**Vitaminy**

Esenciální složky potravy.

Jsou to nízkomolekulární organické sloučeniny. Produkovány především autotrofními organismy. Heterotrofními organismy jako je např. člověk a zvířata jsou produkovány jen ve velmi malé míře hlavně střevní mikroflórou. Nejsou zdrojem energie, ale většinou mají funkci katalyzátorů. Exogenní esenciální biokatalyzátory. Je to hlavní podmínka, aby se látka mohla zařadit mezi vitaminy.

Ne každý vitamin je stejně důležitý pro všechny zvířata. Např. kyselina askorbová je vitaminem pouze pro člověka, primáty a morče.

Druhou skupinou takových biokatalyzátorů jsou hormony, ale ty si organismus produkuje sám. To je rozdíl mezi enzymy a hormony ale může splývat.

Názvy vitaminů – nejdříve se názvy odvozovaly podle nemoci, kterou nedostatek vitaminu způsoboval - antiskorbutický vitamin ( vit. C ). Později se začali používat písmena abecedy někdy s číselným indexem ( B1 – B12 ) . Dnes se používají jak abecední písmena, tak u některých vitamínů se natolik vžil jejich triviální název že se užívá častěji než názvoslovný. Třeba askorbová kyselina místo vit. C

Nejčastější dělení je podle rozpustnosti v polárním a nepolárním prostředí.

**Provitaminy** – některé látky samy nevykazují účinek, ale organismus je pozmění na účinnou formu. Jsou někdy nezastupitelné při tvorbě vlastního vitaminu – beta karoten – retinol.

Provitaminy mají velkou výhodu, že se jimi nezpůsobí hypervitaminóza- organismus jich přemění na vitamin jen tolik na kolik má kapacitu.

Obecně je potřeba z hlediska množství malá – jednotky až desítky mg/den. Jen u vit. C je potřeba řádově stovky mg/den.

**Rezervní kapacita** – jak dlouho může být organismus bez příslušného vitaminu. Korinoidy ( vit. B 12 ) až 5 let, vit. A 1-2-roky, thiamin pouze 4-10 dní.

**Avitaminóza** – poměrně vzácná,

**Hypovitaminóza** – z klinického hlediska daleko častější. Postupný nárůst klinických obtíží kurdějě u vit. C, křivice u vit. D, šeroslepost u vit. A.

**Hypervitaminóza -**  dnes častější jak dřív. Jsou k dispozici koncentrované preparáty. Je proto určité riziko i pro kombinaci účinků vitaminů. Nadbytek vit A a vit. D ovlivní natolik hospodaření s vápníkem, že může dojít až k kalcifikaci ledvin.

**Antivitaminy** nebo také antagonisté vitaminů, látky nějakým způsobem ruší biologickou působnost vitaminů.

Velká část vitaminů se také někdy nazývají **koenzymy = kofaktory** protože jsou nezbytnou součástí mnoho enzymů. Jsou jejich prostetickou (nebílkovinnou) částí.

# ***Vitaminy rozpustné ve vodě***

**Thiamin – B1**

Chemické složení - pyrimidinový kruh a thiazol spojený methylenovou skupinou. V organismu se vyskytuje jak volný tak ve formě fosforečných esterů – mono, di a tri. Je potřebný u enzymů při metabolismu sacharidů a aminokyselin.

Zdroj - produkuje ho střevní mikroflóra, ale velmi nedostatečně. Proto hlavně potravou a to cereální potraviny. Je nejvíce obsažen v klíčku a v aleuronové vrstvě. Dále v pivovarských kvasnicích, ale zůstává v buňkách kvasnic. V pivu obsažen minimálně.

Hypovitamonóza má nevýrazné příznaky,

Avitaminóza – onemocnění beri-beri – poruchy funkce srdce a nervové poruchy. V oblastech, kde hlavní zdroj cereální potravy je loupaná rýže, protože je odstraněna aleuronová vrstva semene rýže.

**Riboflavin – B2**

Chemicky – isoalloxazinové jádro + ribitol ( alkohol odvozený od ribózy)

Riboflavin se vyskytuje v organismu jako volný, ale daleko častěji ve formě riboflavin-5-P (FMN) a flavinadenindinukleotidu (FAD). Tyto látky jsou **koenzymy** enzymů známých jako flavoproteiny. Tyto enzymy potřebují riboflavin a následně FMN a FAD k přenosu jednoho nebo dvou elektronů v dýchacím řetězci umístněném v mitochondriích.

Vitamin je velmi citlivý na světlo, zvlášť v alkalickém prostředí.

Potřeba – 1-2 mg/den.

Zdroj - hlavně z mléka, masa. Uvolňuje se z buněk kvasnic do piva.

Hypovitaminóza vzácná, dermatitidy.

**Niacin – B3 ,PP faktor**

Nikotinová kyselina a její amid (nikotinamid původní vit B3) obě formy stejně biologicky účinné. Nikotinová kyselina chemicky stálá, nikotinamid stálý pouze v neutrálním prostředí, v kyselém a alkalickém prostředí hydrolyzuje na kyselinu nikotinovou.

Důležitý je tento vitamin především jako součást NAD (nikotinamidadenidinukleotid NAD+ a NADH) a jejich fosforečných esterů NADP+ a NADPH, které jsou **koenzymy** několika set enzymů. Slouží jako přenašeči elektronů v respiračních systémech hlavně Krebsův cyklus. Potřeba asi 10 mg/den.

Zdroj mléko, maso, celozrnné potraviny.

PP – preventiv pelagra faktor – při hypovitaminóze vzniká pelagra projevující se jako kožní a zažívací poruchy, pak postižení nervového systému až demence.

**Piridoxin – B6**

Chemicky - tři biologicky aktivní deriváty 3-hydroxy-5-hydroxymethyl-2-methylpyridinu lišící se substitucí v poloze 4 a jejich příslušné 5-fosfáty.

Piridoxol - hydroximetyl derivát a příslušný 5-fosfát

Piridoxal – formyl derivát “

Piridoxamin – aminometyl derivát

Metabolicky nejaktivnější formou je pyridoxal-5-fosfát. Je kofaktorem (koenzymem) enzymů hlavně dekarboxylas a aminonotransferaz. Tím ovlivňuje hlavně metabolismus aminokyselin jako je dekarboxylace, eliminace funkčních skupin, racemizace, aldolizace. Vzhledem k tomu že ostatní dva příbuzné deriváty mohou podléhat vzájemné konverzi na druhou formu, jsou všechny 3 formy vitaminu stejně biologicky účinné.

**Antivitaminy** B6 jsou látky reagující s karbonylovou skupinou pyridoxalu.

Vitamin je stálý v kyselých roztocích. Méně stálý v neutrálním a zásaditém prostředí hlavně na světle.

Doporučený příjem asi 3mg/den.

Zdroj maso a zelenina.

**Kyselina pantothenová – B5**

Chemicky z kyseliny pantoové složené z- 2,4-dihydroxy-3,3-metylbutanová kyselina a ta je vázaná amidovou(peptidickou) vazbou na beta alanin ( zajímavost – jediná beta aminokyselina užitá v organismu ).. Hlavní biologicky účinnou složkou je koenzym A ( CoA ).

CoA je účinou složkou enzymů transacyláz, které přenášejí zbytky karboxylových kyselin v biochemických reakcích. Další úpravou vzniká jeden z nejdůležitějších koenzymů a to acetylkoenzym A na přenos acetylových skupin.

Poměrně stabilní sloučenina hlavně v slabě kyselých roztocích, ale dosti termolabilní.

Denní potřeba kolem 10mg/den. Hypovitaminóza a avitaminóza vzácná.

Z preparátů používaných v lékařství PANTENOL – místo karboxylu alkohol.

Zdroj – maso, hlavně vnitřnosti, vysoká koncentrace v sušených kvasnicích.

**Biotin – vitamin H**

Koenzym enzymů přenášející CO2 v biochemických reakcích – karboxylazy, dekarboxylazy, transkarboxylazy. Ovlivňuje syntézu mastných kyselin, katabolismus aminokyselin. Je nestálý pouze v alkalickém prostředí. Tvoří se pouze v houbách, mikroorganismech a vyšších rostlinách.

Denní potřeba 50-100 ug/den.

Hypovitaminóza zřídkavá – zajímavost - vysoká konzumace syrových vajec způsobuje, že bazický bílek pevně váže biotin a způsobí sekundárně avitaminózu.

Zroj – droždí, houby, vnitřnosti.

**Folacin – kyselina folová (listová)**

Biologicky aktivní derivát kyseliny folové(listové) odvozené od pteridinu

Derivát pteridinu + 4 – aminobenzoová kyselina +3-8 molekul l-glutamové kyseliny.

Je **koenzymem** enzymů důležitých pro metabolismus aminokyselin, purinových a pyrimidinových nukleotidů.

Potřeba do 1 mg/den

Zdroj – vejce a vnitřnosti

**Korinoidy – B12**

Základem je korinový cyklus. Velmi podobný porfirynu, ale nemá metylenový můstek mezi jádry A – D. Centrálním atomem je Co. Může tvořit až 6 koordinačních vazeb. Čtyři tvoří s dusíky pyrrolových jader , pátá může být obsazena i neobsazena. Pokud je obsazena přes dusík 5,6-dimetylbenzimidazolem pak se tyto formy B12 nazývají KOBALAMINY. Ty jsou ve formě nukleotidu. ribóza a zbytku kys. fosforečné + radikálu KOBINAMIDU cyklicky opět připojeny k D jádru korinového kruhu na sedmnáctý uhlík. Šestou koordinační vazbu může obsazovat OH ( hydroxykobalamin ) nebo voda ( akvakobalamin ) – to jsou přirozené látky.

Struktura objasněna 1955 Crowfootová – Hodginsová – 1965 Nobelova cena

KYANOKOBALAMIN byl uměle připraven a má vázánu skupinu CN . Kobalt může být nahrazen i jinými kovy, ale pak vznikají neaktivní produkty.

Stabilita – v neutrálním a slabě kyselém prostředí poměrně stálý. Citlivý na světo.

Potřeba v ug/den.

Příjem dostatečný, ale hypovitaminóza vzniká při nedostatku tkv. gastrického faktoru na který je vázán při resorpci ze střeva. Jeden z projevů nedostatku je anémie

Zdroj – výhradně potraviny živočišného původu.

## Kyselina askorbová – vitamin C

Dva asymetrické uhlíky 4 a 5 – čtyři stereoisomery, biologicky aktivní je pouze L-askorbová.

Ale výrazem vitamin C se označuje celý redoxní systém - L-askorbová kyselina - L-mono dehydro askorbová – L- dehydro askorbová. Obě enol skupiny snadno disocijují, proto můžeme askorbovou kyselinu považovat za dvousytnou a proto askorbová kyselina a její dehydroradikál se při fyziologickém pH vyskytují častěji jako anionty.

Je vitaminem pouze pro člověka, primáty, morčata. V orgamismu se podílí na biosyntéze mukopolysacharidů, prostaglandinů. Důležitá je ochraná funkce před oxidac í- má antioxidační vlastnosti reaguje přednostně s volnými radikály. Tím ochraňují lipidy membrán a některé jiné látky před oxidací.

Reakce

Oxidace – enzymová askorbátoxidáza oxiduje askorbovou na dehydroaskorbovou což má za následek poklesu hladiny vitaminu C

V zásaditém prostředí za přítomnosti kovů zvláště Fe3+ a Cu2+ dochází k autooxidaci..

Reakce s volnými radikály – například s radikálem R-O-O\*. Vzniká monodehydroaskorbová rozpadající se na askorbovou a dehydroaskorbovou a tím se „ sháší “ nebezpečné volné radikály.

V organismu tím chrání hemoglobin před vznikem Fe3+.

Potřeba kolem 100-200 mg/den, léčebně až 1000mg/den.

Zdroj – zelenina a ovoce – brambory, kysané zelí.

Hypovitaminóza – jarní únava, avitaminóza - skorbut.

***Vitaminy rozpustné v tucích***

**Retinol – A1,axeroftol**

Základní strukturou je částečně cyklický izoprenoid, kde přesmykem došlo k posunutí vazeb a metylových skupin na cyklické části. Nejvýznamnější látkou je all – trans retinol **A1**. Vyskytuje se množství isomerů analogů. Např. v sladkovodních rybách 3-dehydroretinol **– A2**. Má podobnou aktivitu jako vitamin A1 – což je působení proti šerosleposti ( xeroftalmii ) . Tuto vlastnost vykazuje asi dalších 50 látek ze skupiny karotenoidů – říká se jim **provitaminy A**. Též se jim říká RETINOIDY. Nejvýznamnější je beta karoten. Při vidění je all-trans-retinol oxidován na příslušný aldehyd. Ten se asocijuje na bílkoviny zvané opsiny a vzniká rhodopsin což je vlastní vizuální pigment, který se rozkládá světlem

Reakce – snadno izomerizuje světlem. Je citlivý na oxidaci – tím ale taky neutralizuje nebezpečné volné radikály.

Podobné vlastnosti má i beta karoten.

Denní dávka vitaminů skupiny A je kolem 1mg/den, retionidů kolem 10 mg/den. Výhoda retinoidů je, že se těžko dá způsobit hypervitaminóza. Organismus si z nich vytvoří tolik vitaminu A kolik potřebuje.

Zdroje - fortifikované potraviny ( oleje, tuky ), živočišné potraviny hlavně játra, máslo samo o sobě.

V rostlinných zdrojích pouze provitaminy.

**Vitamin D**– cholekalciferol D3 , ergokalciferol D2.

Chemicky patří do skupiny steroidů(sekosteroidy).

Vznikají z provitaminů což jsou obecně cyklopentanoperhydrofenantreny s metylovými skupinami na C18 a C19 a na C3 je OH skupina. Dále dvojné vazby C5-6 a C 7-8.

Jsou to 7-dehydrokalciferol –provitamin D3 a ergosterol – provitamin D2 .

Vlivem vlnových délek 280-320nm vznikají v buňkách pokožky provitaminy D a z nich rozevřením jádra B vlastní vitaminy D2 – 3.

Nejvýznamnější je D3 – jako ostatní vitaminy je D3 skladován a částečně metabolizován v játrech – vznikají i účinnější deriváty (10x) jako 1-alfa-dihydrokalciferol

Potřeba do 10 ug/den.

Vitaminy skupiny D spolu s hormony kalcitoninem a parathormonem zásadně ovlivňují metabolismus Ca a P.

Hypovitaminóza zřídka. U mladých jedinců má za následek rachitis - křivici, u starších věkových kategorií – osteomalácie – měknutí kostí.

Zdroj – tuk mořských ryb, maso a vnitřnosti hlavně játra.

**Vitamin E**. – tokoferol

Diterpenoidní alkohol + metyl na C2 a OH na C6

Existují 4 formy vitaminu E s nasyceným terpenoidním postraním řetězcem odvozeným od tokolu ( alfa, beta, gama, delta - liší se radikály CH3 a H ) . Podobné účinky i když jen asi 25% mají i tokotrienoly.

Je nejvýznamnějším antioxidantem – chrání před oxidací společně s betakaroteny strukturní lipidy biomembrán, například cytoplasmatickou membránu, buněčné jádro nebo mitochondrie, před poškozením volnými radikály.

Při hypovitaminóze je jeden z projevů sterilita – nedostatečná ochrana při výstavbě biomembrán či dystrofie svalů v kombinaci s nedostatkem selenu.

Potřeba není přesně známa. Závisí asi na dostatečném přísunu polyenových mastných kyselin.

Zdroj – hlavně potraviny rostlinného původu hlavně tuky a oleje.

Význam – jsou poměrně odolné proti autooxidaci. I při zahřátí na 80oC za přístupu vzduchu po 6 hod delta tokoferol jako jediný z vitaminů si ponechává antioxidační vlastnosti.

Řada odolnosti proti autooxidaci je od alfa vzrůstá k delta

## Vitamin K – koagulační vitamin

Chemicky odvozené od naftochinonu.

Hlavní zástupce fyllochinon – vitamin K1 - postranní isoprenoidní řetězec 20 uhlíků (4 isoprenové jednotky – 3 jsou redukované) a vitamin K2 podobný, ale má 6 – 9 isoprenových jednotek nezměněných

Je esenciálním faktorem pro karboxylaci některých bílkovin – hlavně vzniku kyseliny gama karboxyglutamové. Tato kyselina propůjčuje některým bílkovinám schopnost vázat vápanaté ionty nezbytné pro srážení krve. V krvi je slabě zásadité prostředí – to umožňuje disociaci této slabé kyseliny a tak se lépe může vázat na postranní karboxyl vápník. Nejznámější reakcí je změna protrombinu na trombin.

Potřeba kolem 10 ug/den.

Zdroj – 50% potrava – listová zelenina a vnitřnosti, 50% intestinální mikroflóra.

Hypovitaminóza – poruchy srážlivosti.

## Látky někdy řazené k vitaminům

Nemají přesvědčivě prokázanou katalytickou aktivitu, většinou organismus je schopen tyto látky částečně sám syntetizovat

## Ubichinony - koenzym Q

Uplatňují se při oxidoredukčních reakcích a přenošeči H a elektronů v dýchacím řetězci buněk.

## Esenciální mastné kyseliny - Vitamin F

Kyselina linolová, linolenová, alfa lipoová (thiooktová)

### Hemové koenzymy

Porfiriny – v organismu nejdůležitější protoporfirin 9 (substituovaný porfirin) s Fe2+ tvoří prostetickou složku chromoproteinů. Železo2+ má koordinační číslo 6 a váže další dva ligandy. V hemoglobinu se tyto dva ligandy váží kolmo na rovinu protoporfirinového jádra a jsou to kyslík a histidin přes který se váže globin.

Je-li železo nahrazeno Mg2+ - chlorofil

Cu2+ - ftalcyanin – modré krevní barvivo