

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



VÝZNAM VITAMINŮ VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

Bakalářská práce

Autor práce: Kateřina Želinská

Obor studia: Výživa a potraviny

Vedoucí práce: Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Význam vitaminů ve výživě člověka" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.dubna 2017

Kateřina Želinská

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, za ochotu a rady, které mi pomohly dané téma zkompletovat.

Význam vitaminů ve výživě člověka

Souhrn

Bakalářská práce se zabývá popsáním významu a funkce jednotlivých vitaminů ve výživě člověka.

Již v dávné minulosti znali lidé onemocnění, která byla způsobena nedostatkem vitaminů. V mnoha případech dokázali nemoc vyléčit, nevěděli však, co je původcem choroby. V první polovině 20. století byla syntetizována a pojmenována většina dnes známých vitaminů, což vedlo k zásadnímu stanovení funkcí a popsání konkrétních vitaminů.

Vitaminy se rozdělují do dvou základních skupin podle fyzikálních vlastností: na vitaminy rozpustné v tucích a vitaminy rozpustné ve vodě. K dnešnímu dni bylo popsáno 13 základních vitaminů, které se liší chemickou strukturou, funkcí a množstvím, které je potřebné přijmout pro správný chod organismu.

Zdroje jednotlivých vitaminů jsou rostlinné i živočišné povahy. Některé vitaminy se nacházejí pouze v potravinách živočišného nebo rostlinného původu.

Vitaminy jsou nestabilní látky, a proto jejich množství ve výrobku lze ovlivnit správnými technologickými postupy při výrobě a zpracování surovin.

Denní potřeba jednotlivých látek se mění v závislosti na věku, fyzické zátěži a zdravotním stavu jedince. Nedostatek jediného vitaminu způsobuje celou řadu komplikací, metabolických a fyziologických poruch. Karence vitaminů může být způsobena nedostatečnou konzumací potravin bohatých na tyto látky, ale také metabolickými poruchami. Některé vitaminy, zejména lipofilního charakteru, jsou toxické pro organismus při nadměrném užívání.

Často se při výrobě využívá fortifikace, tedy obohacování potravin vitaminy a minerálními látkami.

V současné době se nachází na trhu mnoho doplňků stravy obsahující přírodní nebo synteticky vyrobené vitaminy. Syntetické vitaminy mají nižší účinek než vitaminy, které jsou součástí potravy. V potravinách se nacházejí spolu s vitaminy další prospěšné látky, které syntetické vitaminy neobsahují. Komplexním zdrojem všech druhů vitaminů je pestrá a racionální strava.

Klíčová slova: vitaminy, mikronutrienty, nedostatek vitaminů, zdroje vitaminů, fortifikace, výživa

Importance of vitamins in human nutrition

Summary

This bachelor thesis examines the purpose and importance of vitamins in human nutrition.

In many cases diseases caused by the lack of vitamins had often been successfully cured in the past, despite the lack of knowledge about their actual cause. It was only in the first half of 20th century when most vitamins had been described and synthesized.

Vitamins are classified in accordance with their physical properties into two categories – water-soluble and fat-soluble vitamins. As of today, there are thirteen known vitamins which differ not only in their chemical structure, but also in their function, as well as in the amount necessary for the proper functioning of the human organism.

Individual vitamins can often be found in animal source foods and in plants, some however, are only animal-based or plant-based. Moreover, vitamins are unstable substances, and therefore their quantity in a product may be affected by technological processes; food fortification, i.e. adding trace elements of minerals and vitamins to food so as to improve the nutritional quality of the food supply, is often conducted during food processing.

Recommended daily intake of vitamins can vary as per age, physical exertion, and overall health of an individual. Vitamin deficiency can cause various complications, metabolic and physiological disorders. It may be caused by an inadequate consumption of nutrient-rich, as well as by metabolic disorders. On the other hand, some vitamins, especially those of lipophilic character, can become toxic if consumed excessively.

Nowadays, there are many dietary supplements which contain natural or synthetically produced vitamins. Nevertheless, synthetic vitamins are less effective as opposed to those otherwise naturally present in food. Furthermore, there are other beneficial nutrients in food, which the synthetic vitamins alone do not contain. Hence, the best source of all vitamins is a rich and balanced diet.

Keywords: vitamins, micronutrients, vitamin deficiency, vitamin sources, fortification, nutrition

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Historie vitaminů.....	3
3.1.1 Objevení vitaminu A.....	3
3.1.2 Objevení vitaminů skupiny B	4
3.1.3 Objevení vitaminu C	5
3.1.4 Objevení vitaminu D.....	5
3.1.5 Objevení vitaminu E	5
3.1.6 Objevení vitaminu K.....	6
3.2 Klasifikace.....	6
3.2.1 Lipofilní vitaminy	6
3.2.2 Hydrofilní vitaminy	6
3.3 Vitaminy rozpustné v tucích	7
3.3.1 Vitamin A	7
3.3.2 Vitamin D	10
3.3.3 Vitamin E.....	13
3.3.4 Vitamin K	15
3.4 Vitaminy rozpustné ve vodě	17
3.4.1 Vitamin B ₁	17
3.4.2 Vitamin B ₂	18
3.4.3 Vitamin B ₃	20
3.4.4 Vitamin B ₅	22
3.4.5 Vitamin B ₆	23
3.4.6 Vitamin B ₉	25
3.4.7 Vitamin B ₁₂	26
3.4.8 Biotin	27
3.4.9 Vitamin C.....	28
3.5 Vliv technologických postupů na obsah vitaminů v potravinách	30
3.6 Fortifikace.....	31
3.7 Vitaminové doplňky	32
4 Závěr.....	34
5 Použitá literatura	35

1 Úvod

Vitaminy jsou chemické látky, které spolu s proteiny, lipidy a sacharidy tvoří nepostradatelnou část lidské stravy. Většina vitaminů patří do skupiny látek esenciálních, lidské tělo je nedokáže syntetizovat biochemickými procesy, a tudíž musejí být přijímány spolu s potravou. Z hlediska klasifikace se řadí mezi mikronutrienty. Oproti ostatním nepostradatelným výživovým látkám je jejich denní příjem menší. Vitaminy jsou tedy součástí živin, i když oproti makromolekulárním látkám se jejich energetická hodnota rovná nule, jsou nenahraditelné pro přirozený chod organismu. Tyto organické látky jsou nezbytné pro správný růst, vývoj a funkci jednotlivých orgánů i celého organismu.

Některé vitaminy vytvářejí důležité oxidačně redukční systémy. Mnoho vitaminů funguje jako kofaktory enzymů, což znamená, že se účastní jako biokatalyzátory mnoha metabolických reakcí. Řada vitaminů patří mezi antioxidanty, látky, které neutralizují účinek volných radikálů a chrání buněčné struktury.

Vitaminy mají důležitou roli v metabolismu makromolekulárních látek, pomáhají uvolňovat energii a jsou nezbytné pro růst nových tkání, krve tvorbu a správný vývoj centrální nervové soustavy. Některé typy posilují imunitní systém člověka a jsou důležitou prevencí, popřípadě léčbou pro řadu onemocnění. Nedostatek jediného vitaminu může mít nepříznivý dopad na celý organismus.

Karence vitaminů je zapříčiněna nejčastěji nedostatečnou konzumací živin, které tyto látky obsahují, způsobuje hypovitaminózu, v horším případě dokonce až avitaminózu. Dlouhodobý extrémní nedostatek může mít fatální následky. Reakce organismu na změnu v dávkování vitaminů se odvíjí individuálně podle typu substance, kterou postrádá. Avitaminózy nevznikají pouze jako následek nedostatečného příjmu vitaminu v potravě, ale mohou se na nich podílet i jiné faktory, jako například špatná resorpce látky v zažívacím traktu nebo vliv některých fyziologických změn v organismu. V opačném případě při konzumaci potravin s velkým množstvím vitaminů mluvíme o hypervitaminóze; to se týká převážně vitaminů rozpustných v tucích.

Obsah vitaminů v potravinách je indikátorem nejen kvality použitých surovin ve výrobě, ale také šetrnosti technologických procesů a správné formy skladování. Dostatečný příjem vitaminů v potravě je předpokladem udržení dobrého zdravotního stavu jedince i celé populace.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je podrobně popsat problematiku jednotlivých vitaminů a jejich význam ve výživě člověka. Na základě prostudované literatury popsat jednotlivé funkce, zdroje a vliv nedostatečného užívání vitaminů na lidský organismus.

3 Literární rešerše

3.1 Historie vitaminů

Již od starověku byly lidstvu známy klasické nemoci způsobené nedostatkem vitaminů, jako je křivice a beri-beri. V boji proti těmto nemocem však nebylo možné učinit krok vpřed, protože nikdo neznal příčinu vzniku. Až v roce 1912 polský chemik Kazimierz Funk shrnul a vyhodnotil známé výsledky bádání a vytvořil vitaminovou hypotézu, která uvádí, že beri-beri a skorbut nemají původ v infekci, nýbrž v nedostatku určitých látek ve výživě, které působí v malých dávkách a jsou nezbytné pro život. Tuto nově objevenou skupinu nazval vitaminy. Název, jenž se skládá ze slova vita (život) a amine (amin), použil proto, že se domníval, že celá skupina těchto látek jsou z chemického hlediska aminy. Funkovy práce uzavírají první a vývojově nejvýznamnější období raných dějin vitaminů.

Objev vitaminů se nedá připisovat jedinému člověku, k jejich objevení vedla dlouhá cesta, protože analytická chemie tehdejší doby nebyla schopna zachytit nízké koncentrace těchto látek v přírodě. V roce 1913 byl vysloven názor, že pro správnou výživu existují dvě nezbytné látky, jedna rozpustná v tucích a druhá rozpustná ve vodě, které byly později označeny jako vitamin A a vitamin B.

První vitamin, který byl izolován v čistě krystalickém stavu, byl v roce 1926 vitamin B₁, který dokázali Jansen a Donath získat z rýžových slupek. Jako zlatý věk v historii objevování vitaminů se udává období 30. a 40. let 20. století, kdy bylo izolováno největší množství dnes známých vitaminů (Hlúbik a Opltová, 2004).

Dnešní označování vitaminů formou velkých tiskacích písmen se datuje od roku 1919, kdy Jack Drummond navrhl název vitamin C pro původně označovanou látku s názvem antiskorbutický faktor. V této době byl také čím dál tím více kritizován název vitaminy, protože se ukázalo, že zdaleka ne všechny látky jsou odvozené od aminů (Vávrová, 2007).

3.1.1 Objevení vitaminu A

Látka, jejíž původní název byl axeroftol, je podle svého účinku nejdéle známým vitaminem. Karence vitaminu A, projevující se šeroslepostí, je známa již od starověku, kdy již tehdejší obyvatelé země konzumovali játra živočichů, což byla zaručená terapie na šeroslepost. Jako první se do historie vitaminu A zapsal v roce 1906 anglický fyziolog Hopkins, který dělal pokusy na potkanech. Zjistil, že zvířata nerostou, pokud nemají dostatečný příjem mléka.

Do roku 1920 byl výzkum zaměřen pouze na izolaci vitamínu z živočišných zdrojů. Až po desítkách let práce vyslovili Euler a Moor názor, že i zelené rostliny vykazují vysokou aktivitu lipofilního faktoru A a některé karoteny jsou provitaminy, které se v lidském organismu mění na účinný vitamin A (Uherová, 2002).

3.1.2 Objevení vitaminů skupiny B

Vitamin B₁ spolu s onemocněním beri-beri má v historii postavení sahající do 7. století, kdy jsou známé první čínské spisy o této chorobě. Pojmenování pochází z díla De medicina Indorum vydaného v roce 1645. I když toto onemocnění bylo známé ve všech částech světa, největší rozmach mělo ve 2. polovině 19. století ve východní Asii, kde byla největší konzumace loupané rýže. Jako první pochopil vztah choroby a výživy japonský námořník, který jako základ stravy doporučil maso a rýži nahradil ječmenem, protože se domníval, že choroba má původ v nedostatku bílkovin. Izolace krystalického tiaminu v roce 1926 vedla k zahájení výzkumů pro pojmenování a izolaci ostatních vitaminů B komplexu. Podle antineuretické účinnosti byl pro vitamin B₁ až do roku 1951 používán název aneurin (Uherová, 2002).

Ještě před izolací tiaminu byla vyslovena domněnka, že bude existovat více podobných sloučenin vitamínu B₁. V roce 1926 Goldberg a Lillie zjistili, že kožní problémy vznikající nedostatečnou výživou zvířat může úspěšně léčit látka, která je termostabilní. Látku označili vitamin B₂ a potvrdili, že se jedná o směs bioaktivních látek. Pro poznání funkce, kterou má vitamin B₂ v enzymových systémech, byl rozhodující objev Wagnera a Christiana, kteří v roce 1932 izolovali první flavoprotein, žlutý enzym. Tímto objevem otevřeli cestu k poznání nejen koenzymové funkce riboflavinu, ale také ostatních vitaminů (McDowell Lee R., 2014).

O nemoci zvané pelagra nacházíme záznamy až začátkem 18. století. Italský lékař ji popsal jako pelle agra (drsná kůže) a takto vznikl současný název nemoci. Tato avitaminóza postihovala velký počet lidí převážně v jižních zemích každého kontinentu. Mezi lety 1926 a 1928 Golberg a jeho spolupracovníci navrhli na léčení nemoci droždí. Jeho účinek označili jako P-P faktor (Pellagra preventive factor). V roce 1937 Elvehjem identifikoval kyselinu nikotinovou a její amid jako antipelagrovou látku. V témže roce také poprvé vyléčili pelagru u člověka pomocí nikotinamidu (Uherová, 2002).

Historie objevu a izolace vitamínu B₁₂ byla spojena s perniciózní anémií, která byla dříve považována za neléčitelnou nemoc. Teprve v roce 1926 byl podán důkaz o léčivém působení syrových jater, jejichž konzumace vyvolávala tvorbu erytrocytů. V roce 1948 byla

z jater syntetizována krystalická látka, která byla nazvána vitaminem B₁₂ – kyanokobalamin (Hlúbik a Opltová, 2004).

3.1.3 Objevení vitaminu C

Skorbut je onemocnění známé již z dob antických lékařů. Toto onemocnění bylo také velkým problémem při slavných objevných plavbách mořeplavců v 15. století. První pokus o prevenci křivice byl učiněn v roce 1601, kdy britský mořeplavec Lancaster nařídil pravidelnou dávku pomerančů a citrónů pro celou posádku. Situace s nemocí se zlepšila koncem 18. století, kdy se začaly v Evropě pěstovat brambory.

Intenzivní chemický výzkum antiskorbutického vitaminu začal až po 1. světové válce. V roce 1928 se po intenzivních studiích podařilo izolovat látku s oxidoredukčními vlastnostmi a kyselou chutí, která byla pojmenována jako vitamin C. Na syntéze vitaminu se pracovalo několik let, nejčastěji se však objev připisuje maďarskému chemikovi Szent-Gyorgymu (Carr, 2012).

3.1.4 Objevení vitaminu D

Od pradávna se lidstvo potýká s chorobou zvanou křivice neboli rachitida. Existují zmínky o křivici významných lidí, jako byl například Ezop, nebo zprávy o tom, jak se Platon snažil bojovat proti fyzické výchově dětí v domnění, že křiví ruce a nohy.

V roce 1882 byl doporučován rybí tuk jako účinná antirachitická potravina. Po objevení vitaminu A Hopkins a Mellanby označili rachitidu za onemocnění způsobené nedostatkem neznámé látky vitaminové povahy. Velmi důležitou úlohu pro objevení vitaminu D mělo také zkoumání slunečního záření a fakt, že onemocnění způsobené nedostatkem tohoto vitaminu bylo mnohem více rozšířené v severní než v jižní Evropě (Uherová, 2002).

3.1.5 Objevení vitaminu E

Počátek objevení vitaminu E se datuje do roku 1931, kdy Evans a jeho spolupracovníci popsali účinek nové esenciální látky, která zabraňuje sterilitě pokusných zvířat a nachází se v potravinách bohatých na tuk. Objevitelé tuto látku pojmenovali tokoferol. Vitamin E se podařilo syntetizovat z oleje pšeničných klíčků. Na zjištění chemické struktury se nejvíce podílel Fernholtz (Hlúbik a Opltová, 2002).

3.1.6 Objevení vitamínu K

Následky vyvolané nedostatkem vitamínu K byly poprvé popsány kolem roku 1930. Popis se týkal krevních chorob pozorovaných na kuřatech, která dostávala krmivo chudé na tuky. Ani v tom čase již známé lipofilní vitamíny nebyly v léčbě proti tomuto onemocnění prospěšné. V roce 1943 byla vyslovena hypotéza o existenci koagulačního vitamínu, který dostal název vitamin K. Další studie potvrdily, že onemocnění způsobuje nedostatek protrombinu v krvi. V 50. letech 19. století byla prokázána souvislost mezi nedostatkem vitamínu K a nedostatkem protrombinu také u člověka. Později bylo zjištěno, že látek vykazujících účinnost vitamínu K je více (Schreiber, 1993).

3.2 Klasifikace

Vitamíny jsou různorodé látky, které se liší chemickou strukturou, fyzikálními vlastnostmi, ale také denní dávkou, kterou je nezbytné přijímat. Mezi jednotlivými vitamíny neexistují žádné podobnosti chemické struktury, podle níž by mohly být rozděleny. Podle fyzikálních vlastností, dělení podle polarit, je můžeme rozdělit do dvou skupin: vitamíny rozpustné v tucích a vitamíny rozpustné ve vodě.

3.2.1 Lipofilní vitamíny

Struktura lipofilních vitamínů je charakteristická tím, že ve své molekule obsahují mnoho nepolárních vazeb a dlouhé hydrofobní řetězce. Vitamíny rozpustné v tucích se v organismu snadno ukládají, nejčastěji v játrech.

Hlúbik a Opltová (2004) uvádějí čtyři lipofilní vitamíny:

- Vitamin A Retinol a jeho provitamíny
- Vitamin D Kalciferol
- Vitamin E Tokoferol, Tokotrienol
- Vitamin K Fylochinon, Farnochinon

3.2.2 Hydrofilní vitamíny

Hydrofilní skupina, kam se řadí všechny ostatní vitamíny, je charakteristická přítomností vazeb polárních, které umožňují rozpustnost molekuly ve vodě. Tyto vitamíny se v organismu dlouhodobě neukládají, a proto jejich denní příjem může být vyšší než u lipofilních vitamínů.

Hlúbik a Opltová (2004) třídí hydrofilní vitaminy takto:

- Skupina vitaminů B-komplexu:
 - Vitamin B₁ Tiamin
 - Vitamin B₂ Riboflavin
 - Vitamin B₃ Niacin, nikotinová kyselina
 - Vitamin B₅ Pantotenová kyselina
 - Vitamin B₆ Pyridoxin
 - Vitamin B₉ Listová kyselina, folát
 - Vitamin B₁₂ Kyanokobalamin
 - Biotin
- Vitamin C Askorbová kyselina

3.3 Vitaminy rozpustné v tucích

3.3.1 Vitamin A

Vitamin existuje ve dvou formách jako pravý vitamin A, jiným názvem retinol, který se v největším množství nachází v živočišné potravě, zatímco druhou formu tvoří karoteny, které se nacházejí především v potravě rostlinné (Northop-Clewes a Thurnham, 1999).

Karoten neboli provitamin A se hromadí v játrech a v případě potřeby syntetizuje retinol, který je transportován do krevního systému. Cirkulující retinol funguje jako navazující receptor, spolupracuje s DNA a při procesu transkripce je nezbytný k syntéze proteinů. Díky této funkci v organismu se také řadí k látkám, které mají podobnou strukturu jako hormony štítné žlázy (Ball, 2006).

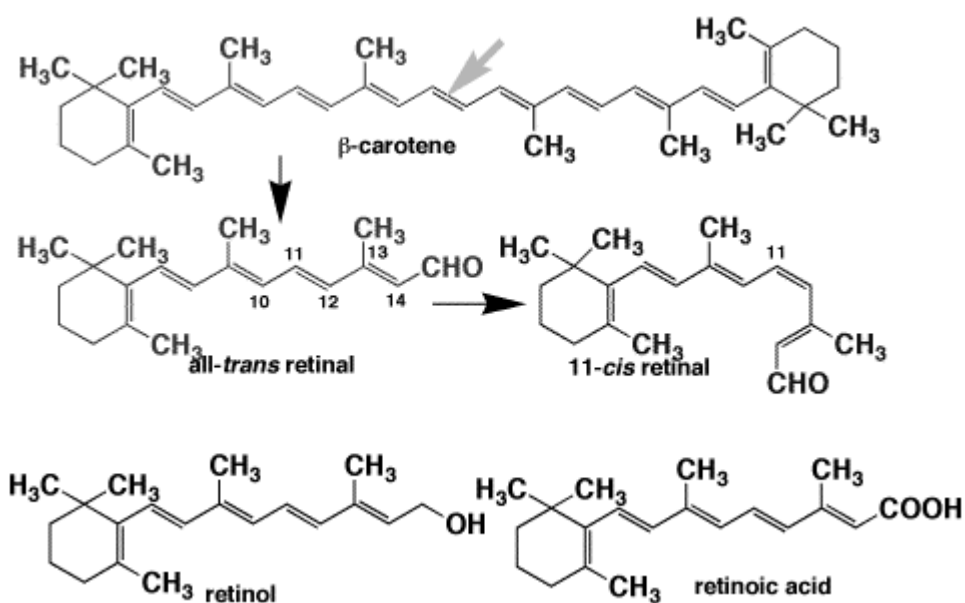
Retinol je nezbytný pro přirozený průběh embryogeneze, růst a diferenciaci buněk, rozmnožování a je velmi důležitý pro normální vidění. Tato látka napomáhá syntéze zrakových pigmentů v sítnici. Při nedostatku vitamínu A se zrakový pigment rodopsin produkuje nedostatečně a tento fakt může vést až k šerosleposti, popřípadě trvalé slepotě. S tímto problémem se můžeme nejčastěji setkat v zemích s nedostatkem jídla, u dětí mladších pěti let nebo u vegetariánů (Chytil, 1999).

Vitamin A se podílí na správném chodu imunitního systému, chrání organismus proti infekcím postihujícím dýchací ústrojí. Zlepšuje stav kůže, vlasů, nehtů a je důležitým faktorem při růstu kostí a v nich se ukládajících minerálních látek. Karotenoidy jsou nepostradatelnými antioxidanty, díky svému chemickému složení mají důležitou roli

v prevenci proti některým nádorovým onemocněním, zejména v prevenci proti rakovině plic (Ball, 2006).

Jejich další vlastností stojící za zmínku je to, že chrání kůži před vlivem ultrafialového záření. K dnešnímu dni je známo asi 600 těchto barviv, které se nacházejí hlavně v ovoci a v zelenině. K nejdůležitějším patří alfa-karoten, beta-karoten, kryptoxantin, lykopen, lutein a zeaxantin. Alfa-karoten se v případě potřeby transformuje ve vitamin A. Je asi desetkrát účinnějším antioxidantem než beta-karoten. Velký zdroj tohoto karotenu je mrkev. Beta-karoten se vyskytuje ve formě dvou stereoizomerů, snižuje riziko srdečního infarktu a mozkové příhody. Při syntetickém stanovení převažuje výroba trans-izomeru, který slouží jako potravinový doplněk a kosmetický výrobek (Mindell, 2004).

Retinol z chemického hlediska můžeme zařadit do skupiny terpenových alkoholů se čtyřmi izoprenovými jednotkami.



Obrázek 1: Přeměna β -karotenu na retinol

<<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/image/retinal.gif>>

Vitamin A ve výživě

Aktivní forma vitaminu se nachází pouze v potravinách živočišného původu, volných nebo esterifikovaných vyššími mastnými kyselinami, nejčastěji kyselinou palmitovou.

Jako hlavní zdroj Uherová (2002) uvádí olej z jater mořských ryb, jako je treska a žralok, nebo také játra hospodářských zvířat, nejvíce ve vepřovém a hovězím. U mléčných

výrobků záleží na procentu tuku ve výrobku, dobrým zdrojem mohou být i vysokotučné sýry nebo máslo. Obsah retinolu je také přímo úměrný kvalitě krmiva. Čím kvalitnější krmivo, tím více vitaminů v mléce a vejcích.

Jako významné zdroje beta-karotenu Uherová (2002) uvádí mrkev, petržel, špenát, meruňky a mnoho další zeleniny a ovoce. Oproti zelenině se v ovoci nachází více různých typů karotenů, zejména v citrusových plodech. V Jižní Americe a jihozápadní Asii je nejdůležitějším zdrojem palmový olej.

Retinol i beta-karoten jsou látky stabilní pouze za nepřítomnosti kyslíku, podléhají oxidaci a degradaci. Znamená to, že při konzervaci a skladování potravin často dochází k vyšším či nižším ztrátám látky v potravine. K nejvyššímu poklesu dochází při skladování v nevhodných obalech, které propouštějí světlo a kyslík. U nevhodně konzervovaného pasterizovaného mléka může jít o ztráty až 30 % za hodinu (Uherová, 2002).

Doporučená denní dávka vitaminu A

Doporučenou denní dávku je možné stanovit dvěma způsoby. Vyjadřuje se buď v mezinárodních jednotkách (International Units – IU) nebo přímo v hmotnosti retinolu, tj. v mikrogramech. Mezinárodní jednotka (1 IU) přitom odpovídá 0,3 mikrogramu retinolu. V posledních letech se potřeba vitaminu A zvyšuje a potřebné množství uvedené v tabulce níže má zabraňovat karenci a nežádoucím změnám v lidském organismu při nedostatku vitaminu A. V těhotenství se potřeba nezvyšuje, ale během kojení by přísun potravin bohatých na vitamin A měl být zhruba dvakrát vyšší. Kontraindikací u těhotných žen je ústní užívání vitaminu pro kožní defekty; mohlo by dojít k deformaci plodu. Dávky beta-karotenu nejsou definovány, protože se nepokládá za nezbytný, ale doporučuje se 10 až 15 000 IU; z tohoto množství je dále syntetizován retinol (Mindell a Mundis, 2010).

Tab. 1: Doporučené denní množství vitaminu A

	Mg	IU
Děti méně než 1 rok	0,5-0,6	1 500
Děti 1-6 let	0,6-0,7	1 330
Děti 7-18 let	0,8-1,1	2 700-3 500
Dospělí	0,8-1,0	2 700-3 300
Těhotné ženy	1,0	3 300
Kojící ženy	1,2-1,5	4 000-4 500

(Společnost pro výživu, 2011)

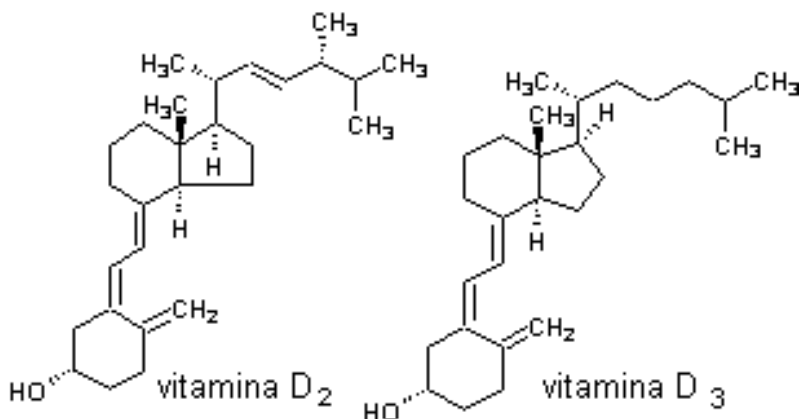
Nemoci způsobené nedostatkem či nadbytkem vitamínu A

Nedostatek tohoto vitamínu může být způsoben nejen nedostatečným příjmem v potravě, ale také poruchami v resorpci retinolu v tenkém střevě nebo chybnou transformací retinoidů na retinol, což je známé u lidí trpících cukrovkou nebo nemocemi postihující játra. U dospělých dávka vyšší než 50 000 IU může vyvolat toxické účinky. Hypervitaminóza způsobuje měknutí lebky u kojenců, ospalost, bolesti hlavy, poškození jater a mnoho dalších. Za toxické se považuje pouze nadměrné množství retinolu, provitaminy se nelze předávkovat. Avitaminóza se projevuje šeroslepostí, sníženou odolností vůči infekcím, suchou pokožkou a vysycháním sliznic. U dětí způsobuje zastavení růstu a deformaci kostí (Chytil, 1999).

3.3.2 Vitamin D

Pod pojmem vitamin D rozumíme skupinu lipofilních steroidních látek, přičemž nejvýznamnější jsou cholekalciferol (D₃) a ergokalciferol (D₂). Vitamin D vzniká z provitaminů (7-dehydrocholesterol - D₃, ergosterol - D₂) působením slunečního UV záření v buňkách pokožky. Pomocí specifického globulinu krevní plazmy jsou transportovány do jater, kde jsou uskladněny nebo metabolizovány (Tripkovic a kol., 2012).

V některých částech světa, kde není sluneční záření během dne dostačující, jsou lidé závislí pouze na vitaminu D, který se nachází v potravě (Ball, 2006).



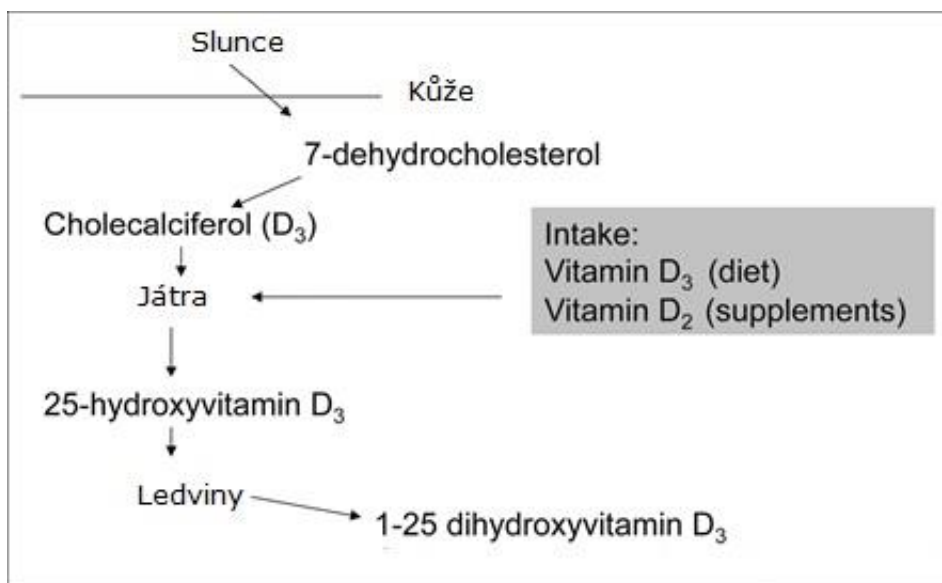
Obrázek 2: Vitamin D₂ a D₃

<<http://www.chimica-online.it/organica/vitamine/vitamina-D.htm>>

U látek, které přijímáme v potravě, dochází k resorpci v tenkém střevě a následně jsou lymfatickým systémem transportovány do jater. Samotný vitamin D je biologicky inaktivní a musí být syntetizován na 1-alfa 25-dihydroxykalciferol, jehož účinnost je až desetkrát vyšší.

V této hormonální formě kontroluje homeostázu vápníku a reguluje buněčný růst. S dvěma dalšími metabolizovanými hormony řídí stimulaci, metabolismus vápníku a fosforu, které jsou nezbytné pro správný růst a vývoj kostí. Jsou podstatné také pro pevnost zubů a sílu svalů. Metabolity se také podílejí na formování osteoklastu, což je velká kostní buňka schopná pohybu (Ball, 2006).

Nedostatek vitamínu D způsobuje u dětí rachitidu neboli křivici. Důležitou roli při objevení vitamínu D hrálo, že rachitických onemocnění se nacházelo mnohem méně v jižních částech Evropy, kde je vyšší procento slunečního záření ročně.



Obrázek 3: Metabolismus vitamínu D

<<http://www.cmej.org.za/index.php/cmej/article/viewFile/2682/2763/14925>>

Vitamin D ve výživě

Cholecalciferol se přirozeně vyskytuje v živočišných potravinách, kde se nacházejí také provitaminy. Nejbohatším zdrojem jsou tučné ryby, obzvláště jejich játra. Do této skupiny patří například sardinky, sled' obecný nebo tuňák. V malém množství se nachází také v játrech saveců a v produktech hospodářských zvířat, nejvíce ve vaječných žloutcích (Tripkovic a kol., 2012).

Přítomnost této látky v mléce ovlivňuje roční období, v zimních měsících je koncentrace několikanásobně nižší. Některé mléčné výrobky se v průběhu výroby vitamínem D obohacují. Oproti tomu ergosterol nacházíme v potravinách rostlinného původu.

Jako potraviny s nejvyšší koncentrací se uvádějí mrkev, špenát či kapusta. Je také hlavním steroidem v kvasinkách, jeho obsah v droždí se pohybuje od 60 do 150 mikrogramů ve 100 g sušiny (Uherová, 2002).

Ztráty při konzervaci a zpracování potravin není lehké definovat, protože jak vitamin, tak provitaminy se nacházejí v potravinách pouze v malém množství. V ozářených potravinách dochází k světelné degradaci a při tom dochází k tomu, že vznikají spolu s provitaminy také látky fyziologicky neúčinné. Tepelné zpracování potravin neničí aktivitu vitamínu, a proto je stále přítomný v rybách po jejich uzení nebo také v mléku po jeho pasteraci.

Doporučená denní dávka vitamínu D

Vzhledem k faktu, že se vitamin D tvoří působením slunečního záření, je množství, které musíme přijmout v potravě, velmi individuální. Pro obyvatele velkých měst a oblastí se silným znečištěním ovzduší se doporučuje vyšší příjem, protože smog brání v přechodu slunečních paprsků. Dále se vyšší dávka doporučuje také lidem pracujícím v noci nebo ženám, kterým náboženské zvyklosti nedovolují v důsledku ošacení přímý kontakt pokožky se sluncem. Zvýšený příjem je také samozřejmostí u těhotných žen a dětí do 20 let. Doporučená denní dávka se pohybuje v rozmezí 5 až 10 mikrogramů, tj. 200 až 400 IU (Mindell a Mundis, 2010; Společnost pro výživu, 2011).

Nemoci způsobené nedostatkem či nadbytkem vitamínu D

Nemoci způsobené nedostatkem vitamínu D nejsou časté díky slunečnímu záření, přesto se s nimi můžeme setkat. Nedostatek ovlivňuje metabolismus vápníku a fosforu, projevuje se sníženou svalovou prací, bolestí ve svalech a vyšší náchylností k infekcím. U malých dětí vyvolává rachitidu, nemoc pohybového aparátu, která způsobuje nedostatečnou mineralizaci kostry, potažmo měknutí kostí. U dospělých se nedostatek projevuje chorobou zvanou osteomalacie, při které dochází k deformaci již plně vyvinutých dlouhých kostí. Nemocní trpí bolestmi celé kostry. Staří lidé by proto měli zvýšit denní dávku až na 20 mikrogramů za den v důsledku nižšího pobytu na slunci během dne (Haimi a Kremer, 2017).

Vysoké dávky vitamínu působí toxicky. Předávkovat se je možné pouze orálně, nikdy ne příliš dlouhým pobytem na slunci. Existuje i takzvaná chronická toxicita, při které dochází k hyperkalcemii a těžkým orgánovým poruchám. Riziko představuje také příliš vysoká dávka vitamínu D v těhotenství, jehož metabolity přecházejí placentou do plodu. Hypervitaminóza se projevuje poruchami psychického i mentálního vývoje (Hlúbik a Opltová, 2004).

3.3.3 Vitamin E

Vitamin E je souhrnné pojmenování skupiny osmi látek, které jsou odvozeny od tokolu a tokotrienolu, v jejichž molekule se nachází chromanové jádro a postranní řetězec. Jednotlivé látky se liší počtem a polohou metylových skupin a jsou označovány řeckou abecedou. Podstatně vyšší aktivitu vykazují látky odvozené od tokolu, tzv. tokoferoly. Účinnost klesá se snižováním počtu metylových skupin s tím, že neúčinnější je α -tokoferol. Velký rozdíl v účinnosti je také mezi přírodními a syntetickými tokoferoly (Hlúbik a Opltová, 2004).

Protože vitamin E prokazuje univerzální ochranu membrán, je uložen ve všech tkáních. Nejvyšší koncentrace byly stanoveny v játrech a v depotním tuku. V nižších koncentracích se pak nachází ve svalech, děloze, varlatech, krvi a nadledvinách. Oproti ostatním lipofilním vitaminům se v těle ukládá jen velmi krátkou dobu podobně jako vitamin B a C (Brigelius-Flohé, 2006).

Vitamin E má nepostradatelný antioxidační účinek, jeho funkcí je ochrana buněčných membrán tím, že aktivně vstupuje do řetězové reakce a chrání biomembrány před oxidativním atakem volných radikálů. Tyto radikály nejenže poškozují lipidy, ale sekundárně produkují hydroperoxydy lipidů, které způsobují jejich peroxidaci. Brání také oxidaci škodlivého LDL cholesterolu. V této souvislosti se zdůrazňuje úloha vitaminu v posílení imunitního systému, což znamená, že jeho dostatečný příjem může zabránit vzniku nádorových a kardiovaskulárních onemocnění. Dnes je známý také ochranný vliv před účinkem negativního UV záření na pokožku, a tedy před vznikem nádorových onemocnění kůže (Brigelius-Flohé, 2006).

Vitamin E ve výživě

Tokoferoly se tvoří v rostlinách a jsou přítomny ve všech rostlinných tucích. Za hlavní zdroj jsou považovány oleje, jádra ořechů, kukuřice, obilné výrobky a některé druhy zeleniny. V potravinách živočišného původu se nacházejí ve vepřovém sádle, hovězím masu nebo také vejcích, i když v mnohem nižším množství. Na rozdíl od ostatních vitaminů rozpustných v tucích se v rybách nachází pouze minimální množství vitaminu E (Mindell a Mundis, 2010).

Vzhledem k velké citlivosti látky na přítomnost kyslíku některé procesy zpracování a skladování potravin způsobují jeho úbytek. Oxidační proces urychluje přítomnost světla a snížení teploty. Při rafinaci olejů se snižuje obsah vitaminu o 10 až 50 %; při zpracování potravin smažením může docházet k úbytku až o 30 % vitaminu v olejích. Nejvíce obsah vitaminu klesá při sušení ovoce a zeleniny, někdy až o 70 % oproti čerstvým surovinám.

Svou přímou chemickou účinností inhibuje přeměnu dusitanů přítomných v udicím kouři na nitrosaminy, které jsou prokazatelnými původci nádorových onemocnění trávicího systému (Uherová, 2002).

Doporučená denní dávka vitaminu E

Denní dávka zabezpečující lidský organismus před vznikem deficitu není přesně známa, protože nejsou dosud prokázány veškeré funkce vitaminu E v lidském organismu. Vyšší doporučená denní dávka je navrhována lidem, jejichž strava obsahuje vyšší množství nenasycených mastných kyselin, a také osobám před operačními výkony. Zvýšení se rovněž doporučuje těhotným, kojícím a ženám v menopauze. Hodnoty doporučených dávek se v každém státě liší a jsou stanoveny podle zákona. National Institutes of Health USA, dále jen NIH, uvádí doporučené množství:

Tab.2: Denní doporučené množství vitaminu E podle NIH

Věk	mg / den
0-6 měsíců	4
7-12 měsíců	5
1-3 roky	6
4-8 let	7
9-13 let	11
14 a více let	15
Těhotné ženy	19

<<https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminE-HealthProfessional/#h2>>

Nemoci způsobené nedostatkem či nadbytkem vitaminu E

Metabolismus vitaminu E není dosud zcela objasněn. Prokazatelná karence vitaminu se v lidské populaci nachází jen velmi zřídka a nikdy není výsledkem nedostatečné výživy. Převážně se projevuje jako výsledek genetických poruch ve změně transportní bílkoviny pro α -tokoferol nebo jako výsledek špatné absorpce tuků. Pacienti s takto poškozeným genem mají abnormálně snížené hladiny vitaminu E v plazmě, což vede k onemocnění myopatií a periferní neuropatií. U dětí se nejčastěji vyskytuje anémie jako důsledek poškození volnými radikály (Hlúbik a Opltová, 2004).

Ve srovnání s jinými lipofilními vitaminy je mnohem méně toxický, a proto hypervitaminóza se vyskytuje zřídka.

3.3.4 Vitamin K

Vitamin K je esenciální lipofilní vitamin vyskytující se v několika odlišných formách. Je to souhrnný název pro skupinu látek, jejichž chemické vzorce jsou odvozeny od 2-metyl-1,4-naftochinonu. Fylochinon, též známý jako vitamin K₁, se primárně nachází v zelenině a rostlinných olejích. Vitamin K₂, menachinon, se vyskytuje častěji a je syntetizován bakteriemi. Menachinony existují v několika formách a v mnoha publikacích jsou uváděny pod společným názvem vitamin K₂, což často vede k mylným představám. Walther a kol. (2013) však ve svém článku uvádějí, že toto řazení není správné. Jednotlivé menachinony se totiž mezi sebou liší jak původem, tak i funkcí. Vitamin K₃, menadion, je rozpustný ve vodě a byl vyroben synteticky. V posledních letech byly při terapii menadionem u lidí způsobeny závažné vedlejší účinky, a proto by se mělo upustit od jeho dalšího využití i od zařazení mezi vitaminy.

Vitamin K se účastní biosyntézy plazmatických bílkovin, ledvin a kostí. V kostech je spolu s vitaminem D zodpovědný za syntézu osteokalcinu. Tato látka usnadňuje vazbu vápníku v kostech a aktivně ovlivňuje vývoj a udržení kvality kostní tkáně. Z osteokalcinu se skládá 15-20 % nekolagenních bílkovin v kosti, a proto je nezbytný pro normální růst kostí do délky. Vitaminy K₁ a K₂ jsou převážně ukládány v játrech, působí tam při aktivaci protombinu a několika dalších proteinů, které se účastní procesu srážení krve. Veškeré funkce vitaminu K nejsou doposud objasněny, in vitro studie také ukazují na možné účinky v prevenci proti karcinomu jater a rakovině prostaty (Walther a kol., 2013).

Vitamin K ve výživě

Vitaminy skupiny K se v přírodě vyskytují v rostlinné i živočišné formě. Důležitým zdrojem fylochinonu jsou zelené rostliny a řasy. Nejvíce vitaminu K₁ se vyskytuje v zelí, brokolici, sóje, špenátu a také v luštěninách. Ze živočišných potravin jsou zdrojem obou vitaminů játra, vejce, mléko a mléčné výrobky. Až 25 % vitaminu K v organismu je zajištěno konzumací potravin obsahujících menachinony. Neexistuje zatím dostatek materiálů popisujících, ve kterých potravinách se přesně vitamin K₂ nachází. Denní dávka i druh potravin obsahující menachinony se v jednotlivých státech liší. V evropských zemích je doporučována konzumace sýrů, zatímco v Japonsku konzumace natta, což je tradiční pokrm, který vzniká fermentací sóji. Tyto rozdíly jsou zapříčiněny hlavně odlišnými typy bakterií, které jsou používány při fermentaci (Beulens a kol., 2013).

Při běžném tepelném zpracování a skladování potravin nedochází ve vyšší míře k úbytku vitaminu K. Je však velmi citlivý na účinky denního světla. V rostlinných olejích

byla prokázána ztráta až 50 % při skladování produktu po 24 hodin na denním světle při pokojové teplotě. Obsah vitamínu v olejích se snižuje také tepelným zpracováním, úbytek záleží na délce zahřívání a vystavené teplotě (Uherová, 2002).

Doporučená denní dávka vitamínu K

Doporučené výživové látky pro vitamín K nebyly dosud v České republice ani v jiných státech stanoveny. Protože se nedostatek této látky u zdravých lidí zpravidla nevyskytuje a zatím neexistuje dostatek studií popisujících potřebu vitamínu K pro člověka, byly pro tento vitamín stanoveny pouze hodnoty tzv. adekvátního příjmu.

Tab. 3: Adekvátní denní příjem vitamínu K

Věk	µg / den
Kojenci	4-10
Děti 1-7 let	15-30
Děti 8-14 let	30-50
Dospívající	70
Muži	70-80
Ženy	60-65

(Společnost pro výživu, 2011)

Příjem vitamínu K by měl být vyšší při chronických gastrointestinálních onemocněních, při onemocnění jater nebo cystické fibróze. Důležité je také zvýšit příjem vitamínu při dlouhodobém užívání některých typů antibiotik.

Nemoci způsobené nedostatkem či nadbytkem vitamínu K

Hypovitaminóza K se u dospělých objevuje vzácně. Symptomy nedostatku jsou pozorovány při onemocnění jater, cystické fibróze a celiakii. Při dlouhodobém užívání antibiotik může dojít k poruchám syntézy vitamínu K střevní mikroflórou. Při nedostatku vitamínu primárně dochází ke snížení obsahu protrombinu v krvi a tím ke snížení srážlivosti krve. U takto postižených může jakékoliv banální poranění způsobit krvácení v tkáních, nejčastěji v nose, gastrointestinálním traktu a ve svalech. Nedostatek vitamínu K se nejčastěji projevuje u novorozenců, již jsou krmeni pouze mateřským mlékem, které neobsahuje dostatečné množství vitamínu. Charakteristickým příznakem deficeience je intestinální krvácení s vylučováním dehtovité stolice. U žen s nízkým příjmem vitamínu K je prokázán pokles kostní denzity v oblasti krčku femuru a zápěstí (Hlúbik a Opltová, 2004).

Vitaminy K₁ ani K₂ nejsou toxické. Toxicita nebyla zjištěna ani při velmi vysokých dávkách. Nežádoucí účinky se projevily pouze po aplikaci syntetického vitamínu K₃, kdy docházelo k projevům hemolytické anémie.

3.4 Vitaminy rozpustné ve vodě

3.4.1 Vitamin B₁

Ve vodě rozpustný vitamin, též známý jako tiamin, se skládá ze substituovaného pyrimidinového a thiazolového jádra, která jsou mezi sebou spojena methylenovým můstkem. Tiamin se v živých organismech vyskytuje ve dvou biologicky aktivních formách. První forma, tiamindifosfát (TDP), je velmi důležitým koenzymem v klíčových reakcích energetického metabolismu. Účastní se pentózového cyklu, kde je kofaktorem pyruvátdehydrogenasy (EC 1.2.4.1) a transketolasy (EC 2.2.1.1) v metabolismu sacharidů a také α -ketoglutarátdehydrogenasy (EC 1.2.4.2) v cyklu citrátovém. Druhá forma, tiamin trifosfát (TTP), působí v centrálním nervovém systému a s největší pravděpodobností také ve svalech při aktivaci kanálu chloridových iontů (Institute of medicine, 1998).

Vitamin B₁ ve výživě

Přírodním zdrojem tiaminu je mnoho potravin rostlinného i živočišného původu. Nejvýznamnějším zdrojem této fyziologicky účinné látky jsou cereální výrobky, které pokrývají asi 40 % celkové potřeby, z toho 20 % chléb. Díky této skutečnosti se s nedostatkem tiaminu v západní Evropě setkáváme hlavně v důsledku vzrůstajícího počtu obyvatel, kteří mají intoleranci na lepek. Dalším významným zdrojem je také vepřové maso a výrobky z něj připravené. Siřičitany, které se používají v masném průmyslu jako konzervanty, ničí tiamin, a proto množství vitamínu v masných výrobcích v porovnání s masem klesá. Mnoho mikroorganismů má schopnost biosyntézy tiaminu, zejména pivovarské kvasnice, a proto jsou jeho dobrým zdrojem. Bohaté zdroje tiaminu jsou také mléko a mléčné výrobky, brambory, luštěniny, ovoce, zelenina a vejce (Hoffman, 2016).

Vitamin B₁ je velmi specifická látka; i nepatrná změna v molekule vede ke ztrátě biologické aktivity. Z tohoto důvodu patří k nejméně stabilním vitaminům, co se konzervace týče. K jeho rozkladu dochází již při bodu varu vody, při jakékoliv další tepelné úpravě dochází k velkým ztrátám tiaminu. Úbytek vitamínu při UHT technologii ošetření mléka se uvádí okolo 18 %. K velkým ztrátám dochází také při vaření těstovin a zeleniny (Uherová, 2002).

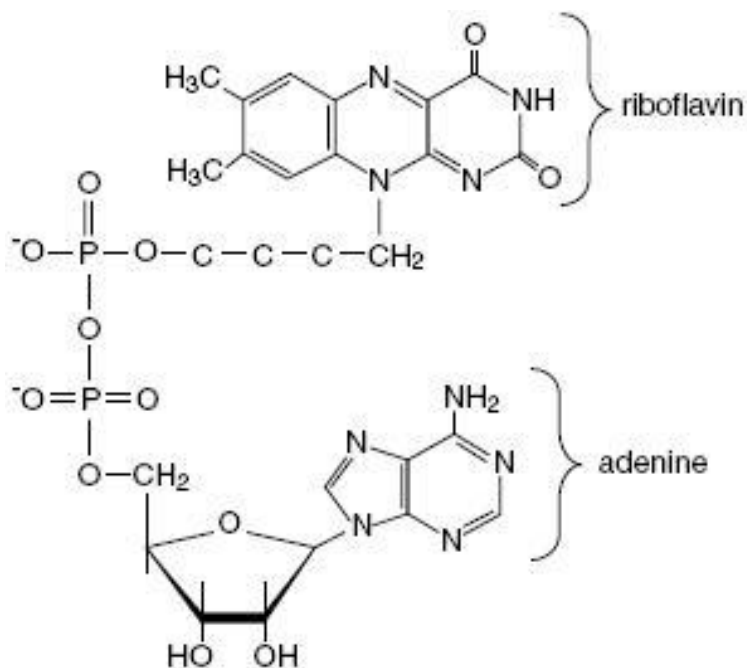
Nedostatek vitamínu ve výživě se projevuje dvěma skupinami symptomů podle toho, který typ vitamínu B₁ v organismu chybí. V první řadě se projevuje poruchami kardiovaskulárního systému, jako je například tachykardie a změny EKG. Druhou skupinu tvoří neurologické poruchy, křeče, svalová slabost, ale také alkoholizmus. V posledních letech je předmětem zkoumání vliv tiaminu na rozvoj Alzheimerovy choroby. Avitaminóza vitamínu B₁ je známá pod názvem beri-beri a je stále hojně rozšířená v rozvojových zemích (Hlúbik a Opltová, 2004).

Doporučená denní dávka vitamínu B₁

Tiamin je vzhledem k současným konzumním trendům v industrializovaných zemích považován za kritický vitamin, jehož příjem je často velmi nízký. Jeho příjem je v přímé úměře s předpokládaným energetickým výdejem. Při velké tělesné zátěži nebo z důvodu nedostatečného množství sacharidů zařazených v potravě musí být denní dávka zvýšena. V nejnovějších tabulkách byla stanovena adekvátní dávka tiaminu pro průměrného obyvatele v ČR na 1,2 mg/den, pro těžce pracující se zvyšuje o 0,2 mg/den (Hlúbik a Opltová, 2004; Společnost pro výživu, 2011).

3.4.2 Vitamin B₂

Vitamin B₂ neboli riboflavin patří do skupiny flavinů, v biochemických reakcích se vyskytuje volný nebo vázaný ve formě koenzymů. Většina flavinů jsou sloučeniny žluté barvy s charakteristickou žluto-zelenou fluorescencí na UV světle. Riboflavin je z chemického hlediska heterocyklická sloučenina, která je produkována všemi rostlinami a mnoha mikroorganismy, jako je například *Streptococcus pyogenes*, *Listeria monocytogenes* a některé *Lactobacillales*. Volný riboflavin se nachází v sítnici, účastní se procesu vidění, kde převádí krátké modré paprsky na zelenožluté a tím umožňuje vidění za šera. Riboflavin je nenahraditelnou součástí lidské a zvířecí výživy, slouží jako prekurzor pro flavinmononukleotid (FMN) a pro flavinadenindinukleotid (FAD), které mají podstatnou roli v přenosu atomů vodíku v oxidačních procesech buňky. Stejně jako ostatní vitaminy B-komplexu se účastní metabolismu bílkovin, tuků a sacharidů a při generaci energie cestou ATP (Abbas a Sibirny, 2011).



Obrázek 3: Flavinadenin dinukleotid (FAD)

<<http://www.kbiotech.com/molstr/FAD.JPG>>

Vitamin B₂ ve výživě

Volný riboflavin se nachází pouze v syrovátce, sítnici a moči. Vázaná forma FMN a FAD se v potravinách rostlinného původu nachází nejvíce v droždí, obilných klíčcích a luštěninách. Ze živočišných potravin jsou dobrým zdrojem játra, ledviny, maso, mléko a mléčné výrobky. Resorpce flavinů v trávicí soustavě je jednodušší z potravin živočišného původu, a proto je nejdůležitějším zdrojem riboflavinu mléko (Hlúbik a Opltová, 2004).

Běžné způsoby tepelného zpracování potravin nemají významný degradační účinek na riboflavin. Tento vitamin je však velmi citlivý na sluneční záření, při fotodegradaci riboflavinu vznikají sloučeniny, které mají významné oxidační schopnosti, a tím znehodnocují ostatní přítomné látky, jako je vitamin C, retinol, esenciální aminokyseliny a esenciální mastné kyseliny. Při oxidaci některých aminokyselin může dojít ke vzniku sirných sloučenin, které způsobují nepříjemný zápach. Nesprávným konzervováním se tak znehodnotí potravina nejen z hlediska nutriční hodnoty, ale i po stránce sensorické. Výroba fermentovaných mléčných výrobků zajišťuje kvalitní zdroj riboflavinu díky biosyntéze vitaminu použitými mikroorganismy. Obsah riboflavinu v chlebu závisí na obsahu v mouce a v tomto případě hraje podstatnou roli mletí zrna. Proto v tmavých moukách je procento vitaminu výrazně vyšší, protože se používá mletí na vyšší úrovni než v moukách bílých (Uherová, 2002).

Nedostatek vitamínu B₂ se v západních zemích projevuje jen zřídka, avšak je stále velmi běžný v zemích třetího světa. Nedostatek riboflavinu se projevuje příznaky na oční bulvě, v ústech a na kůži. Sliznice jsou bledé a olupují se, dochází k častému zánětu sliznice ústní dutiny. Na kůži je nejčastěji patrná dermatitida a akné. Dále se karence vitamínu projevuje ve změnách krevního obrazu, anémii a poruchami metabolismu železa. U dětí bylo prokázáno zpomalení intelektu a pokles duševní výkonnosti. Nedostatek nevzniká pouze při nedodržení správného stravování, ale může být také zapříčiněn poruchou resorpce tohoto vitamínu (Hlúbik a Opltová, 2004).

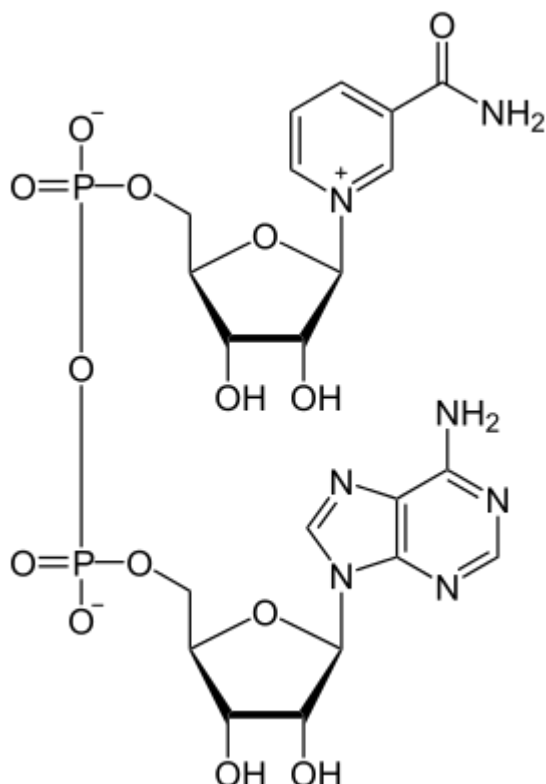
Doporučená denní dávka vitamínu B₂

Doporučená denní dávka pro průměrného muže v ČR činí 1,5 mg na den, zatímco u žen platí hodnota 1,2 mg na den. Zvýšené dávky riboflavinu jsou doporučovány ženám těhotným a kojícím. Konzumovat vyšší dávky by měli také vegani a vegetariáni, v jejichž jídelníčku se nenachází dostatečné množství živočišných produktů. Zvýšený denní příjem je také nezbytný při infekčních onemocněních, při zvýšené aktivitě štítné žlázy nebo při konzumaci potravin s velkým množstvím tuků (Společnost pro výživu, 2011; Mindell a Mundis, 2010).

3.4.3 Vitamin B₃

Vitamin B₃ byl v minulosti známý jako P-P vitamin, později se začal používat název niacin a v roce 1954 IUPAC potvrdila název nikotinová kyselina a její amid. V současné době se termín niacin používá pro skupiny látek, které tvoří nikotinová kyselina, nikotinamid a jejich deriváty (Hlúbik a Opltová, 2004).

Nikotinamid je součástí nikotinamidadeninukleotidu (NAD) a nikotinamidadeninukleotidfosfátu (NADP), které jsou nepostradatelné při metabolických procesech buňky. Oba koenzymy se účastní syntézy a odbourávání sacharidů, mastných kyselin i aminokyselin, NAD navíc reakcí při replikaci DNA a při mobilizaci vápníku. Niacin hraje velkou roli v metabolismu lipidů, zvyšuje koncentraci HDL cholesterolu v krvi a snižuje koncentraci LDL cholesterolu a triglyceridů (Fitzgerald a Song, 2013).



Obrázek 4: Nikotinamidadenindinukleotid (NAD)

< https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/02/NAD%2B_phys.svg/280px-NAD%2B_phys.svg.png >

Vitamin B₃ ve výživě

Vitamin B₃ se v přírodě nachází v hojném množství. V rostlinné potravě převažuje zejména nikotinová kyselina, v živočišné pak její amid. Za nejbohatší zdroje jsou považovány kvasnice, maso a vnitřnosti. Velký obsah kyseliny nikotinové evidujeme také v luštěninách, rýži a bramborách. V některých cereáliích, nejvíce v kukuřici, se niacin váže na peptid niacytin, který nemusí být v gastrointestinálním traktu stráven kompletně. Při přípravě pokrmů se tedy používá alkalická hydrolyza ke zlepšení stravitelnosti produktu. Niacin se také nachází v zelené kávě ve formě alkaloidu, z kterého se pražením uvolňuje (Hlúbik a Opltová, 2004).

Svou chemickou strukturou a fyzikálně chemickými vlastnostmi jsou nikotinová kyselina a její amid považovány za látku termostabilní, stabilní v kyselém i alkalickém prostředí. Při tepelné úpravě masa dochází k úbytku 15 %, a to zejména v důsledku rozpustnosti vitamínu ve vodě. Kvůli této skutečnosti k nejvyšším ztrátám dochází při dušení a vaření masa a masných výrobků (Uherová, 2002).

Starší název P-P vitamin z anglického Pellagra preventive factor se začal používat v době, kdy se zjistilo, že nedostatek niacinu způsobuje nemoc zvanou Pelagra. Nemoc se projeví při nedostatku masa v potravě a při nadbytku potravy bohaté na kukuřici. V kukuřici se vyskytuje pouze niacytin, který je pro organismus nevyužitelný, a pouze malé množství tryptofanu, ze kterého není možné niacin syntetizovat. Pelagra způsobuje řadu příznaků známých pod pojmem 3 D-demence, diarea, dermatitida. Jako další při hypovitaminóze vitamínu B₃ je prokázáno rychlejší stárnutí, stres, metabolické poruchy, duševní poruchy a rakovina. Díky syntéze niacinu z tryptofanu je v našich podmínkách niacinový deficit vzácný (Williams a kol., 2012).

Doporučená denní dávka vitamínu B₃

Při stanovení doporučeného příjmu se vychází z niacinu přijatého v potravě a z niacinu, který je syntetizován v játrech a ledvinách z tryptofanu. V mnoha zemích byla stanovena jednotka niacin-ekvivalent (NE), přičemž 1 NE je roven 60 mg tryptofanu. Doporučená denní dávka pro průměrného obyvatele České republiky byla stanovena na 16,27 mg NE/den. Starší lidé, těhotné ženy a osoby těžce pracující by měli přijímat větší množství vitamínu B₃ (Hlúbik a Opltová, 2004).

3.4.4 Vitamin B₅

Vitamin B₅ nebo též pantotenová kyselina je součástí koenzymu A (CoA) a enzymu ACP (Acyl Carrier Protein), který umožňuje a urychluje syntézu mastných kyselin v lidském organismu. Název vitamínu pochází z řeckého slova pantothen (všudypřítomný) díky kosmopolitnímu výskytu v přírodě. Přítomnost vitamínu je nezbytná pro tvorbu energie z cukrů a tuků, a také na syntézu sterolů. Je důležitá pro správně fungující imunitní a nervový systém (Uherová, 2002).

Mindell a Mundis (2010) uvádějí, že pomáhá při tvorbě nových buněk, podporuje růst a vývoj nervové soustavy. Odstraňuje únavu a tlumí toxické působení antibiotik. Pantotenová kyselina udržuje rezistentní slizniční membrány proti infekci a optimalizuje metabolismus v kůži.

Vitamin B₅ ve výživě

Malé množství kyseliny pantotenové se nachází téměř ve všech potravinách, její množství je přímo úměrné s příjmem potravy a krmiva. Pantotenová kyselina a její soli jsou opticky aktivní látky, ale v přírodě se nacházejí pouze jejich D-formy. V rostlinných produktech se nachází pouze ve velmi malém množství. Za dobrý zdroj se považuje droždí a houby, z hlediska jejich podílu ve výživě člověka je toto množství však bezvýznamné.

Živočišné produkty, jako jsou játra, ledviny, maso, kvasnice a sýry, jsou velmi bohatými zdroji vitamínu B₅ (Hlúbik a Opltová, 2004).

Kyselinu pantotenovou řadíme k málo stabilním vitaminům. Vlivem teploty se lehce rozkládá, a to zejména v alkalickém a kyselém prostředí. Procentuální úbytek při zpracování masa je závislý na použité tepelné úpravě. Vysoké ztráty způsobuje vaření, smažení a grilování. Při vaření těstovin dochází k úbytku až 50 % (Uherová, 2002).

Minimální příjem kyseliny pantotenové je zajištěn běžnou smíšenou stravou. Tento fakt byl prokázán v důsledku chybějících klinických syndromů u člověka. Deficience byla vyvolána pouze experimentálně, kdy se přišlo na symptomy, jako je poškození kůže, vlasů, degenerace jaterních buněk, poruchy reprodukce a tvorby protilátek. U vitamínu B₅ nebyla prokázána toxicita ani při velmi vysokých dávkách (Hlúbik a Opltová, 2004).

Doporučená denní dávka vitamínu B₅

V případě kyseliny pantotenové byly dosud stanoveny jen mezinárodně uznávané doporučené dávky, protože se tato látka nachází ve vyvážené stravě v dostatečném množství. Dávka pro průměrného obyvatele České republiky byla stanovena na 6 mg/den (Ball, 2006; Společnost pro výživu, 2011).

3.4.5 Vitamin B₆

Pod pojem vitamin B₆ neboli pyridoxin se řadí tzv. pyridoxinová triáda, tvořená třemi fyziologicky účinnými látkami-pyridoxolem, pyridoxalem a pyridoxaminem. Pyridoxin je vitamin rozpustný ve vodě, který je syntetizovaný rostlinami a mikroorganismy (Vávrová, 2007).

Pyridoxin podobně jako ostatní vitaminy B komplexu nelze v těle skladovat a jeho nadbytek je vyloučen po šesti hodinách po požití. Přítomnost tohoto vitamínu zajišťuje dobrou funkci imunitního systému, a proto je nezbytné jeho pravidelné dodání v potravě. V kombinaci s kyselinou listovou pomáhá trávit aminokyselinu cystein a snižuje riziko vzniku ischemické choroby srdeční. Podporuje syntézu nukleových kyselin a pomáhá při přeměně tryptofanu na niacin. Tlumí křeče ve svalech a používá se při prevenci zánětu nervů (Mindell a Mundis, 2010).

Vitamin B₆ ve výživě

Pyridoxin je hojně rozšířen v živočišných i rostlinných potravinách. V živočišných potravinách se nejvíce vyskytuje ve zvířecích vnitřnostech, vepřovém, drůbežím a rybím masu. Bohatým zdrojem z rostlinných potravin jsou pšeničné klíčky, cereálie a sójové boby.

Pyridoxin nacházíme také v ovoci a zelenině, jako je zelí, kukuřice, mrkev a banány. V ovoci se vyskytuje z větší části vázaný na jednoduché cukry (Hlúbik a Opltová, 2004).

Ztráty při zpracování a skladování potravin jsou velmi individuální. Obsah pyridoxinu je ovlivněn podle toho, jaká forma vitamínu převládá v potravina, protože se jednotlivé látky liší fyzikálně chemickými vlastnostmi. V potravinách živočišného původu má největší zastoupení pyridoxal. Vzhledem k jeho vlastnostem jsou ztráty při zpracování masa poměrně velké. Ztráty mohou být až 70 %, připisují se reakcím pyridoxalu s bílkovinami a aminokyselinami (Uherová, 2002).

Nedostatek vitamínu B₆ se projevuje vyrážkami v oblasti nosu, očí, záněty v ústech, nespavostí a přecitlivělostí. Dalším příznakem je zvýšená tvorba kyseliny šťavelové v moči a s ní spojená tvorba kamenů v močovém traktu. V současné době je velmi diskutována avitaminóza se vznikem kardiovaskulárních onemocnění, která se vyskytuje ve společnosti čím dál tím více. Toxicita pyridoxinu je velmi nízká, teratogenní nebo embryotoxické účinky nebyly prokázány (Hlúbik a Opltová, 2004).

Doporučená denní dávka vitamínu B₆

Požadavek pyridoxinu v denní dávce je závislý na mnoha faktorech. Ve stravě s vyšší koncentrací bílkovin se doporučuje zvýšit množství vitamínu B₆, protože hraje klíčovou roli v metabolismu aminokyselin. Doporučená denní dávka pro správné fungování organismu byla stanovena následovně:

Tab. 4: Doporučený denní příjem vitamínu B₆

Věk	Mg / Den
Kojenci	0,1-0,3
Děti 1-7 let	0,4-0,7
Děti 7-14 let	0,7-1,4
Dospívající	1,2-1,6
Muži	1,5
Ženy	1,2

(Společnost pro výživu, 2011)

V těhotenství a v období kojení se doporučuje tuto dávku zvýšit alespoň na 1,9 mg za den. Totéž se doporučuje u osob, které berou dlouhodobě léky, a u starších lidí (Uherová, 2002).

3.4.6 Vitamin B₉

Listová kyselina je z chemického hlediska látka, v jejíž struktuře se nachází pteridinový kruh a paraaminobenzomová kyselina, na jejíž karboxylovou skupinu je navázána glutamová kyselina. Pod název foláty se řadí její deriváty, které se nacházejí běžně v přírodě, vykazují však nižší biologickou účinnost než listová kyselina.

Listová kyselina je nezbytná pro konverzi homocysteinu na metionin, syntézu purinů a pyrimidinů, které jsou součástí nukleotidů, a tedy nezbytně nutné pro replikaci DNA. Přeměnou homocysteinu na metionin se snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění a vzniku Alzheimerovy choroby. Ovlivňuje syntézu serinu a glycinu, její role je nezastupitelná při dělení a diferenciaci buněk a správném růstu organismu. Vitamin má antikarcinogenní účinky, dostatečný příjem folátů snižuje vznik rakoviny tlustého střeva a plic (Bailey a kol., 2015).

Vitamin B₉ má nezastupitelnou funkci pro fyziologickou embryogenezi, snižuje riziko těžkých vývojových vad dítěte a jeho snížený příjem se může podílet na vzniku potratu či neplodnosti.

Vitamin B₉ ve výživě

Foláty jsou v potravě obsaženy ve dvou různých formách. Poměr obou forem se v potravinách značně liší. Dobrým zdrojem kyseliny listové je zelenina, především zelené části rostliny. Ze živočišných tkání jsou nejbohatší játra. V mléce se listová kyselina nachází vázaná na bílkoviny, tato vazba se uvolňuje při tepelném zpracování suroviny (Hlúbik a Opltová, 2004).

Listová kyselina je velmi nestabilní vitamin, je nestálá ve všech typech prostředí a je citlivá na zvýšenou teplotu. Foláty podléhají oxidaci, ve vodném prostředí je chrání vitamin C. Ztráty při zpracování masa mohou být až 90 %, způsobuje je nejen teplota, ale také kontakt s vodou. V mléce jsou ztráty ovlivněny přítomností kyslíku. Při tepelném zpracování ovoce a zeleniny dochází k velkému úbytku této látky (Uherová, 2002).

Nejvýraznějším projevem karence vitaminu jsou poruchy růstu a krvetvorby. Často dochází k poruchám krvetvorby, chudokrevnosti a nedostatečné tvorbě bílých krvinek a krevních destiček. Tyto symptomy jsou připisovány poruchám syntézy DNA. Nedostatek způsobuje mimo jiné změny na sliznici a gastrointestinální poruchy. Zvýšené riziko karence kyseliny listové je zejména v těhotenství, a proto je nutné zvýšit denní příjem vitaminu. Vysoké dávky nejsou toxické (Bailey a kol., 2015).

Doporučená denní dávka vitamínu B₉

Doporučená denní dávka folátu obsaženého v potravě se pohybuje v rozmezí 60 až 600 µg. Pro děti se doporučuje nižší množství od 60 do 400 µg, dávka je přímo úměrná věku dítěte. Doporučené denní množství pro ženy a muže činí 400 µg. V období před plánovaným otěhotněním a v těhotenství se doporučuje dávku navýšit až o 400 µg syntetické kyseliny listové. Vyšší dávky se doporučují i ostatním ženám, alkoholikům a osobám nemocným (Uherová, 2002; Společnost pro výživu, 2011).

3.4.7 Vitamin B₁₂

Vitamin B₁₂ je skupina látek podobného účinku známá pod názvem kobalaminy. Do této skupiny patří nejstabilnější kyanokobalamin a jeho koenzymy, jako je metylkobalamin a hydroxokobalamin. Jsou to látky odvozené od korinu, které mají velmi složitou strukturu, uprostřed každé z nich se nachází komplexně vázaný kobalt. V molekule kobalaminů se nachází složka nukleotidová s bázi imidazolovou, pyridinovou nebo purinovou (O'Leary a Samman, 2010).

Methylkobalamin má nenahraditelný význam při syntéze metioninu a homocysteinu. Proces závisí na množství přítomných folátů v mitochondriích. Kobalamin se účastní přeměny zásobních forem kyseliny listové na její aktivní formy, které jsou potřebné při krvetvorbě. Nepřímo se účastní syntézy nukleových kyselin a proteinů a je podstatný pro správný vývoj a růst bakterií, zvířat a člověka (O'Leary a Samman, 2010).

Vitamin B₁₂ ve výživě

Vitamin B₁₂ je syntetizován pouze některými typy bakterií a primárně se nachází v orgánech predátorů, které jsou postaveny nejvýše v potravinovém řetězci. Hlavním zdrojem vitamínu jsou především játra, maso, ryby, vejce, mléko a sýry. Kobalamin je jediný vitamin, který se nenachází v potravinách rostlinného původu. Rostlinná potrava obsahuje pouze stopové množství vitamínu, a to pouze v případě, že byla zpracována bakteriální fermentací. Lidský organismus není schopen využívat vitamin B₁₂, jenž je produkován bakteriemi tlustého střeva, a tudíž je nezbytné ho dodávat ve stravě. Striktní veganská dieta je téměř bez vitamínu B₁₂ (Watanabe a kol., 2014).

Při běžných způsobech zpracování potravin je kobalamin poměrně stálý a k větším ztrátám nedochází. Při výrobě fermentovaných mléčných výrobků se může zvýšit obsah vitamínu ve výrobku až třicetkrát (Uherová, 2002).

Karence kobalaminu je nejčastěji způsobena nedokonalou absorpcí tohoto vitamínu. Klasickým příznakem nedostatku je porucha tvorby buněk v kostní dřeni, která se projevuje

bledostí kůže, závratěmi a únavou. Dalším symptomem jsou neurologické poruchy, degenerace určitých úseků míchy, což způsobuje poruchy paměti, halucinace a psychózy. Nedostatek vitamínu B₁₂ se nejčastěji projevuje u starších osob a vegetariánů (O'Leary a Samman, 2010).

Doporučená denní dávka vitamínu B₁₂

Průměrný zdravý člověk by měl denně absorbovat 3 µg exogenního vitamínu B₁₂. Běžná strava v Evropě zajišťuje množství vitamínu, které převyšuje doporučenou denní dávku. Zvýšení denní dávky, popřípadě konzumace syntetického kobalamínu, se doporučuje starším lidem, vegetariánům, těhotným a kojícím ženám (Hlúbik a Opltová, 2004; Společnost pro výživu, 2011).

3.4.8 Biotin

Známý také jako vitamin H, vitamin B₇, nejčastěji biotin, se v přírodě vyskytuje ve formě 8 stereoizomerů, ale pouze D-biotin je biologicky aktivní. Objasnění biologického účinku biotinu úzce souvisí s toxickým účinkem syrového bílku. Ve vejci se nachází bílkovina avidin, která pevně váže vitamin B₇ a tuto schopnost ztrácí pouze tepelným ohřevem. Biotin působí jako koenzym celé řady enzymů, které zasahují do karboxylačních reakcí. Jedná se o vitamin, který se účastní procesu regulace exprese genů, je esenciální pro zdravý vývoj dětského organismu a pro efektivní funkci nervové soustavy (Hlúbik a Opltová, 2004).

V potravinách se biotin vyskytuje ve volné formě nebo vázaný na bílkoviny. Uherová (2002) uvádí jako hlavní zdroje vitamínu játra, ryby, vejce, droždí a ořechy.

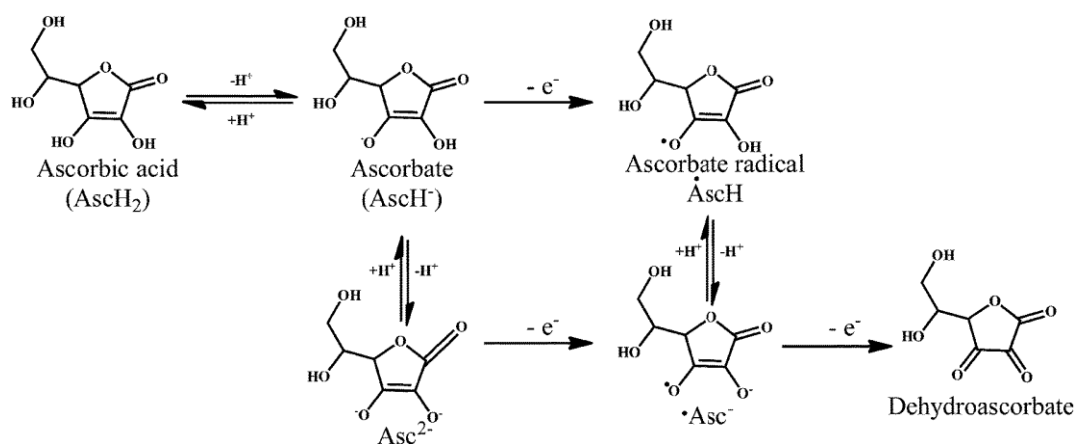
Hlavním symptomem nedostatku tohoto vitamínu je určitý druh dermatitidy. U dětí se nejčastěji projevuje vypadáváním vlasů a změnou krevního obrazu. Lidský organismus je schopen syntetizovat biotin střevní mikroflórou, a proto jsou příznaky z nedostatku tohoto vitamínu velmi vzácné. Karence se nejčastěji projevuje u novorozenců a starších lidí kvůli nedostatečnému fungování enzymu biotidiny (EC 3.5.1.12). Ohroženi jsou také kulturisté se speciální dietou, kteří konzumují velké množství syrových vajec (Patočka a Strunecká, 2010).

Hlúbik a Opltová (2004) uvádějí doporučené denní množství v USA v rozmezí 30 až 100 µg biotinu za den. Vitamin B₇ zůstává mezi vitamíny ve vodě rozpustnými nejméně prozkoumán, a tudíž jeho doporučené denní množství není dosud ve všech zemích konkrétně stanoveno.

3.4.9 Vitamin C

Vitamin C tvoří dvě biologicky aktivní látky, L-askorbová kyselina a L-dehydroaskorbová kyselina, která je jejím produktem. Většina rostlin a zvířat syntetizuje vitamin C z glukosy, lidé, primáti a morčata však mají mutaci v genetickém kódu L-gulonolaktonoxidas (EC 1.1.3.8) a ztratili schopnost tento vitamin v těle syntetizovat. Kvůli této skutečnosti je nezbytné vitamin C přijímat v potravě (Carr a kol., 2012).

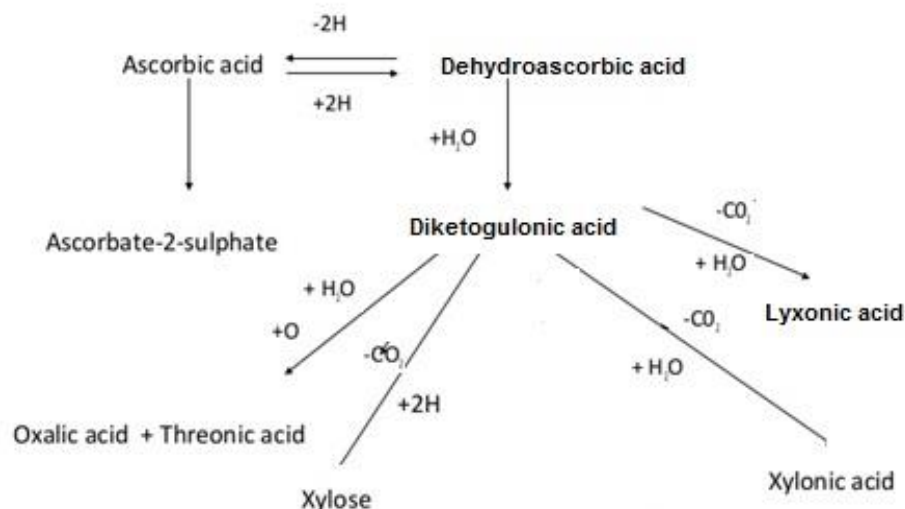
Askorbová kyselina je účinným antioxidantem a je kofaktorem několika enzymů. Účastní se biosyntézy kolagenu, karnitinu, v metabolismu cholesterolu, steroidů a při amidaci peptidů. Vitamin C udržuje kovové ionty v redukovaném stavu a redukuje železo z potravy, čímž blokuje reakce, při kterých vznikají karcinogenní látky. Tento vitamin také stimuluje obranyschopnost člověka, zvyšuje aktivitu fagocytů a chrání membrány před oxidačním poškozením. Askorbát v malých dávkách snižuje bolest, brání vzniku karcinomů trávicího traktu a dalších nádorových onemocnění (Carr a kol., 2012).



Obrázek 4: Antioxidační funkce askorbové kyseliny

<http://pubs.rsc.org/services/images/RSCpubs.ePlatform.Service.FreeContent.ImageService.svc/ImageService/Articleimage/2015/RA/c4ra13315c/c4ra13315c-s4_hi-res.gif>

Nevyužitý vitamin C je z těla ven vylučován močí. U osob, kterým nefungují správně ledviny, může docházet k tvorbě ledvinových oxalátových kamenů, protože metabolitem vitaminu C je šťavelová kyselina. K této nemoci dochází v důsledku podávání vysokých dávek tohoto vitaminu (Vávrová, 2007).



Obrázek 5: Degradace vitamínu C

<<https://image.slidesharecdn.com/vitaminc-150329015535-conversion-gate01/95/vitamin-c-17-638.jpg?cb=1427612235>>

Vitamin C ve výživě

Vitamin C se nachází ve všech živých organismech, k přirozeným zdrojům patří nejvíce potraviny rostlinného původu. Celoročním zdrojem tohoto vitamínu jsou brambory, které zajišťují jeho potřebu až na 30 %, zelenina asi 40 % a ovoce, zejména citrusové plody 30 %. Ovoce a zelenina jsou tedy nejbohatším zdrojem, je nutné však zmínit, že mezi jednotlivými druhy jsou velké rozdíly, které závisí na pěstitelských podmínkách, na stupni zralosti a způsobu skladování. Z živočišných potravin se vitamin C nachází v malém množství v mléce a v mase, nenachází se ve vejcích ani v obilovinách (Uherová, 2002).

Askorbová kyselina patří k nejméně stabilním vitaminům, v přítomnosti kyslíku se lehce rozkládá. Rozklad vitamínu je urychlený působením tepla, pH prostředím a také přítomností železa a mědi. Ke ztrátám dochází při mechanickém poškození rostlinných pletiv, a to čištěním, krájením a další úpravou ovoce a zeleniny, jako je vaření, umývání a sterilace. Vitamin C se díky svým vlastnostem používá k fortifikaci potravin, což je obohacování potravin, vitamíny a minerálními látkami pro zajištění lepších výživových hodnot (Uherová, 2002).

Klasickým projevem nedostatku vitamínu C jsou kurděje, které v dnešní době již nejsou problematickým onemocněním. Nyní se karence vitamínu projevuje nejčastěji náchylností k infekčním onemocněním, únavou a zdlouhavým hojením zlomenin. Tím, že vitamin C ovlivňuje resorpci železa, a tedy i tvorbu červených krvinek, nedostatek vitamínu může způsobit krvácení sliznic a tvorbu modřin (Vávrová, 2007).

Trvalá karence se projevuje také při dlouhodobém stresovém zatížení, protože organismus potřebuje askorbovou kyselinu na tvorbu adrenalinu (Hlúbik a Opltová, 2004).

Doporučená denní dávka vitamínu C

Při stanovení potřebných dávek vitamínu C pro lidský organismus se bere v úvahu nejen prevence kurdějí, ale i možné úlohy této látky v prevenci rakoviny a kardiovaskulárních onemocnění. Doporučená denní dávka pro průměrného obyvatele České republiky byla stanovena na 100 mg za den. U kuřáků dochází ke snížené absorpci vitamínu C, a proto by měl být jejich denní příjem askorbové kyseliny dvakrát vyšší. Požadavek na zvýšení se také doporučuje při extrémní tělesné zátěži, trvalém stresu, v těhotenství a při infekcích (Hlúbik a Opltová, 2004; Společnost pro výživu, 2011).

3.5 Vliv technologických postupů na obsah vitamínů v potravinách

Převážná většina vitamínů patří k látkám labilním, a proto je nezbytné dbát na správný postup při výrobě a skladování potravin. Na stabilitu složek potravin má vliv teplota, světlo, kyslík, hodnota pH a přítomnost některých kovů. Ztráty vitamínů ovlivňuje také vyluhování do vody a délka skladování potravin. K nejméně stabilním vitamínům patří listová kyselina, vitamin C, vitamin B₁₂, tiamin, vitamin K a retinol (Hendrychová a Malý, 2013). Na světlo jsou citlivé hlavně vitaminy rozpustné v tucích, riboflavin a listová kyselina. Z tohoto důvodu se mléko skladuje v kartónových obalech s hliníkovou fólií, která chrání riboflavin před degradací slunečním zářením (Antone a kol., 2011).

K velkému úbytku vitamínů dochází při tepelném zpracování potravin. Největší ztráty vitamínů jsou způsobeny vařením. Například při klasickém způsobu vkládání potravin do studené vody jsou ztráty vitamínu C 53,8 %, při vkládání zeleniny do vody vroucí již pouze 37,8 %. K velkým ztrátám askorbové kyseliny dochází také při mytí ovoce a zeleniny. Ztráty vitamínu C výluhem jsou vyšší u listové zeleniny než u kořenové, protože má větší povrch. (Selman, 1994).

Obsah askorbové kyseliny v bramborách je závislý na více faktorech, jako je odrůda, způsob pěstování, stupeň zralosti hlíz a podmínky prostředí. Brambory obsahují v průměru 170-990 mg kyseliny askorbové na kilogram. V bramborách vařených zůstává v průměru

130 mg askorbové kyseliny, v pečených v mikrovlnné troubě 151 mg na kilogram (Lachman a kol., 2005).

Při tepelné úpravě zeleniny je důležité dbát na správnou délku postupu a upřednostňovat vaření zeleniny vcelku pro zachování biologicky cenných látek. Přidáním soli do vroucí vody se zpomaluje vyluhování vitaminů (Selman, 1994).

Při přípravě zeleniny a ovoce je nevhodné používat nože vyrobené z mědi a železa, přítomnost těchto iontů ovlivňuje množství askorbové kyseliny v surovině (Skibsted, 2010).

Největší procento vitaminů se nachází v čerstvých surovinách, které nejsou tepelně upravené, z tohoto důvodu je doporučováno ovoce a zeleninu konzumovat především syrovou.

3.6 Fortifikace

Fortifikace je obohacování potravin o jednu nebo více esenciálních látek za účelem zlepšení nutriční kvality potraviny. Fortifikace slouží jako prevence nebo jako odstranění výživového nedostatku u obyvatelstva. Obvykle se přidávají látky, které mají dobrý vliv na zdraví spotřebitele. Nejčastěji se potraviny fortifikují látkami, které se již v malém množství v potravíně nacházejí. Pokud se do potraviny přidávají pouze vitaminy, hovoříme o vitaminizaci. Nejčastěji se vitaminy přidávají do živin spolu s minerálními látkami, a proto se používá termín fortifikace. Často se také obohacují potraviny, které ztratily určitou látku při zpracování a konzervaci suroviny.

Vitaminem A se obohacují některé stolní oleje, máslo, mléko, sýry a mouka. Velmi často se používá fortifikace margarínu, tak aby obsahoval stejné množství vitaminu A, jako se nachází v másle.

Většina vitaminů B komplexu se používá k fortifikaci do dětské a kojenecké výživy, do sušeného mléka, pšeničné mouky a do různých druhů cereálních výrobků. Dalším druhem obohacování výrobků je fermentace, při které dochází k produkci vitaminů použitými kvasinkami. Mezi takto obohacené potraviny patří mléčné výrobky, pivo a víno. V některých případech se používá žluté zbarvení riboflavinu k přibarvování potravinářských výrobků (Uherová, 2002).

Vitamin C se používá při výrobě ovocných džusů a zeleninových šťáv pro obohacení jejich vitaminové hodnoty. Díky svým antioxidačním vlastnostem má však velmi široké využití jako aditivum. V masném průmyslu se používá k inhibici tvorby škodlivých nitrosaminů a ke stabilizaci typické barvy uzených výrobků. Vlastnosti vitaminu C se také

využívají při výrobě piva proti vzniku zákalů a jako prevenci proti nežádoucím změnám chuti a vůně v důsledku oxidace (Uherová, 2002).

3.7 Vitaminové doplňky

Výživové doplňky obsahující vitaminy mohou být vyrobeny synteticky nebo extrahovány z přírodních látek. Každý z nás má jinou potřebu a zvyklosti, a proto se na trhu nachází celá řada forem syntetických vitaminů. Nejvíce oblíbenou volbou jsou tablety kvůli delší životnosti a jednoduchosti uchovávání. Na trhu můžeme najít samostatný vitamin nebo celé vitaminové komplexy. Výroba syntetických doplňků stravy se stala komerční záležitostí a v mnoha případech reklama neuvádí veškeré informace. V mnoha případech je velmi důležité zvážit, zda syntetický vitamin opravdu potřebujeme. Při dodržování pravidel zdravé a racionální stravy není nutné syntetické vitaminy užívat.

I když synteticky vyráběné vitaminy jsou z chemického hlediska stejné jako přirozené, mají podle řady ukazatelů horší účinky. Způsobují to další účinné látky, které provázejí vitaminy přirozeně se vyskytující (Mindell a Mundis, 2010).

Doplňování vitamínu ve formě syntetické se doporučuje zejména v zimních měsících, kdy dochází ke snížené obranyschopnosti organismu, při rekonvalescenci a vyšší fyzické zátěži. O vitaminových doplňcích by měli přemýšlet také lidé, u kterých z nějakého důvodu není možné přijímat dostatečné množství vitaminů v racionální výživě. Doplňky stravy jsou vhodné pro osoby, které nekonzumují rostlinnou nebo živočišnou potravu, bohatou na určitý typ vitamínu, tedy například u veganské stravy.

Velkou nevýhodou syntetických vitaminů je, že hrozí riziko předávkování zejména lipofilními vitaminy. Vitamin A je dostupný ve formě retinolu, palmitátu retinolu a beta-karotenu samostatně nebo jako součást vitaminových komplexů. Klinické studie prokázaly nevhodnost suplementace beta-karotenem, protože zvyšuje riziko rakoviny plic u kuřáků. Jedno z možných vysvětlení je takové, že inhibuje působení ostatních více prospěšných karotenoidů (Hlúbik a Opltová, 2004).

Vitamin D je dostupný bez lékařského předpisu jako samostatný nebo je součástí vitaminových komplexů. Potřeba tohoto vitamínu je velmi nízká a většinou je dostačující příjem v potravě spolu s působením slunečního svitu. Užíváním doplňků stravy ve formě vitamínu D můžeme přijímat jeho prekurzory, z nichž se v játrech tvoří aktivní vitamin D (Ball, 2006).

Vzhledem k vysoké citlivosti vitamínu E na světlo se komerční vitaminové doplňky nejčastěji vyrábějí ve formě stabilnějších esterů, jako je acetát nebo hydrogensukcinát. Tyto

estery alfa-tokoferolu jsou stálé, ale fyziologicky neúčinné. V lidském těle se však vlivem enzymů hydrolyzují a uvolňují aktivní alfa-tokoferol. Doplnky jsou k dispozici přírodní, vyrobené nejčastěji z rostlinných olejů, nebo doplňky syntetické. Účinek synteticky vyrobeného vitamínu E je nižší kvůli odchýlkám v chemické struktuře uměle vyrobeného vitamínu. V současné době patří spolu s vitamínem C k nejprodávanějším doplňkům stravy (Uherová, 2002).

Pacienti, kteří užívají warfarin, jenž inhibuje karboxylaci koagulačních faktorů, si musejí dávat pozor při užívání syntetického vitamínu K, jehož hodnota nesmí být příliš vysoká ani příliš nízká (Di Minno a kol., 2017).

Vitaminy skupiny B jsou velmi oblíbené ve formě B-komplexu. Jsou vhodné na eliminaci psychického stresu, při poruchách resorpce a při dlouhodobém užívání hormonální antikoncepce. Vitaminové přípravky se podávají také u osob s nedostatečnou výživou, u alkoholiků, ale i dvojčet živených umělou výživou. Při tvorbě aftů, padání vlasů a nepřiměřené únavě je vhodné zvážit, zda bychom neměli užívat B-komplex.

Užívání syntetického biotinu se doporučuje při projevech nedostatku u novorozenců, po dlouhodobé konzumaci syrových vaječných bílků a při dlouhodobém užívání některých typů léčiv. V současné době je doporučován díky svému působení na vlasy a kůži (Patočka a Strunecká, 2010).

Kyselina listová v doplňcích stravy se nejčastěji podává před plánovaným těhotenstvím a v období prvního trimestru (Bailey a kol., 2015).

Kyselina askorbová je volně dostupný přípravek prodávající se v několika formách. V lékárnách je dostupný ve formě jako magnézium askorbátu, askorbátu sodného, draselného nebo jako součást komplexu vitamínů a minerálních látek. Vitamin C je vhodné užívat při psychickém stresu, v období nachlazení a při snížené imunitě. Vysoké dávky vitamínu C mohou ovlivnit střevní peristaltiku a jsou nevhodné pro osoby náchylné ke tvorbě ledvinových kamenů (Carr a kol., 2013).

4 Závěr

Vitaminy jsou esenciální mikronutrienty, které jsou nezbytné pro správný chod lidského organismu. Jednotlivé vitaminy jsou nezastupitelné, a proto nedostatek jediného vitamínu může ovlivňovat celou řadu reakcí v lidském těle. Jsou to látky, které se účastní celé řady metabolických reakcí, kde působí jako koenzymy. Mnoho vitaminů působí jako antioxidanty, chrání organismus před nepříznivými faktory a zvyšují obranyschopnost lidského těla.

Nedostatek či nadbytek vitaminů způsobuje celou řadu nežádoucích změn. Nemoci způsobené nedostatkem vitaminů jsou známé již několik století. K popsání jednotlivých vitaminů došlo v první polovině 20. století. V důsledku objevení vitaminů bylo možné pochopit jejich funkci v organismu, a tedy nalezení odpovědí při léčení hypovitaminózy a hypervitaminózy.

Potřebné množství je závislé na mnoha faktorech a v průběhu života se značně mění. Byly stanoveny doporučené denní dávky jednotlivých vitaminů pro určité skupiny osob, jako jsou děti, dospělí, těhotné a kojící ženy a senioři. Na množství potřebných vitaminů by také měli dbát lidé při zvýšené fyzické zátěži a po operačních výkonech. U některých vitaminů není denní dávka přesně stanovena, protože k dnešnímu dni nejsou známy veškeré funkce konkrétního vitamínu v lidském těle.

Technologickými postupy při výrobě a zpracování potravin se ovlivňuje množství vitaminů, které jednotlivé produkty obsahují. Mnoho potravin se fortifikuje v důsledku dosažení lepších nutričních vlastností. Většina vitaminů jsou látky nestabilní, a proto je důležité dbát na správnou úpravu jídel, aby nedocházelo ke zničení veškerých obsažených látek.

V současné době se nachází na trhu velké množství syntetických vitaminů, které je možné užívat jako doplňky stravy. Syntetické vitaminy jsou méně účinné než vitaminy přírodní. Některé vitaminy jsou toxické, a tak není vhodné užívání těchto přípravků u každého člověka. Syntetické doplňky stravy je nutné užívat pouze za předpokladu, že z nějakého důvodu nemůžeme konzumovat veškeré přírodní zdroje vitaminů.

Vitaminy se nacházejí v potravinách rostlinného i živočišného původu, a proto je nezbytně nutné v racionálním jídelníčku dodržovat adekvátní poměr obou složek. Nejlepším zdrojem všech vitaminů je pestrá a racionální strava, která obsahuje veškeré nutrienty, jež lidské tělo potřebuje pro správný chod.

5 Použitá literatura

Abbas, C. A., Sibirny, A.A. Genetic Control of Biosynthesis and Transport of Riboflavin and Flavin Nucleotides and Construction of Robust Biotechnological Producers. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* [online]. 2011. 75(2). 321-360. [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: <http://mmbr.asm.org/cgi/doi/10.1128/MMBR.00030-10>

Antone, U., Sterna, V., Zagorska J. Potential to increase the stability of milk riboflavin against photo-oxidative degradation. *Proceedings of the 6th Baltic Conference on Food Science and Technology 'Innovations for Food Science and Production 'FOODBALT-2011.* [online]. 2011. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://llufb.llu.lv/conference/foodbalt/2011/FOODBALT-Proceedings-2011-50-54.pdf>

Bailey, L. B., Stover, P.J., McNulthy, H. Biomarkers of Nutrition for Development--Folate Review. *Journal of Nutrition* [online]. 2015. 145(7). 1636-1680. [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <http://jn.nutrition.org/cgi/doi/10.3945/jn.114.206599>

Ball, G. F.M. 2006. *Vitamins in foods*. 1. CRS Press Taylor & Francis Group. United States of America. ISBN 1-57444-804-8.

Bay, A., McDowell, R., Lee, R. Vitamin History: The Early Years (Sarasota, FL. *Medical History* [online]. 2014. 58(02). 298-299. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0025727314000180

Bender, D. A. Optimum nutrition: thiamin, biotin and pantothenate. *Proceedings of the Nutrition Society* [online]. 1999. 58(02). 427-433. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0029665199000567

Benzie, I. F. F. Vitamin C: prospective functional markers for defining optimal nutritional status. *Proceedings of the Nutrition Society* [online]. 1999. 58(02). 469-476. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0029665199000610

Beuleuns, J.W.J., Booth, S.L., Van den Heuvel, E.G.H.M., Stoecklin, E., Baka, A., Vermeer, C. The role of menaquinones (vitamin K2) in human health. *British Journal of Nutrition*. [online]. 2013. 110(8). [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23590754>

Brigelius-Flohé, R., Bioactivity of vitamin E. *Nutrition Research Reviews* [online]. 2006. 19(02). 174-186. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0954422407202938

Carr, A. C., Bozonet, S.M., Pullar, J.M., Vissers, M.C.M. Mood improvement in young adult males following supplementation with gold kiwifruit, a high-vitamin C food. *Journal of Nutritional Science* [online]. 2013. 2. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S2048679013000128

Carr, A. C., Pullar, J.M., Moran, S., Vissers, M.C.M. Bioavailability of vitamin C from kiwifruit in non-smoking males: determination of 'healthy' and 'optimal' intakes. *Journal of Nutritional Science* [online]. 2012. 1(4). [cit. 2017-02-25]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S2048679012000158

- Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B₆, folate, vitamin B₁₂, pantothenic acid, biotin, and choline. 1998. Institute of medicine. National Academy Press. Washington, D.C. ISBN 03-090-6411-2.
- Di Minno, A., Frigorio, B., Spadarella, G. Old and new oral anticoagulants: Food, herbal medicines and drug interactions. *Blood Reviews* [online]. 2017. [cit.2017-03-06]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268960X16300352>
- Dickerson, J. W. T., Wiryanti, J. Pellagra and mental disturbance. *Proceedings of the Nutrition Society* [online]. 1978. 37(02). 167-171. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0029665178000245
- Glen King, Ch. The Discovery and Chemistry of Vitamin C. *Proceedings of the Nutrition Society* [online]. 1953. 12(03). 219-227. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0029665153000528
- Haimi, M., Kremer, R. Vitamin D deficiency/insufficiency from childhood to adulthood: Insights from a sunny country. *World Journal of Clinical Pediatrics* [online]. 2017. 6(1). [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://www.wjngnet.com/2219-2808/full/v6/i1/1.htm>
- Hendrychová, T., Malý J. Vitaminy a vybrané aspekty jejich stability a biologické dostupnosti pro lékařskou praxi. *Praktické lékařství*. 2013. 9(1). 23-27
- Hlúbik, P., Opltová L. 2004. Vitaminy. Grada publishing. Praha. ISBN 80-274-0373-4.
- Hoffman, R. Thiamine deficiency in the Western diet and dementia risk. *British Journal of Nutrition* [online]. 2016. 116(01). 188-189. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S000711451600177X
- Chytil, F. Vitamin A: Not for vision only. *British Journal of Nutrition*, [online]. 1999. 82(3). 161-162. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/div-classtitlevitamin-a-not-for-vision-onlydiv/B83D3A129C8658C0EB8F979471F2D437>
- Krishnaswamy, K., Madhavan N.K. Importance of folate in human nutrition. *British Journal of Nutrition* [online]. 2001. 85(S2). S115. [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114501001003
- Lachman, J., Hamouz K., Orsák M. 2005. Červeně a modře zbarvené brambory-významný zdroj antioxidantů v lidské výživě. *Chem. Listy* 99, 474–482
- Mindell, E. 1994. Vitamínová bible: Jak můžete žít zdravěji s pomocí vhodných vitamínů a potravin? Glória Kiadó. Budapešť. ISBN neuvedeno.
- Mindell, E., Mundis, E. 2010. Nová vitaminová bible: vitaminy, minerální látky, antioxidanty, léčivé rostliny, doplňky stravy, léčebné účinky potravin i léky používané v homeopatii. Vyd. 3. Ikar. Praha. ISBN 978-80-249-1419-0.
- National institute of Health. Vitamin E Fact Sheet for Health Professionals [online]. 2006 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminE-HealthProfessional/#h2>

- O'leary, F., Samman, S. Vitamin B12 in Health and Disease. *Nutrients* [online]. 2010. 2(3). 299-316. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/2/3/299/>
- Patočka, J., Strunecká, A. Biotin, málo známý vitamin. *Časopis Sféra* [online]. 2010. 1(10). [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <https://www.celostnimediceina.cz/biotin-malo-znamy-vitamin.htm>
- Referenční hodnoty pro příjem živin. 2011. Společnost pro výživu. Praha. ISBN 978-80-254-6987-3.
- Richardson, D. P. Food Fortification. *Proceedings of the Nutrition Society* [online]. 1990, 49(01). 39-50. [cit. 2017-02-27]. Dostupné z http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0029665190000106
- Selman, J.D. Vitamin retention during blanching of vegetables. *Food Chemistry*. 1994. 49(2). 137-147. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0308814694901503>
- Schreiber. 1993. Vitaminy kdy, jak, proč, kolik: (populární přehled). Jinočany: H, ISBN 80-857-8717-2.
- Skibsted, L. H., Risbo, J., Andersen, M.L. 2010. Chemical deterioration and physical instability of food and beverages. Boca Raton: CRC Press. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition, no. 186. ISBN 18-456-9926-2.
- Song, W.L., Fitzgerald, G.A. Niacin, an old drug with a new twist. *The Journal of Lipid Research* [online]. 2013. 54(10). 2586-2594. [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: <http://www.jlr.org/cgi/doi/10.1194/jlr.R040592>
- Thurnham, D.I., Northop-Clewes, Ch.A.. Optimal nutrition: vitamin A and the carotenoids. *Proceedings of the Nutrition Society* [online]. 1999. 58(02). 449-457. [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0029665199000592
- Tripkovic, L., Lambert, H., Hart, K. Comparison of vitamin D2 and vitamin D3 supplementation in raising serum 25-hydroxyvitamin D status: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2012. 95(6). 1357-1364. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/cgi/doi/10.3945/ajcn.111.031070>
- Uherová, R. 2002. Čo vieme o vitamínoch dnes. MALÉ CENTRUM. Bratislava. ISBN 80-968-7370-9.
- Vávrová, J. 2007. Vitaminy a stopové prvky. SEKK. Pardubice 2007. ISBN 978-802-5411-711.
- Vávrová J., Willhelm Z. Vitamin A. *Encyklopedie laboratorní medicíny pro klinickou praxi* [online]. 2005 [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://www.enclabmed.cz/encyklopedie/C/JVARJ.htm>

Walther, B., Karl, P., Booth, S. Menaquinones, Bacteria, and the Food Supply: The Relevance of Dairy and Fermented Food Products to Vitamin K Requirements. *Advances in nutrition* [online]. 2013. 4(4). [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://advances.nutrition.org/content/4/4/463>

Wang, S. Epidemiology of vitamin D in health and disease. *Nutrition Research Reviews* [online]. 2009. 22(02). 188. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0954422409990151

Watanabe, F., Yabuta, Y., Bito, T., Teng, F. Vitamin B12-Containing Plant Food Sources for Vegetarians. *Nutrients* [online]. 2014. 6(5). 1861-1873. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/6/5/1861/>

Williams, A. C., Hill, L.J., Ramsden, D.B. Nicotinamide, NAD(P)(H), and Methyl-Group Homeostasis Evolved and Became a Determinant of Ageing Diseases: Hypotheses and Lessons from Pellagra. *Current Gerontology and Geriatrics Research* [online]. 2012. 1(24). [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/cggr/2012/302875/>