomodulátor

aktivace buněk imunitního systému

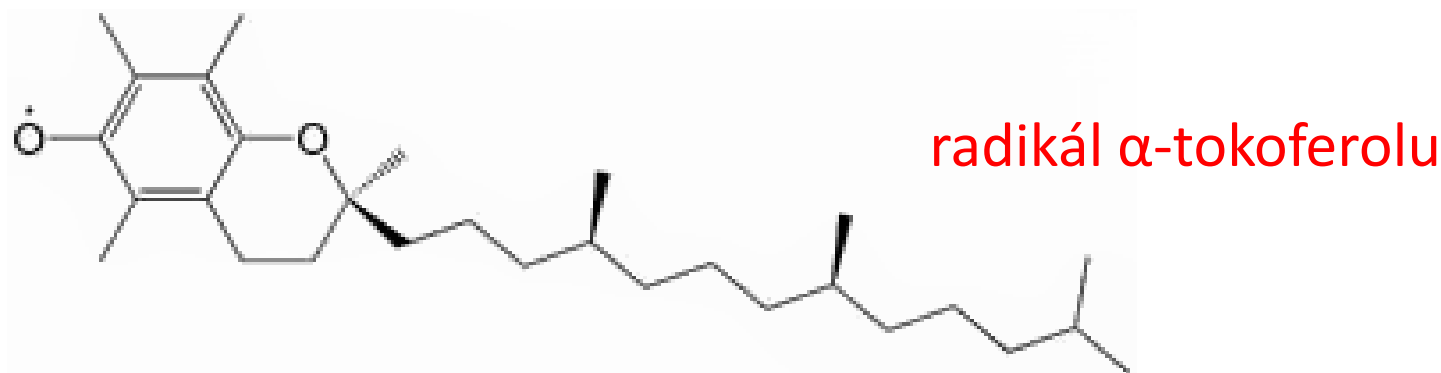


E - tokoferol $\longrightarrow$ tokoferoly (α , β a γ - různé methylace na prvním aromatickém kruhu)



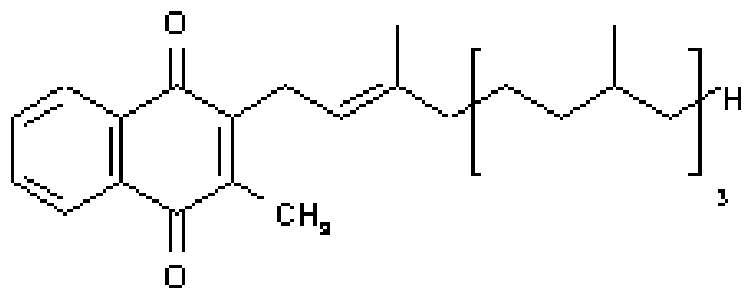
složka lipofilního oxidoredukčního systému ⁽¹⁾

antioxidant - zastavuje řetězovou reakci lipoperoxidace (vzniká „stabilnější“ radikál, α -tokoferol je z isomerů nejúčinnější)

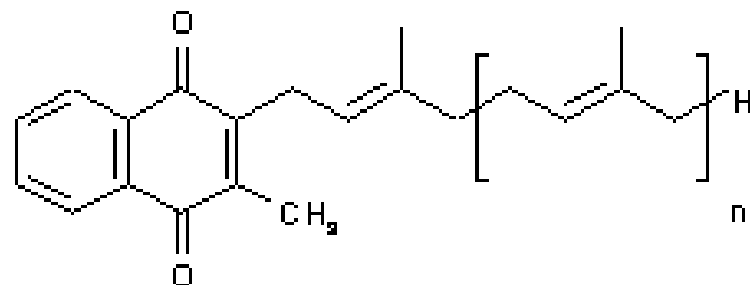


denní dávka: 10 mg, hypovitaminosa: neplodnost, potraty...

K - fylochinony $\longrightarrow$ fylohydrochinon



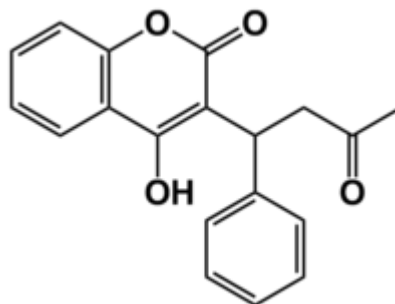
Vitamin K1



Vitamin K2

stimulace biosyntézy a sekrece koagulačních faktorů
karboxylace Glu na γ -karboxyglutamovou - vazba Ca^{2+}
denní dávka: 2 mg

Warfarin: kompetitivní
antivitamin



Kofaktory syntetizované lidskými buňkami (nesystémový dovětek)

Koenzymy:

- NTP
- ubichinon
- S-adenosyl-Met
- plastochinon
- 3'-fosfoadenosyl-5'-fosfosulfát
- tetrahydrobiopterin

Prostheticé skupiny:

- kyselina lipoová
- hem

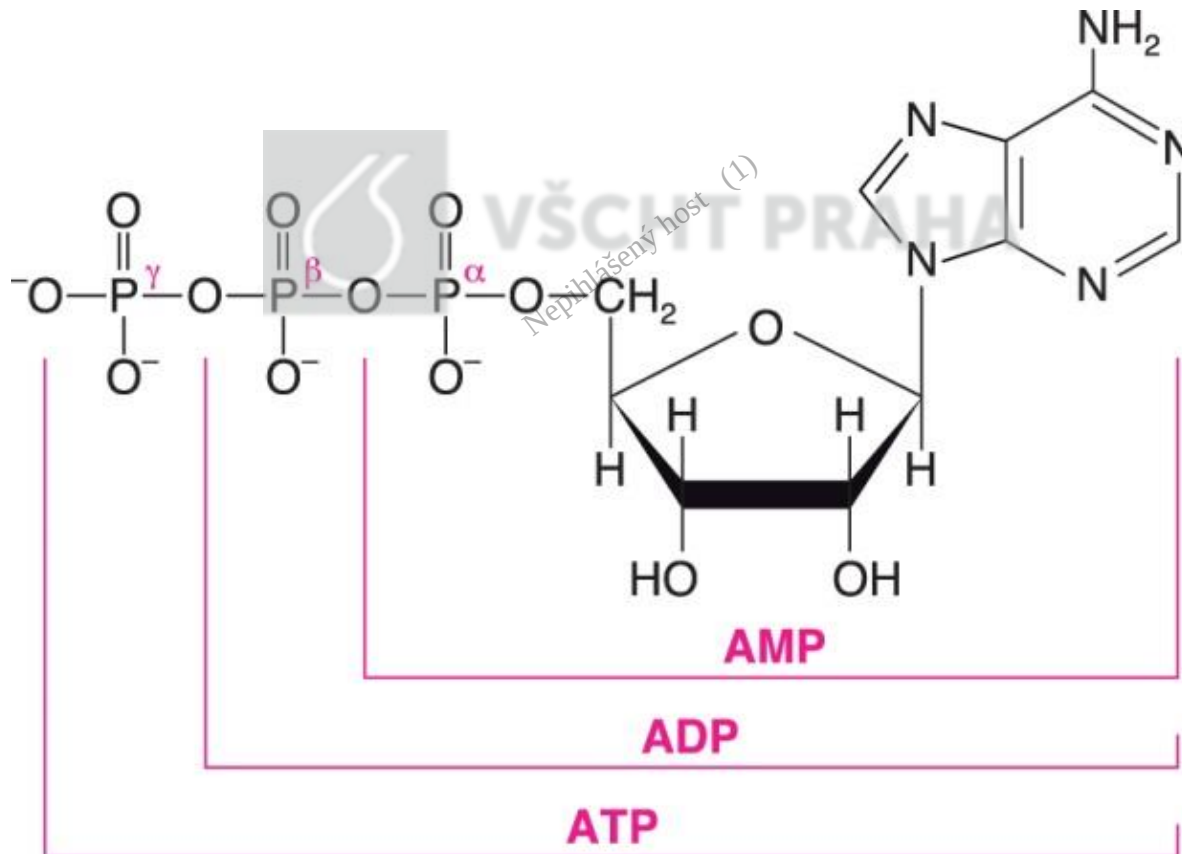


VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

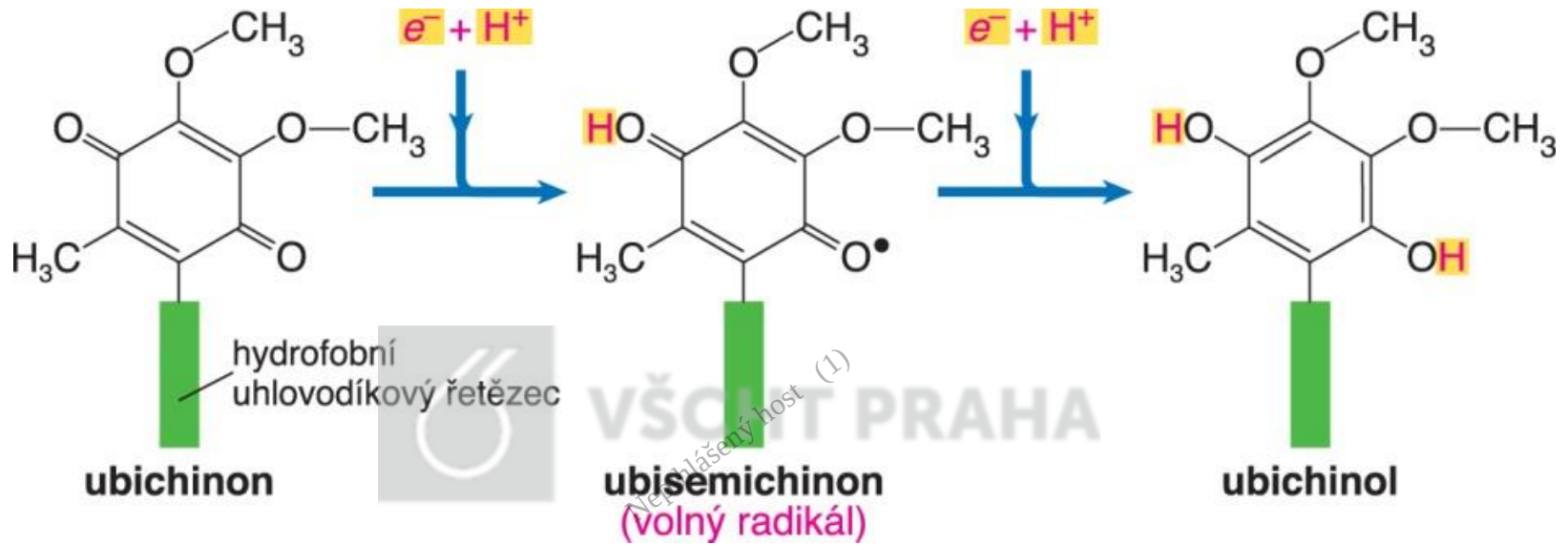
KOENZYMY

NTP - fosfotransferasy, ligasy, nukleotidyltransferasy, hydrolasy

...



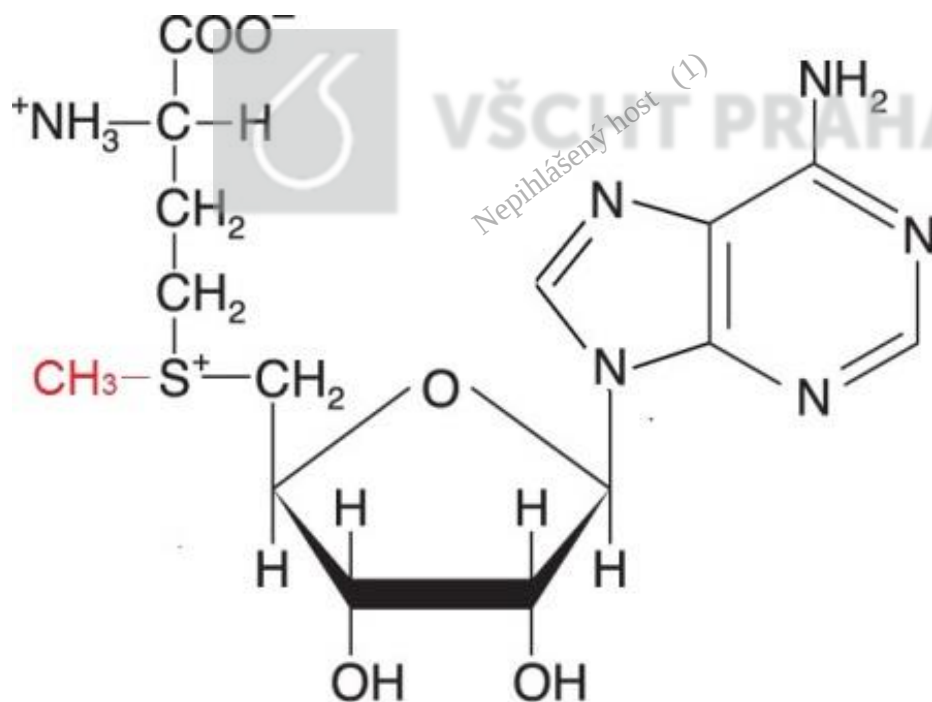
Ubichinon



- hydrofobní isoprenoid (pohyb v membráně)
- přenos jednoho nebo dvou vodíků
- dýchací řetězec

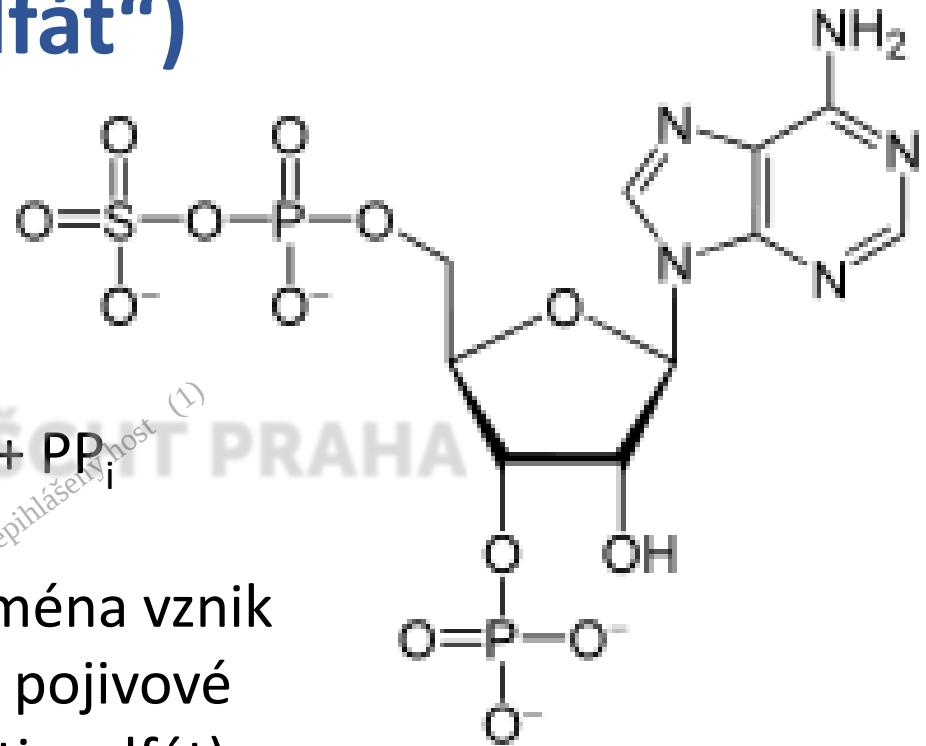
S-adenosylmethionin (SAM, AdoMet)

- methylační činidlo (syntéza cholinu...)
- syntéza: $\text{Met} + \text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AdoMet} + \text{PP}_i + \text{P}_i$
- spolupráce s tetrahydrofolátem a kobalaminem



S-adenosylmethionin

3'-fosfoadenosin-5'-fosfosulfát (PAPS, „aktivní sulfát“)

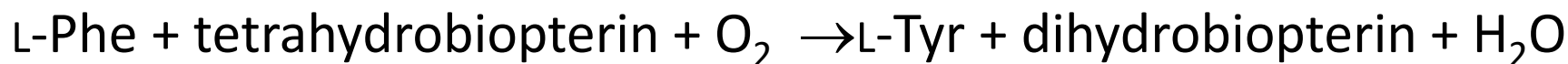
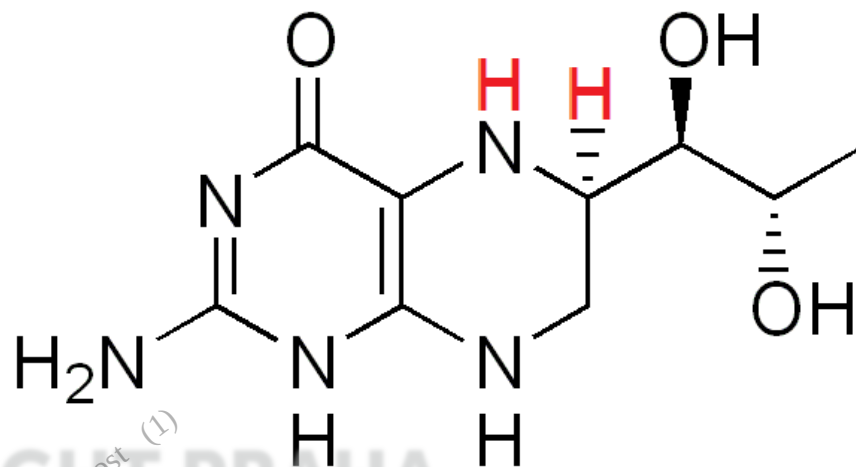


Syntéza: $\text{ATP} + \text{sulfát} \rightarrow \text{PAPS} + \text{PP}_i$

přenos sulfátové skupiny (zejména vznik
složitých kyselých sacharidů v pojivové
tkáni: keratansulfát, chondroitinsulfát)

Tetrahydrobiopterin

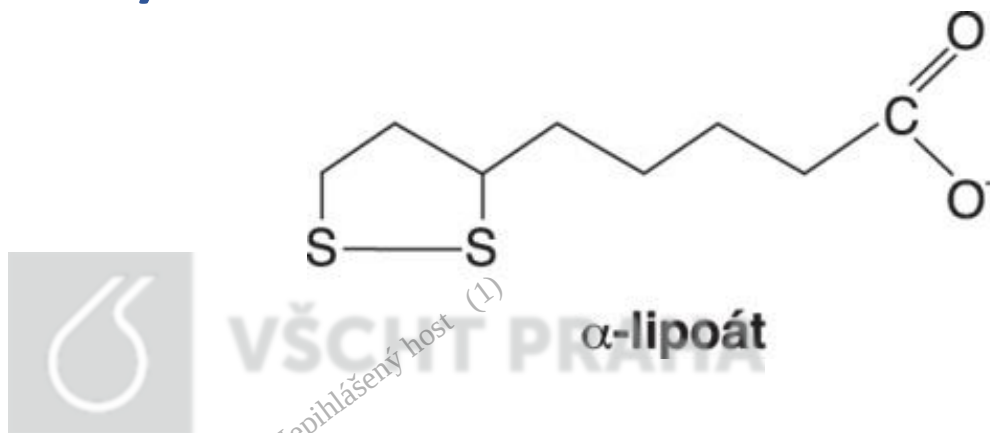
kofaktor oxidoreduktas
(redukční činidlo – donor
vodíku v
monooxygenasových
reakcích,
H označují „redukující“
vodíky)



(monooxygenasa, fenylketonurie)

PROSTETICKÉ SKUPINY

α -LIPOÁT (LIPOAMID)



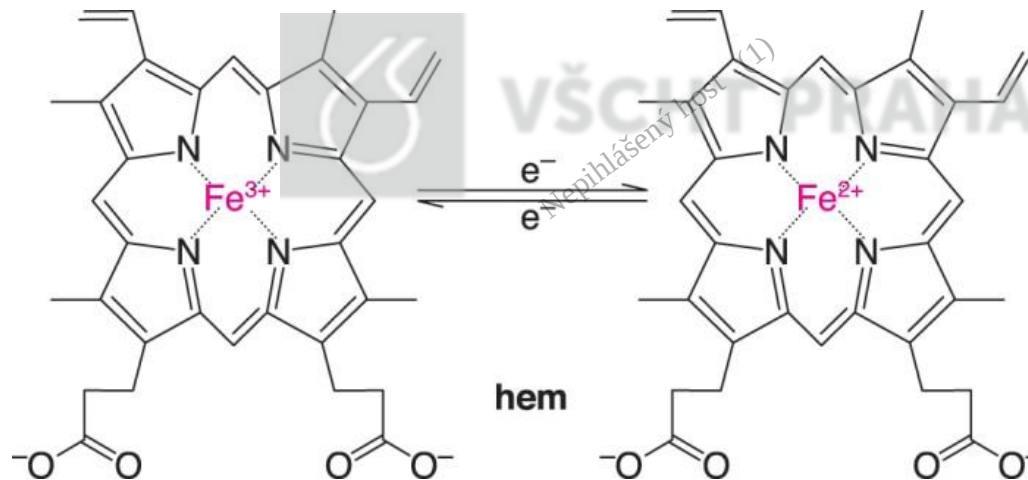
kovalentní vazba na lysinové raménko

oxidační dekarboxylace 2-oxokyselin (pyruvát, 2-oxoglutarát)

antioxidant

Hem

- peroxidasy, katalasy, cytochromy (P_{450})
- syntetizuje se z sukcinyl CoA a Gly (mitochondrie + cytosol)



hemoglobin a myoglobin: přenos a skladování O_2 ,
Fe nemění oxidační stupeň

oxyhemoglobin deoxyhemoglobin (redukovaný Hb) methemoglobin karbonylhemoglobin

