

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Suché skořápkové plody jako zdroj vitaminů

Bakalářská práce

Autor práce: Soňa Hermanová

Obor studia: Kvalita produkce

Vedoucí práce: doc. Ing. Alena Hejtmánková, CSc.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Suché skořápkové plody jako zdroj vitaminů" 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 18.4.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní doc. Ing. Aleně Hejtmánkové, CSc. za odborné vedení mé bakalářské práce. Zároveň bych ráda poděkovala své rodině za neutuchající podporu během celého studia.

Suché skořápkové plody jako zdroj vitaminů

Souhrn

Vitaminy jsou nepostradatelnými látkami pro růst a fungování lidského těla. Tyto sloučeniny si lidské tělo ve většině případů neumí tvořit samo, a proto je třeba je přijímat z potravy. V rámci výzkumů zjišťujeme, jaké potraviny jsou jejich hodnotnými zdroji.

Lidské tělo potřebuje vitaminy jako součást biokatalyzátorů chemických reakcí v organismu, stavební kameny biomembrán a jsou velmi důležité pro látkovou výměnu v těle.

Ve stravě se vitaminy mohou vyskytovat ve své původní formě nebo ve formě provitaminu, který se po pozření v těle zmetabolizuje na daný vitamin.

Vitaminy dělíme na hydrofilní a lipofilní. Hydrofilní vitaminy jsou vitaminy skupiny B a vitamin C. Mezi lipofilní řadíme vitaminy A, D, E a K.

Ořechy jsou známy vysokou koncentrací důležitých živin a kladnými účinky na lidské zdraví. Vědecké studie dokazují, že kromě důležitých nenasycených mastných kyselin a různých antioxidantů, jsou i zdrojem vitaminů skupiny B, vitaminu E a vitaminu A.

Vitaminy v ořeších se vesměs stanovují pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) a pro různé vitaminy se využívají různé typy detektorů. Před samotným stanovením vitaminů je třeba provést extrakci tuků ze vzorku pro snadnější vyhodnocení. Nejbohatšími skořápkovými plody, co se týče vitaminu B₁, jsou pistáciové ořechy. Vitamin B₂ nejvíce nalezneme v mandlích. Vitamin B₆ je v pistáciích. Nejvyšší obsah vitaminu B₃ je v mandlích. Vitamin B₉ je v ořeších obsažen jen málo. Vitamin E obsahují nejvíce lískové ořechy a vlašské ořechy. Vitamin A se nachází v pistáciích. Co se týče vitaminu C, jeho obsah v ořeších je nízký.

Klíčová slova: vitaminy skupiny B, tokoferoly, tokotrienoly, ořechy, mandle

Dry nuts as a source of vitamins

Summary

Vitamins are essential substances for the growth and functioning of the human body. In most cases, the human body is not able to form these compounds, so they need to be taken from food. In research, we will find out what foods are their valuable resources.

The human body needs vitamins as part of the biocatalysts of chemical reactions in the body, building blocks of biomembranes and are very important for metabolism in the body.

In the diet, vitamins may be present in their original form or in the form of provitamin, which after ingestion in the body is metabolized to the vitamin.

Vitamins are divided into hydrophilic and lipophilic. Hydrophilic vitamins are vitamins of group B and vitamin C. Among the lipophilic we rank vitamins A, D, E and K.

Nuts are known to have a high concentration of important nutrients and positive effects on human health. Scientific studies show that in addition to important unsaturated fatty acids and various antioxidants, they are also a source of vitamin B, vitamin E and vitamin A vitamins.

Vitamins in nuts are generally determined by high performance liquid chromatography (HPLC) and various types of detectors are used for various vitamins. Extraction of the fats from the sample should be performed before the vitamins can be determined for ease of evaluation. The richest nuts in vitamin B₁ are pistachio nuts. Vitamin B₂ is most found in tonsils. Vitamin B₆ is in pistachios. The highest vitamin B₃ content is in the tonsils. Nuts contain just a marginal amount of vitamin B₉. Hazelnuts and walnuts contains the most vitamin E. Vitamin A is found in pistachios. As for vitamin C, its content in the nuts is low.

Keywords: B vitamins, tocopherols, tocotrienols, nuts, almonds

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Vitaminy	10
3.1.1 Vitaminy rozpustné ve vodě	11
3.1.1.1 Vitamin C	11
3.1.1.2 Vitaminy skupiny B	12
3.1.2 Vitaminy rozpustné v tucích	20
3.1.2.1 Vitamin A	20
3.1.2.2 Vitamin D	21
3.1.2.3 Vitamin E	22
3.1.2.4 Vitamin K	23
3.2 Suché skořápkové plody	24
3.2.1 Nutriční parametry ořechů	25
3.2.2 Druhy suchých skořápkových plodů	25
3.2.2.1 Vlašské ořechy	25
3.2.2.2 Lískové ořechy	26
3.2.2.3 Mandle.....	26
3.2.2.4 Kešu ořechy	27
3.2.2.5 Kokosové ořechy	28
3.2.2.6 Pistáciové ořechy.....	28
3.2.2.7 Para ořechy.....	29
3.2.2.8 Makadamie.....	29
3.2.3 Obsah vitaminů v ořeších	30
3.2.3.1 Analytická stanovení vitaminů	30
3.2.3.2 Vitaminy skupiny B v ořeších.....	31
3.2.3.3 Vitamin E v ořeších	32
3.2.3.4 Vitamin A v ořeších.....	33
3.2.3.5 Vitamin C v ořeších	34
4 Závěr	35
5 Literatura	36

6	Seznam použitých zkratk a symbolů	39
7	Seznam tabulek	39
8	Seznam obrázků	39

1 Úvod

Ořechy se v posledních letech staly velice oblíbenou součástí tuzemských jídelníčků. Jejich výběr je velmi široký, a i exotické typy ořechů jsou v České republice běžně dostupné. Mezi nejoblíbenější patří lískové ořechy, mandle či vlašské ořechy, k dostání jsou také pistácie, para ořechy nebo makadamové ořechy. Díky svým výživovým hodnotám jsou zařazovány do jídelníčku sportovců a lidí s vysokým energetickým výdejem.

Častou součástí jídelníčků se ořechy staly hlavně kvůli svým zajímavým nutričním vlastnostem. Obsahují vysoké množství zdravých rostlinných nenasycených mastných kyselin, díky kterým je jejich energetická hodnota velmi vysoká. Tyto nenasycené mastné kyseliny působí kladně na lidský organismus, předcházejí velkému množství nemocí a podporují nervový systém. Obsahují také mnoho minerálních látek jako je vápník, draslík nebo železo. Lze v nich najít ovšem i vitaminy, nejvíce vitamin E a vitaminy skupiny B.

Bakalářská práce je zaměřena právě na tuto skupinu pro tělo důležitých sloučenin, jejichž zdrojem mohou být různé druhy ořechů. Vitaminy se dělí na vitaminy rozpustné ve vodě (vitamin C a vitaminy skupiny B) a vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K). Jejich funkce v organismu je nezastupitelná. V důsledku jejich nedostatku může docházet k poruchám organismu i různým nemocem. Dodávání vitaminů výživou je důležité zejména kvůli skutečnosti, že si je tělo umí syntetizovat samo. Některé z nich jsou získávány ve formě provitaminů, což jsou látky, které jsou během metabolických cyklů přeměněny na samotné vitaminy.

Co se týče rizik spojené s konzumací ořechů, nejčastější vadou ořechů je jejich žluknutí. Tento proces oxidace tuků se u ořechů často vyskytuje hlavně díky jejich vysokému obsahu. Ořechy jsou též náchylné na nejrůznější plísně. Nejznámější je výskyt aflatoxinů, které jsou prudce jedovaté a produkují je plísně rodu *Aspergillus*.

2 Cíl práce

Cílem této práce je vytvořit ucelenou literární rešerši, která zmapuje výskyt vitaminů v suchých skořápkových plodech a jejich možnosti, co by zdroj vitaminu v lidské stravě. Dále se práce zaměřuje na význam vitaminů v lidské výživě a zdravotní problémy způsobené jejich nadbytkem či nedostatkem.

3 Literární rešerše

3.1 Vitaminy

Lidské tělo potřebuje mimo hlavní živiny (bílkoviny, sacharidy a tuky) i jiné látky pro správné fungování organismu. Některé tyto látky jsou ve výživě nepostradatelné, protože si je tělo není schopno syntetizovat přeměnou jiných látek v organismu. Mezi ně se řadí zejména esenciální aminokyseliny, minerální látky, esenciální mastné kyseliny a vitaminy.

Vitaminy jsou organické nízkomolekulární sloučeniny, které vytvářejí hlavně autotrofní organismy. V malém množství je mohou syntetizovat i heterotrofové, ale většina vitaminů je přijímána jako exogenní látka prostřednictvím potravy nebo jsou syntetizovány střevní mikrobiotou. Vitaminy jsou velmi důležité pro látkovou přeměnu a metabolické procesy v lidském těle, a proto je jejich minimální množství nezbytné. V metabolických drahách se nacházejí jako součást katalyzátorů řídících biochemické reakce. Díky tomu se nazývají exogenními esenciálními biokatalyzátory. Tato skupina látek je rozmanitá, co se týče chemické struktury (Velíšek & Hajšlová 2009).

Některé sloučeniny mohou plnit úlohu prekurzoru vitamínu, tzv. provitaminu. Tyto látky bývají využívány k syntéze vitamínu v samotném organismu. I některé další biologicky aktivní látky se řadí mezi vitaminy, i když jejich vitaminový účinek nebyl prokázán. Jedná se například o vitamin B₄ (adenin), B₁₃ (orotovou kyselinu) nebo taurin (Velíšek & Hajšlová 2009).

Množství vitamínu potřebného v těle ovlivňuje velké množství faktorů jako je pohlaví, věk, zdravotní stav, pracovní a pohybová aktivita, stravovací návyky či životní styl. Většina států má stanovený doporučený denní příjem vitaminů (Velíšek & Hajšlová 2009).

Hypovitaminóza, nedostatek vitaminů, může mít velké množství projevů. Dochází často k poruchám funkcí organismu. Pokud je přísun vitamínu nulový, hovoří se o avitaminóze. V současné době jsou problémy s nedostatkem vitaminů ve vyspělých zemích ojedinělé, zato v rozvojových státech je tento problém velmi aktuální. Na druhé straně existuje i hypervitaminóza, která je způsobena zvýšenými dávkami vitamínu či jeho hromaděním v těle.

Zvýšené koncentrace mohou působit toxicky na organismus. Díky obohacování potravin o vitaminy v posledních letech, dochází častěji k hypervitaminózám než v minulosti (Fajfrová 2011).

Vitaminy lze dělit z různých hledisek. Nejvýznamnější rozdělení je však s ohledem na společné fyzikální vlastnosti. Dělí se tedy na rozpustné ve vodě (hydrofilní) a ty rozpustné v tucích (lipofilní). Mezi hydrofilní vitaminy patří vitaminy skupiny B a vitamin C. Mezi lipofilní se řadí vitamin A, D, E a K (Velíšek & Hajšlová 2009).

Tabulka č. 1: Doporučené denní dávky vitaminů dle vyhlášky č. 225/2008 Sb.

Vitamin	jednotka	Doporučená denní dávka
Vitamin A	µg	800
Thiamin (vitamin B ₁)	mg	1,1
Riboflavin (vitamin B ₂)	mg	1,4
Vitamin B ₆	mg	1,4
Vitamin B ₁₂	µg	2,5
Kyselina pantothenová	mg	6
Vitamin C	mg	80
Vitamin D	µg	5
Vitamin E	mg	12
Vitamin K	µg	75
Biotin	µg	50
Kyselina listová	µg	200
Niacin	mg	16

3.1.1 Vitaminy rozpustné ve vodě

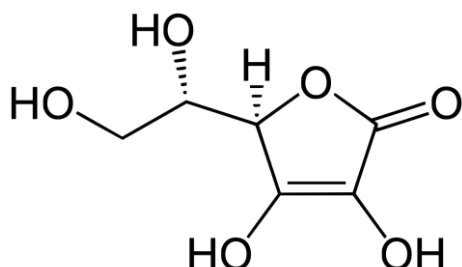
Vitaminy rozpustné ve vodě vstupují do těla jednodušeji než ty, které jsou rozpustné v tucích. Jejich skladování v těle je obtížné, protože se mohou rozpouštět s tělními tekutinami a snadno odcházet z těla např. močí, proto je zapotřebí zajistit konstantní příjem těchto vitaminů (Wang 2012).

Jelikož se většina hydrofilních vitaminů uplatňuje v těle ve formě kofaktorů různých enzymů, jejich účinek je převážně katalytický. Tyto enzymy působí v metabolismu proteinů, sacharidů, nukleových kyselin, tuků, ale i některých sekundárních metabolitů v organismu (Velíšek & Hajšlová 2009).

3.1.1.1 Vitamin C

Základní biologicky aktivní látkou je askorbová kyselina. Tato kyselina se vyskytuje ve čtyřech stereoisomerech, z nichž pouze L-askorbová kyselina (1,4-lakton L-threo-hex-

2-enonové kyseliny) vykazují vlastnosti vitamínu C. Ostatní isomery mají vždy jen zlomek požadovaných vlastností. Pod názvem vitamin C se uvádějí i produkty reversibilního redoxního systému, např. produkt jednoelektronové oxidace L-askorbylradikál. Askorbová kyselina i askorbylradikál se vyskytují ve formě aniontů (Velíšek & Hajšlová 2009).



Obrázek č. 1: Kyselina askorbová

Vitamin C funguje jako kofaktor v mnoha enzymatických systémech. Ovlivňuje metabolismus kolagenu, steroidních i peptidových hormonů, keratinu a je součástí transformace cholesterolu či resorpce železa. Velmi důležitou je také ochrana organismu před volnými radikály a pomáhá obranyschopnosti organismu díky podpoře imunitního systému (Fajfrová 2011).

Pro dospělého člověka by denní dávka měla být v rozsahu 60–100 mg. Nedostatek vitamínu C se nazývá skorbut. V dnešní populaci se téměř nevyskytuje. Může k němu docházet na jaře, kdy je v potravě málo potravin s vysokým obsahem vitamínu C nebo při zvýšené potřebě v důsledku růstu, stresu, vysoké tělesné zátěže či nemoci. Příznaky hypovitaminózy mohou být různé např. zpomalení růstu dětí, únava, časté záněty, bolesti pohybového aparátu, snížení obranyschopnosti. Při nadměrné konzumaci vitamínu C může naopak docházet ke střevním problémům a vyšší náchylnosti k tvorbě ledvinových oxalátových kamenů (Fajfrová 2011).

Vysoké dávky vitamínu C se nacházejí v ovoci a zelenině. Bohatými zdroji z řad ovoce jsou jahody, papája, citrusy nebo kiwi a ze zeleniny se jedná o brokolici, růžičkovou kapustu, zelí a brambory. Množství vitamínu C se může lišit v závislosti na přepravě, skladování a postupu úpravy (Coates et al. 2004).

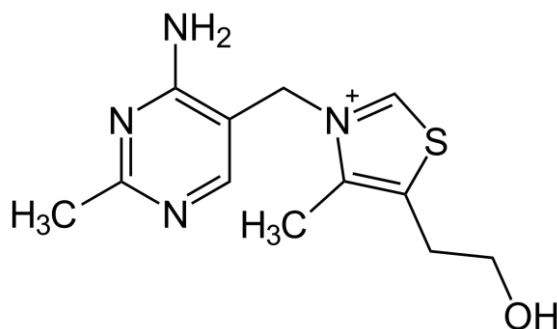
3.1.1.2 Vitaminy skupiny B

Vitaminy skupiny B se všechny zapojují do metabolických drah, kterými jsou enzymatické systémy energetického a substrátového metabolismu. Jsou velmi důležité

pro přenos nervového vzruchu. Celou škálu vitaminů skupiny B tvoří kvasinky pivovarské i pekárenské. Deficit pouze jednoho vitaminu ze skupiny B je ojedinělý, ale projevy hypovitaminózy způsobené jednotlivými vitaminy jsou různé. Hypervitaminóza se v případě vitaminů skupiny B nevyskytuje. Zdrojem mohou být rostlinné i živočišné produkty (Fajfrová 2011).

3.1.1.2.1 Thiamin

Může být také nazván vitaminem B₁. Je složen z pyrimidinového cyklu a triazolového cyklu. Vyskytuje se nejčastěji ve formě fosforečných esterů jako volná látka. Syntetizovat thiamin mohou některé mikroorganismy a vyšší rostliny, některé jsou schopny tvořit pouze pyrimidinovou či jen thiazolovou část a zbývající část molekuly získávají z okolí. Živočišné thiamin syntetizovat neumí a získávají ho z potravy (Velíšek & Hajšlová 2009).



Obrázek č. 2: Thiamin

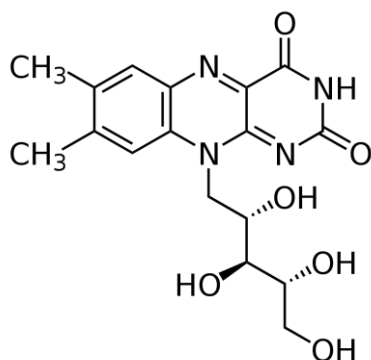
Hypovitaminóza thiaminu může způsobit 3 různé syndromy. Suchá forma beri-beri, kdy dochází k polyneuropatii s brněním dolních končetin, celkové i svalové slabosti a poškození vyšších nervových center. Je také obvyklá vyšší náchylnost k infekcím. Srdeční forma beri-beri se projevuje edémy a hromaděním tekutiny v dolních končetinách, dutině břišní i v obličejí. Později se může hromadit v oběhovém systému a může končit až oběhovým selháním (Fajfrová 2011).

Wernicke-Korsakoffův syndrom bývá způsoben těžkým nedostatkem thiaminu v důsledku nadměrného užívání alkoholu nebo vážných stavů podvýživy. Syndrom má dvě stadia, nejprve akutní, kdy dochází k postižení nervového systému (zmatenost, změny duševního stavu a další), a může končit smrtí pacienta. Pokud pacient přežije akutní stádium, nastává chronické stádium, pro které je typická amnézie, zmatenost a vymýšlení si minulosti. Tento stav je doživotní (Gibson et al. 2016).

Hlavními zdroji thiaminu jsou obiloviny, např. rýže, otruby téměř všech obilovin, celozrnné mouky, brambory, luštěniny a některé typy kvasinek. Nezanedbatelným zdrojem jsou ořechy. Denní dávka pro dospělého by se měla pohybovat od 1 do 1,6 mg (Levine et al. 2004). Thiamin živočišného původu se vyskytuje ve fosforylovaných formách a nejvíce je ho ve vepřovém mase (Velíšek & Hajšlová 2009).

3.1.1.2.2 Riboflavin

Tato žlutozelená látka, jiným názvem vitamin B₂, je oxidovanou formou vitaminu nazývanou flavochinon, kde základ tvoří isoalloxazinové jádro a na něm je navázaný ribitol (zbytek od D-ribosy). Nejčastěji se vyskytuje ve formě volné látky na bázi fosfátu riboflavinu. Syntetizován je rostlinami a mikroorganismy, živočichové ho přijímají z potravy (Velíšek & Hajšlová, 2009). Tato látka byla prvně izolována z mléčné syrovátky v roce 1879 (Storhas & Metz 2007).



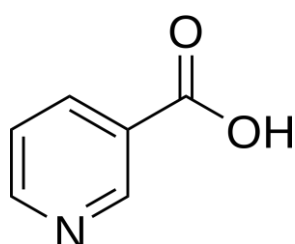
Obrázek č. 3: Riboflavin

Deficit riboflavinu se projevuje onemocněními obličeje. Často dochází k zánětům rtů, jazyka a dermatitidám obličeje. Může taky přispívat k rozvinutí nedostatku železa a následné anémii (Fajfrová 2011). Příčinou nedostatku riboflavinu může být malá koncentrace ve stravě, ale také špatná funkce střev, kdy je vitamin vyloučen rychleji, než je vstřebán (Nordqvist 2017).

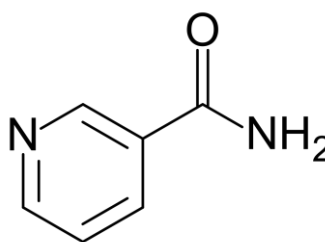
Denní dávka pro dospělého jedince by se měla pohybovat kolem 1,7 mg. Zdroji riboflavinu jsou hlavně mléčné výrobky (jogurty, sýry), dále se vyšší koncentrace objevují v mase, hlavně v drůbežím a vepřovém. Při výživě těchto zvířat se riboflavin přidává do krmné dávky. Neodmyslitelným zdrojem jsou i mořské ryby (Storhas & Metz 2007; Velíšek & Hajšlová 2009).

3.1.1.2.3 Niacin

Dříve byl tento vitamin označován jako vitamin PP. Jedná se o nikotinovou kyselinu, kterou společně tvoří pyridin a karboxylová skupina. Pod označením vitamin B₃ býval myšlen nikotinamid, kde je karboxylová skupina substituována aminovou skupinou. Je stavební jednotkou pro nikotinamidadeninukleotid NAD a jeho fosforečný ester nikotinamidadeninukleotid-fosfát tj. NADP, které jsou základem několika stovek enzymů. Tyto kofaktory jsou nepostradatelné např. v redoxních reakcích citrátového cyklu. NAD se podílí na katabolismu sacharidů, bílkovin, tuků i alkoholu. NADP je využíván při anabolismu cholesterolu a mastných kyselin (Velíšek & Hajšlová 2009).



Obrázek č. 4: Nikotinová kyselina



Obrázek č. 5: Nikotinamid

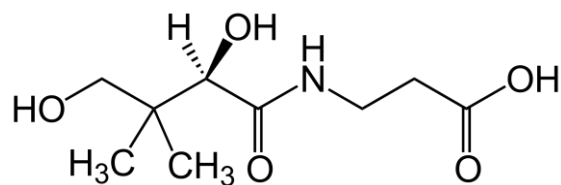
Deficit niacinu se označuje jako pellagra (nemoc čtyř D). Příznaky jsou dermatitida, demence, diarrhea (problémy s řídkou stolicí) a smrt. Prvotní příznaky spíše připomínají spáleniny od slunce, poté se však nemoc rychle zhoršuje. Její identifikace dělá problémy lékařům po celém světě (Hegyí et al. 2004).

Nikotinová kyselina se využívá i při léčbě jiných onemocnění, například aterosklerózy. Její vliv na syntézu cholesterolu v těle může aterosklerózu zpomalit. Podporuje vznik HDL (cholesterol o vysoké hustotě), a tím snižuje množství LDL (cholesterol o nízké hustotě), který způsobuje zanášení cév (Coates et al. 2004).

Niacin se ve stravě vyskytuje v obou variantách. Nikotinová kyselina je součástí potravin rostlinného původu a nikotinamid se nachází v živočišných produktech. Hlavním zdrojem jsou obiloviny, především jejich otruby a klíčky. Z živočišných potravin jsou to např. vejce (zejména žloutek), vnitřnosti a maso. Množství niacinu, které by mělo být přijato za den, není přesně známo, ale u dospělých se doporučení pohybuje okolo 15 mg (Velíšek & Hajšlová 2009).

3.1.1.2.4 Pantothenová kyselina

Dříve byl používán název vitamin B₅. Jedná se o (R)-enantiomer tedy (R)-pantothenovou kyselinu. Ostatní enantiomery kyseliny nejsou biologicky aktivní a mohou činit problémy při vstřebávání (R)-enantiomeru. Nejdůležitější přirozenou formou pantothenové kyseliny je koenzym A a bílkovina zvaná ACP (z anglického Acyl-Carrier Protein). Obě tyto látky jsou součástí biosyntéz mastných kyselin (Velíšek & Hajšlová 2009). Koenzym A se také podílí na β -oxidaci mastných kyselin (Coates et al. 2004).



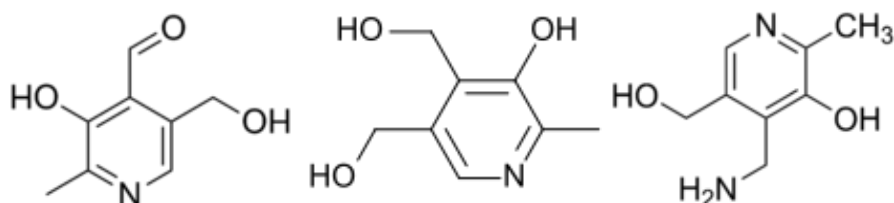
Obrázek č. 6: Pantothenová kyselina

Deficit pantothenové kyseliny je velmi vzácný, protože její obsah v běžné pestré stravě je vysoký. Pokud k němu dojde, projevuje se dermatitidou, vypadáváním vlasů a celkovou únavou (Fajfrová 2011).

Kvalitní zdroje pantothenové kyseliny jsou houby, čočka, avokádo, vejce a celozrnné obiloviny (Bradford 2018). Denní dávka pantothenové kyseliny pro dospělého jedince by měla být kolem 5 mg. Výhodou pantothenové kyseliny je její schopnost retence. Při výrobě chleba je ztráta pouze 10 %, při vaření luštěnin se ztráty pohybují v rozmezí od 25–55 % v závislosti na délce máčení (Velíšek & Hajšlová 2009).

3.1.1.2.5 Pyridoxin

Pyridoxin je souhrnný název pro tři látky se stejnou biologickou aktivitou, které se označují souhrnným názvem vitamin B₆. Jedná se o deriváty 3-hydroxy-5-hydroxymethyl-2-methylpyridinu, které se liší substitucí na pyridinovém kruhu. Nazývají se pyridoxol, pyridoxal a pyridoxamin (Velíšek & Hajšlová 2009).



Obrázek č. 7: Pyridoxal, pyridoxol a pyridoxamin

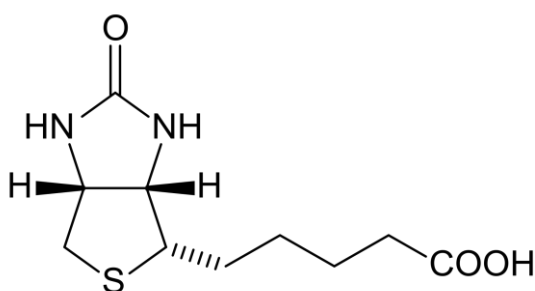
Pyridoxin je též velmi důležitý při remethylaci homocysteinu. V důsledku deficitu pyridoxinu se zvyšuje hladina homocysteinu v krvi a zvyšuje se riziko nervových poruch, a to kvůli své toxicitě vůči neuronům. To se může následně projevit cerebrovaskulárními onemocněními. Může docházet k migrénám, různým typům záchvatů a depresím. Tato hypovitaminóza se projevuje častěji u starších osob a může souviset s rozvojem Alzheimerovy choroby (Malouf & Grimley Evans 2003).

Doporučená denní dávka se pohybuje kolem 2 mg pro dospělého jedince. Nedostatek pyridoxinu se projevuje kožními problémy a nervovými poruchami, kterými jsou křeče nohou, chvění těla (Velíšek & Hajšlová 2009).

V potravinách se pyridoxin často vyskytuje ve fosforylovaných formách. V živočišné potravě je dominantní pyridoxal, který se nalézá v mase (drůběžím) a masných výrobcích. Ve stravě rostlinného typu se vyskytuje pyridoxol a pyridoxamid. Důležitými zdroji jsou špenát, brokolice, avokádo, luštěniny a ořechy (Coates et al. 2004).

3.1.1.2.6 Biotin

Dříve byl biotin označován jako vitamin H, později byl přidán mezi vitaminy skupiny B jako vitamin B₇. Biotin je složen z ureidového kruhu, tetrahydrothiofenového kruhu a valerové kyseliny. Pouze jeden z osmi izomerů, které biotin tvoří, je biologicky aktivní. Biotin může být syntetizován mikroorganismy, vyššími rostlinami i houbami (Velíšek & Hajšlová 2009).



Obrázek č. 8: Biotin

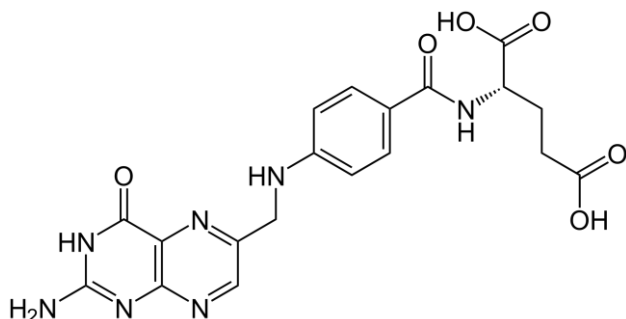
Díky schopnosti mikroorganismů syntetizovat biotin, je i střevní mikrobiota lidského těla schopna vytvářet také biotin přímo v organismu. I díky této skutečnosti je deficit biotinu vzácný. Pokud k němu dojde, projevuje se záněty v oblasti obličeje nebo svalovými slabostmi. Pro dospělého člověka je doporučená denní dávka 30–100 µg (Fajfrová 2011).

K nedostatku biotinu dochází nejčastěji u kojců, protože ti téměř všichni biotin musí přijmout mateřským mlékem a pokud je hladina v něm snižena, hrozí zdravotní komplikace. Symptomy se neliší, navíc však může docházet k vypadávání vlasů (Finglas 2002; Coates et al. 2004).

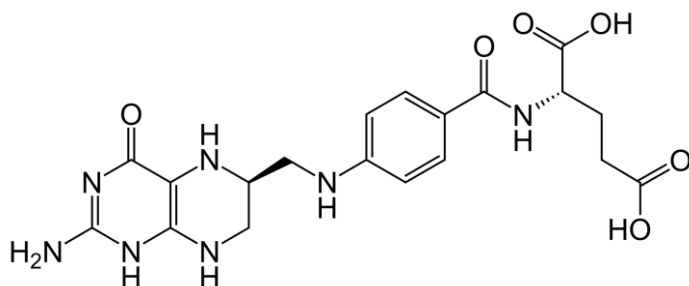
Výskyt biotinu v potravě je různý. Objevuje se jako volný anebo ve vazbě na bílkoviny. Bohatým zdrojem je vaječný žloutek, houby, hrách, květák a některé obiloviny, zejména kukuřice a sója. Biotin, podobně jako pantothenová kyselina, má poměrně nízké ztráty při úpravě potravin. Obvykle se ztráty pohybují kolem 20 % (Velíšek & Hajšlová 2009).

3.1.1.2.7 Folacin

Názvem folacin se označuje biologicky aktivní deriváty listové kyseliny (tzn. folové), též nazývané jako vitamin B₉, B_c nebo M. Listová kyselina se skládá z jedné molekuly pteroové kyseliny a několika molekul glutamové kyseliny, která se zde řetězí. Folát 5,6,7,8 - tetrahydrofolová kyselina je aktivní formou. Folacin je velmi významným kofaktorem enzymů, které se uplatňují v metabolismu aminokyselin, pyrimidinových a purinových nukleotidů. Podílí se též na metabolismu homocysteinu a pomáhá snižovat riziko kardiovaskulárních chorob (Velíšek & Hajšlová 2009).



Obrázek č. 9: Listová kyselina



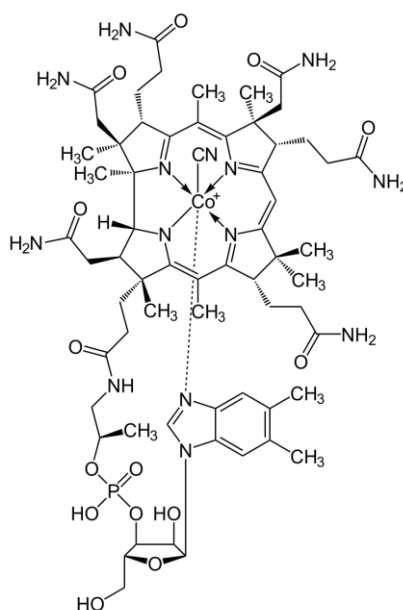
Obrázek č. 10: Tetrahydroxolistová kyselina

Denní doporučená dávka pro dospělého je 200 µg. Zde je důležité zmínit, že pro těhotné ženy se hranice posunuje na více než dvojnásobek, protože nedostatek folacinu může způsobit vývojové vady plodu. Deficit folacinu způsobuje megaloblastickou anémii, tzn. přítomnost velkých nezralých červených krvinek. Také může docházet k poruchám tvorby krve. Z tohoto vycházejí i další problémy jako jsou poruchy růstu, únava a celková slabost (Fajfrová 2011).

Z potravin se dá čerpat folacin z vajec, vnitřností, obilovin, vyšších hub, ze všech druhů ovoce a zeleniny (Velíšek & Hajšlová 2009). V současné době se používá i fortifikování různých potravin listovou kyselinou. Tento postup se využívá u mouky, kukuřice či rýže. Pro těhotné ženy a jiné pacienty, u nichž je potřeba zvýšeného množství folacinu, se používají léčebné preparáty s obsahem kyseliny listové, jelikož v této formě je pro tělo dobře využitelná.

3.1.1.2.8 Korrinoidy

Látky sjednocené pod tímto názvem se označují jako vitamin B₁₂. Jedná se o vitamin s nejsložitější strukturou, založenou na korrinovém cyklu. Biologicky aktivních látek, které se řadí ke korrinoidům, je velké množství (Velíšek & Hajšlová 2009). V těle je využíván jako kofaktor enzymů během tvorby červených krvinek, syntézy nukleotidů a metabolismu homocysteinu. Funkce korrinoidů je úzce spjata s funkcemi folacinu a jsou používány v podobných metabolických drahách (Langan & Goodbred 2017).



Obrázek č. 11: Kobalamin

Denní příjem pro dospělého jedince by se měl pohybovat kolem 1,5-2,5 µg. V klasicky se stravující populaci se hypovitaminóza téměř nevyskytuje, protože v živočišných produktech ho je dostatek. Problém může nastat u vegetariánů, jelikož v rostinné stravě se vitamin B₁₂ vyskytuje velmi zřídka. Ti mohou potřebu korrinoidů doplňovat např. vejci či mléčnými výrobky. Velké riziko hrozí u veganů, kteří konzumují pouze rostlinné produkty. Projevy deficitu může být chudokrevnost, omezení růstu a menší citlivost nervového systému (Fajfrová 2011). Jak bylo zmíněno, hlavním zdrojem jsou živočišné produkty (maso, vnitřnosti, mléko). V rostlinných produktech se vitamin B₁₂ nachází ve stopových množstvích např. v luštěninách (Velíšek & Hajšlová 2009).

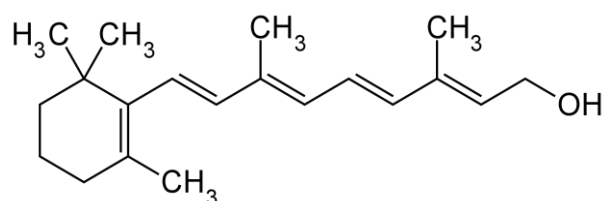
3.1.2 Vitaminy rozpustné v tucích

Vitaminy rozpustné v tucích jsou po vstupu do těla absorbovány střevní stěnou a naváží se na molekuly lipidů. Díky této vazbě se mohou akumulovat v těle a není tudíž nutný jejich pravidelný přísun. Z důvodu této schopnosti existuje ale vyšší pravděpodobnost hypervitaminózy než v případě ve vodě rozpustných vitaminů (Wang 2012).

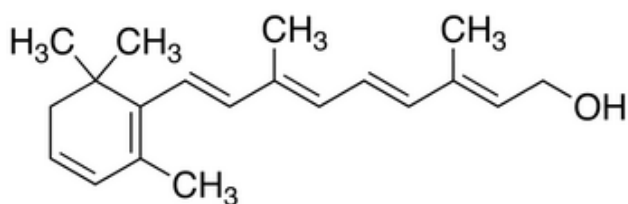
Lipofilní vitaminy se uchovávají především v játrech. Jejich funkce v organismu je různá např. některé se uplatňují jako antioxidanty. Jak bylo výše uvedeno, jedná se o vitaminy A, D, E a K (Velíšek & Hajšlová 2009).

3.1.2.1 Vitamin A

Vitamin A se řadí mezi isoprenoidy, stejně jako jeho provitaminy. Pod označením vitamin A₁ se rozumí retinol a pod označením A₂ se myslí 3-dehydroretinol, který má pouze 40 % aktivity oproti retinolu. Biologickou aktivitu jako vitamin A vykazuje dalších asi 50 látek, které se označují jako provitaminy A. Nejdůležitějším z nich je β-karoten, ten se nachází v řadě potravin a jeho hydrolýzou v těle lze získat 2 molekuly retinolu (Velíšek & Hajšlová 2009). Jeho největší úlohou je podíl na tvorbě rodopsinu, zrakového pigmentu. Zároveň se podílí na metabolismu kostí a zubů (Fajfrová 2011).



Obrázek č. 12: Retinol



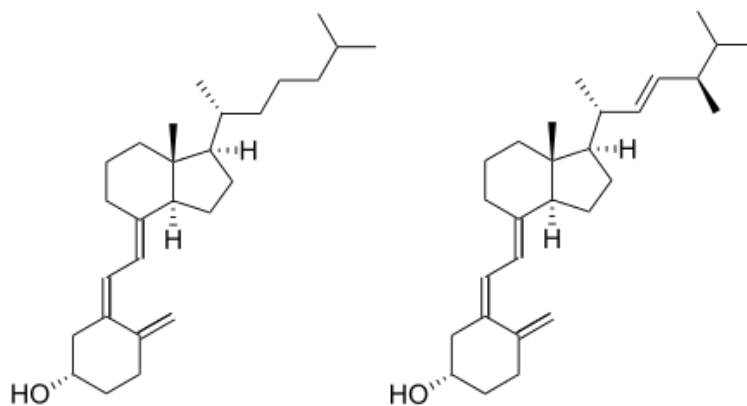
Obrázek č. 13: 3 - dehydroretinol

K deficitu vitamínu A dochází většinou ve spojitosti s jinou chorobou, většinou s vadou vstřebávání ve střevě, onemocněním slinivky břišní nebo průjmovými onemocněními. Příznaky hypovitaminózy mohou být poruchy zraku (problémy s adaptací na světlo, poškození rohovky, šeroslepost), kostnatění zubů či postižení kůže (odlupování, svědění, suchost). Hypervitaminóza je možná při špatném užívání vitaminových doplňků, které obsahují přímo retinol a způsobuje zvýšení nitrolebního tlaku. Vysoké dávky retinolu mají teratogenní účinek, a proto je třeba jeho příjem sledovat během těhotenství. Karotenoidy teratogenní účinek nemají. Doporučená denní dávka retinolu pro dospělé jedince je 900 µg (Fajfrová 2011).

Zdroje vitamínu A jsou rozmanité. V potravinách živočišného původu se nachází ve formě retinolu a jedná se o játra, rybí olej a mléčné výrobky s vyšším obsahem tuku. V rostlinných se vyskytuje ve formě provitaminů například v mrkvi, meruňkách, mangu či špenátu. Do humánní stravy se vitamin A dostává i fortifikovanými potravinami, nejčastěji jde o margaríny (Coates et al. 2004).

3.1.2.2 Vitamin D

Jedná se o skupinu příbuzných lipofilních 9,10-sekosteroidů. Nejvýznamnější z nich jsou vitamin D₂ neboli ergokalciferol a D₃ neboli cholekalciferol. Vznik vitamínu D je spojen s působením UV záření. Při reakci se tvoří z provitaminů D. Díky schopnosti těla jeho biosyntézy bývá někdy řazen mezi hormony. Jeho hlavní uplatnění je v imunitním systému a v metabolismu fosforu a vápníku (Velíšek & Hajšlová 2009).



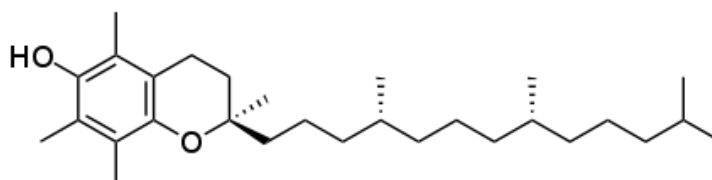
Obrázek č. 14: Cholekalciferol a ergokalciferol

Hypovitaminóza vzniká hlavně při kombinaci nedostatečné expozice slunečního světla a malého přísunu vitamínu D z potravy. Může též souviset se špatným vstřebáváním ve střevech. U dětí dochází kvůli jeho deficitu k rachitidě (deformaci kostry) a celkovému zpomalení vývoje dítěte. U dospělých dochází k osteomalacii (ohýbání kostí, spontánním zlomeninám). K hypervitaminóze může dojít pouze prostřednictvím stravy, ne z nadměry UV záření. Při předávkování většinou nastávají střevní potíže. Doporučená denní dávka pro dospělé je 5–15 μg (Fajfrová 2011).

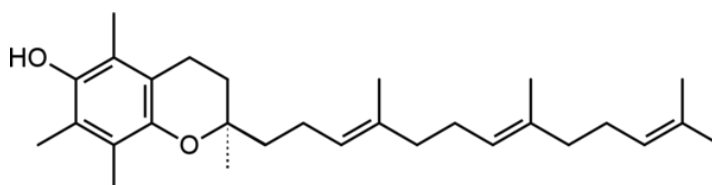
Přírodní zdroje vitamínu D z potravy jsou omezené. Dobrým zdrojem jsou mořské ryby, maso a především játra, kde se nachází cholekalciferol. Ergokalciferol je přítomen ve vyšším množství ve vyšších houbách. Velké množství potravin je také fortifikováno vitamínem D, např. džusy nebo margaríny (Hossein-Nezhad & Holick 2013).

3.1.2.3 Vitamin E

Dříve byl tento vitamin nazýván antistreilním. Biologickou aktivitu tohoto vitamínu vykazuje osm příbuzných derivátů chroman-6-olu. Existují dvě základní struktury, tokol, od kterého jsou odvozeny 4 deriváty, tj. tokoferoly a tokotrienol, od něhož jsou odvozeny také 4 deriváty a to tokotrienoly. Vitamin E je nejdůležitějším lipofilním antioxidantem, má ochrannou funkci ve většině membrán eukaryotické buňky. Zabraňuje oxidaci lipidů v biomembránách i mimo ně. Ne všechny funkce jsou prozkoumány dopodrobna. Předpokládá se, že je přímo součástí buněčných membrán (Bolling et al. 2010; Velíšek & Hajšlová 2009).



Obrázek č. 15: Tokoferol



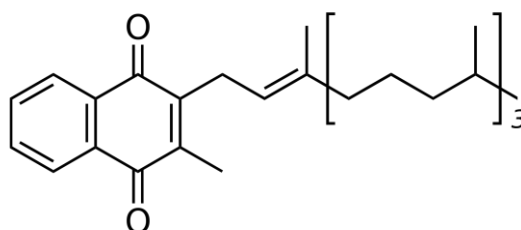
Obrázek č. 16: Tokotrienol

Hypovitaminóza je u vitamínu E velmi ojedinělá. Nastává jen u pacientů s genetickou indispozicí nebo u dětí s nízkou porodní váhou. Projevuje se neurologickými problémy či svalovou distrofií. Hypervitaminóza se nevyskytuje. Denní dávka závisí na množství přijmaných polyenových mastných kyselin. Při jejich průměrném příjmu se uvádí 15 mg pro dospělého jedince (Velíšek & Hajšlová 2009; Fajfrová 2011).

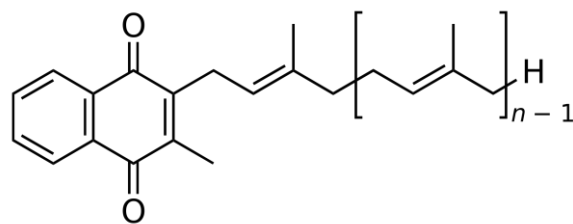
Rostlinné zdroje vitamínu E jsou významnější než živočišné. Vhodnými zdroji jsou rostlinné oleje, olivy a ořechy. V živočišných produktech závisí jeho obsah na množství vitamínu E v krmivu (Coates et al. 2004; Velíšek & Hajšlová 2009).

3.1.2.4 Vitamin K

Přirozeně vyskytující se látky s aktivitou vitamínu K jsou deriváty menadionu s nenasyceným isoprenoidním řetězcem. V přírodě se vyskytují dva druhy vitamínu K. K₁ neboli fyllochinon se vyskytuje v rostlinných produktech. Dalším je vitamin K₂ neboli menychinon, který je produkován bakteriemi a aktinomycetami. Vitamin K je důležitý při transportu karboxylových skupin a je součástí tvorby hemokoagulačních faktorů (Velíšek & Hajšlová 2009; Wang 2012).



Obrázek č. 17: Fyllochinon



Obrázek č. 18: Menachinon

K deficitu vitamínu K dochází jen zřídka. Vitamin K umí tvořit i střevní mikrobiota, a tím ho dodává tělu. Hypovitaminóza se objevuje u novorozenců s nevyvinutou střevní mikrobiotou, v tomto případě se hovoří o přechodné hypovitaminóze K. U dospělých může být důvodem užívání antikoagulačních léků nebo onemocnění střev. Příznaky jsou v obou skupinách podobné. Dochází ke krvácení z nosu, sliznic a orgánů. Denní dávka pro dospělého jedince je 80–100 μg (Fajfrová 2011).

V živočišných produktech se nalézá malé množství vitamínu K. V rostlinách je jeho koncentrace vyšší, ale rostliny obsahují pouze vitamin K_1 . Jedná se například o špenát, zelí, brokolici či růžičkovou kapustu. Vitamin K_2 je syntetizován mikrobiotou trávicího traktu (Coates et al. 2004; Velíšek & Hajšlová 2009).

3.2 Suché skořápkové plody

Ořechy byly konzumovány již od pradávna, protože lidé věřili, že jejich nutriční parametry jsou příznivé. Už v pravěku sběrači znali ořechy a přidávali je do své stravy. Už ze starověku pochází informace o pěstování ořechů, jako byly pistácie, vlašské ořechy či kešu ořechy. V severní Americe domorodé kmeny konzumovaly žaludy, ale až po namáčení, aby odstranily jedovaté hořké látky taniny. Z antické doby jsou též informace o lisování ořechů pro získání oleje (Wickens 1995; Strain et al. 2010).

Ořechy jsou náchylné na dva typy poškození. Prvním je možnost napadení mikroorganismy a přítomnost aflatoxinů v ořeších. Hlavním původcem je rod *Aspergillus*. Nejčastěji postižené bývají pistácie (Kumar et al. 2016). Druhým nebezpečím je oxidace tuků z důvodu vysokého obsahu nenasycených mastných kyselin. Při oxidaci dvojných vazeb nenasycených mastných kyselin a vznikají aldehydy a ketony (Shahidi & John 2013).

Skladování suchých skořápkových plodů má svá specifika, která je nutno dodržovat. Hlavním problémem u ořechů jsou plísňe. Je třeba sklízet ořechy co nejrychleji po dozrání,

tím zamezíme napadení houbami. Rozvoj mykotoxinů je možno omezit správnými pěstebními postupy, přiměřeným sušením a následným skladováním při vhodné teplotě a vlhkosti vzduch. Hlavním nebezpečím pro ořechy jsou aflatoxiny produkované rodem *Aspergillus*. Dalším problémem je oxidace nenasycených mastných kyselin, která mění i sensorické vlastnosti ořechů (Macrae et al. 1993a).

3.2.1 Nutriční parametry ořechů

Vyživové hodnoty ořechů jsou velmi zajímavé. Obsahují velké množství tuků (nejvíce jich obsahují pekanové ořechy cca 70 %). Také je třeba vyzdvihnout, že ořechy mají příznivý poměr nenasycených mastných kyselin např. vlašské ořechy obsahují až 70 % polynenasycených mastných kyselin. Většina energie, která je získávána z ořechů, pochází právě z tuků. Díky nenasyceným mastným kyselinám, zejména linolové kyselině, může konzumace ořechů snížit riziko srdečního infarktu a cévních onemocnění (Blomhoff et al. 2006; Strain et al. 2010).

Dále ořechy obsahují bílkoviny, jejichž množství se pohybuje mezi 10–30 %. Součástí jsou též sachridy, v některých ořeších obsahují i škroby. Obsahují také velké množství aromatických látek, díky nimž mají oleje z ořechů silnou vůni. Pražené ořechy také obsahují více aromatických látek a jsou oblíbenou pochutinou. Nezanedbatelnou součástí ořechů jsou nerůznější antioxidanty. V mandlích jsou přítomny flavonoidy, v kešu ořeších se vyskytují alkylfenoly. Tyto antioxidanty spolu s ostatními předcházejí oxidačnímu stresu. Z vitamínů se ve vyšším množství vyskytují vitaminy skupiny B, vitamin C a vitamin E (Blomhoff et al. 2006; Velíšek & Hajšlová 2009; Preedy et al. 2011).

3.2.2 Druhy suchých skořápkových plodů

3.2.2.1 Vlašské ořechy

Jedná se o plod ořešáku královského (*Juglans regia*). Tento listnatý strom dorůstá výšky 30 metrů a pochází z jihovýchodní Evropy a Asie. Typ plodu je oříšek. Požitelná část je ukryta v tvrdé skořápce. Díky svému obalu má velmi dlouhou trvanlivost a odolnost vůči mikrobiální zkažení (Wickens 1995; Strain et al. 2010).

Z výživového hlediska jsou vlašské ořechy nejpříznivěji vnímány z pohledu poměru nenasycených mastných kyselin, až 70 % mastných kyselin je polynenasycených. Díky tomu jsou doporučeny ke konzumaci při snižování hladiny cholesterolu a jako prevence aterosklerózy. Vlašské ořechy jsou i zdrojem minerálních látek jako je železo, vápník a fosfor.

Z vitaminů se v nich vyskytuje pyridoxin, riboflavin a vitamin C (Jarolímková 2002; Strain et al. 2010).



Obrázek č. 19: Vlašské ořechy

3.2.2.2 Lískové ořechy

Lískové ořechy jsou plodem lísky obecné (*Corylus avellana*). Tento listnatý keř je příbuzný s břízou a pochází z Evropy. Lískové ořechy jsou jedněmi z nejkonzumovanějších ořechů. Pěstují se hlavně v Evropě a Asii. Typem plodu je oříšek tzn. 40 % zaujímá skořápka a 60 % tvoří konzumovatelný ořech. Velmi často se používají do různých pekárenských a cukrářských výrobků.

Nutriční parametry lískových ořechů se podobají vlašským. Obsahují 50–70 % tuku s vysokým zastoupením nenasycených mastných kyselin. Zbytek tvoří sacharidy, bílkoviny, vláknina, organické kyseliny a antioxidanty, díky nimž se lískovým ořechům připisují antiaterosklerotické účinky. Z vitaminů se v lískových ořeších nacházejí thiamin, riboflavin, niacin, folacin a vitamin E a provitamin A (Köksal et al. 2006).



Obrázek č. 20: Lískové ořechy

3.2.2.3 Mandle

Mandle se pěstují na mandloních obecných (*Prunus dulcis*). Původní lokalitou mandloně je Přední Asie. Dnes se mandle pěstují v Africe, jižní Evropě a severní Americe. Strom dorůstá výšky 10 metrů. Existují dva typy mandlí, hořké a sladké. Hořké mandle mají svou chuť díky přítomnosti amygdalinu, hořkému jedovatému glykosidu. Používají

se například ve farmacii. Sladké mandle amygdalin také obsahují, ale v minimálním množství a ty jsou vhodné pro konzumaci (Wickens 1995; Jarolímková 2002).

Co se týče výživy, mandle neobsahují takové množství polynenasycených mastných kyselin, obsahují spíše ty mononenasycené. Dále obsahují sacharidy, bílkoviny a minerální látky, především vápník a železo. Hlavním vitamínem v mandlích je vitamin E a také se v nich vyskytuje riboflavin a niacin (Grundy et al. 2016; Strain et al. 2010). Z mandlí se též vyrábí mandlové mléko, které může být náhradou při laktóзовé intoleranci (Jarolímková 2002).



Obrázek č. 21: Mandle

3.2.2.4 Kešu ořechy

Tyto ořechy jsou plodem ledvinovníku západního (*Anacardium occidentale*). Tento 15 metrů vysoký strom je původem z Jižní Ameriky. Nyní jsou hlavními producenty Vietnam, Indie, Brazílie a Afrika. Plod ledvinovníku neobsahuje pouze kešu ořechy, ale i kešu jablka. Jedná se dužninu obklopující kešu ořech. Využívá se jako krmivo pro dobytek a pro výrobu džemů (Jarolímková 2002; Strain et al. 2010).

Z výživového pohledu nejsou kešu ořechy pro organismus tak velkou zátěží jako vlašské ořechy, protože obsah tuku se pohybuje kolem 40 %. Dalšími složkami jsou sacharidy (20 %), bílkoviny (15 %) a minerální látky, zejména železo, sodík a draslík. Nejhojněji zastoupen je vitamin E, dále je přítomen niacin a vitamin C (Wickens 1995; Strain et al. 2010).



Obrázek č. 22: Kešu ořechy

3.2.2.5 Kokosové ořechy

Tyto plody rostou na kokosovníku ořechoplodém (*Cocos nucifera*), který pochází z jihovýchodní Asie. Výšky stromů jsou různé a pohybují se od 2 do 30 metrů. Jeho plodem je peckovice o velikosti kolem 25 centimetrů s velmi tvrdým hnědým oplodím. Uvnitř se skrývá bílá dužnina a kokosové mléko (Wickens 1995; Jarolímková 2002).

Ve výživě se používá sušená kokosová dužnina, kokosové mléko a kokosový olej. Olej lisovaný z kokosů má oproti jiným skořápkovým plodům vysoký obsah nasycených mastných kyselin. Tuky jsou zastoupeny ze 40 %, sacharidy tvoří 13 %, bílkoviny 5 % a zbytek tvoří voda, vláknina a minerální látky, draslík a vápník. Vitaminy vyskytující se v kokosu jsou thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxin, vitamin C a vitamin E (Wickens 1995; Strain et al. 2010).



Obrázek č. 23: Kokosový ořech

3.2.2.6 Pistáciové ořechy

Pistácie jsou plodem stromu pistácie pravá (*Pistacia vera*) a jejich původ je ve Středozeří. Hlavními producenty jsou nyní Írán, Spojené státy a Turecko. Strom dorůstá asi 10 metrů. Sytě zelené ořechy jsou uvnitř pevné skořápky. Z pistácií se též získává zelené barvivo. Ze všech ořechů jsou nejvíce náchylné k napadání mikroorganismy, které tvoří aflatoxiny (Wickens 1995; Strain et al. 2010).

Nutriční hodnoty pistácií jsou příznivé, protože obsahují velké množství nenasycených mastných kyselin, a to až 55 %. Zbytek se skládá ze sacharidů (16 %), bílkovin (10 %) a minerálních látek, například sodíku a draslíku (Strain et al. 2010; Shahrabadi et al. 2014). Jako jeden z mála ořechů obsahuje provitamin A a dále se v nich nalézají vitamin C, thiamin a pyridoxin (Bulló et al. 2015).



Obrázek č. 24: Pistáciové ořechy

3.2.2.7 Para ořechy

Para ořechy se pěstují na juvii ztepilé (*Bertholletia excelsa*) a jejich původem je Brazílie. Strom dorůstá až do výšky 50 metrů. Plodem je tobolka, která obsahuje 25 až 40 trojhranných ořechů. Hlavními producenty jsou země Jižní Ameriky, protože k pěstování je třeba specifické podnebí deštných pralesů (Wickens 1995; Jarolímková 2002).

Z hlediska výživy je velmi důležitý vysoký obsah tuků para ořechů, neboť obsahují až 70 % tuku. Složení mastných kyselin je však pro organismus příznivé. Dále jsou para ořechy tvořeny sacharidy, bílkovinami a minerálními látkami například vápníkem, fosforem a draslíkem. Z vitamínů obsahují thamin a niacin (Wickens 1995; Strain et al. 2010).



Obrázek č. 25: Para ořechy

3.2.2.8 Makadamie

Makadamie rostou na makadamii celolisté (*Macadamia integrifolia*). Pochází z Austrálie. Strom může dorůstat 10 metrů. Nejvýznamnějšími producenty je Havajské souostroví a Austrálie. Kulatý plod je složen z tvrdé skořápky a vnitřních ořechů (Wickens 1995).

Z nutričního hlediska se podobají para ořechům. Obsahují kolem 70 % tuku a převažují mononenasyčené mastné kyseliny. Zbytek tvoří sacharidy, bílkoviny a minerální látky. V makadamích lze nalézt thiamin a niacin (Wickens 1995; Strain et al. 2010).



Obrázek č. 26: Makadamie

3.2.3 Obsah vitaminů v ořeších

Suché skořápkové plody jsou zdroje mnoha přínosných látek. Vitaminy jsou jedny z nich. V této komoditě se nalézají vitaminy skupiny B, vitamin E, vitamin C. Ostatní vitaminy a provitamin A se objevují jen výjimečně.

Vliv skladování na obsah vitaminů je prokazatelný z několika studií. Ztráty vitaminů mají několik příčin. Hladinu vitaminu může ovlivnit doba skladování, teplota ve skladu, vlhkost vzduchu a další faktory. Při příliš dlouhé skladovací době dochází také k oxidačním změnám v mastných kyselinách a zároveň i ke snížení antioxidační kapacity. K prokázaným způsobům, jak zamezit oxidačním procesům tuků i ztrátě antioxidantů, patří snížení skladovací teploty. Vědecké pokusy hovoří o chladírenském skladování, jako o nejlepší volbě. Vlhkost vzduchu ve skladovacích prostorách by se téměř u všech ořechů měla pohybovat kolem 70 % (Tsantili et al. 2011; Raisi et al. 2015).

Rozdíly ve skladovatelnosti se také projevují mezi ořechy skladovanými ve skořápce a skladovanými vyloupané. Ořechy ve skořápce mají až dvakrát delší trvanlivost než ořechy oloupané (Ryall & Pentzer 1974).

Na obsah vitaminů v ořeších má velký vliv jejich zpracování. U pražených ořechů je zřetelný pokles obsahu většiny vitaminů. Každý druh ořechu ztrácí vitaminy jinou rychlostí, ale z vědeckých studií vyplývá, že nejvíce odolné proti degradaci živin jsou pistáciové a makadamové ořechy (Stuetz et al. 2017).

3.2.3.1 Analytická stanovení vitaminů

Vitaminy skupiny B v ořeších se stanovují pomocí HPLC neboli vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií, při které dochází k rozdělení vzorku na jednotlivé látky a následně zjištění jejich koncentrace ve vzorku. Před umístěním vzorku do chromatografu je třeba provést extrakci tuků, aby byly vitaminy skupiny B stanovitelné HPLC. Jako extrakční

čínidlo se používá kyselina chlorovodíková o koncentraci 0,1 M. K detekci a vyhodnocení obsahu vitaminů je potřeba fluorescenční detektor (Stuetz et al. 2017).

Nejčastěji je v ořeších stanovován vitamin E. Stanovení vitaminu E se provádí pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC). K detekci a vyhodnocení obsahu vitaminů byl použit coulometrický detektor. Vzorek ořechů musí být zbaven tukové složky. Obvykle je provedena extrakce tuku pomocí extrakčního činidla hexanu. Je také možné vzorek před extrakcí alkalicky hydrolyzovat pro účinnější extrakci a uvolnění vitaminů navázaných na tuky (Delgado-Zamarreño et al. 2001). Je také možné využít jiného detektoru. Dle Stuetz et al. (2017) byl použit fluorescenční detektor. Dále lze využít PDA detektor (Köksal et al. 2006). Všechny tyto analýzy se shodují na použití HPLC.

Stanovení vitaminu C v ořeších není zatím příliš probádáno. Co se týče stanovení v rostlinných produktech, obecně existuje několik možností stanovení. První je vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) s využitím PDA detektoru (Köksal et al. 2006). Dále se může jednat o spektrofotometrické metody nebo titrační stanovení například jodometricky.

Provitaminy A (karotenoidy) se stanovují v ořeších rovněž pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC). I zde je používána extrakce před vlastním chromatografickým stanovením, a to za použití hexanu coby extrakčního činidla. Využívá se zde UV-VIS (spektrofotometrického) detektoru (Stuetz et al. 2017).

3.2.3.2 Vitaminy skupiny B v ořeších

Tato skupina vitaminů se vyskytuje ve všech druzích ořechů, odlišují se však zastoupením jednotlivých vitaminů této skupiny a jejich množství.

Thiamin

Stuetz et al. (2017) uvádí, že nejvyšší obsah vitaminu B₁ byl stanoven v pistáciových ořeších (654 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), dále v makadamiových ořeších (365 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$) a lískových ořeších (317 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$). Köksal et al. (2006) udává hodnotu 0,28 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ v lískových ořeších. Průměrně v ořeších lze nalézt vitaminu B₁ 0,5-0,6 $\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$ (Velíšek & Hajšlová 2009).

Riboflavin

Dle Stuetz et al. (2017) nejvíce vitaminu B₂ bylo zjištěno v mandlích (1432 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$) a to až trojnásobně oproti ostatním analyzovaným ořechům, u nichž byl zjištěn obsah kolem

400 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$. Z databáze amerického ministerstva zemědělství také vyplývá, že nejvíce riboflavin obsahují mandle (1,138 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$).

Niacin

Niacinu ořechy souhrnně obsahují od 5 do 9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, což je málo s ohledem na doporučenou denní dávku (Velíšek & Hajšlová 2009). Z databáze amerického ministerstva zemědělství lze vyčíst, že jistý obsah niacinu vykazují i mandle (3,618 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$).

Pyridoxin

Průměrný obsah pyridoxinu v ořeších se pohybuje kolem 3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Velíšek & Hajšlová 2009). Při stanovení vitamínu B₆ byly nejvyšší hodnoty zaznamenány v pistáciích (1032 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$) a poté ve vlašských ořeších (520 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$) a lískových ořeších (471 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$). U všech zmíněných hodnot jde o reálný přínos pro lidskou výživu a tyto plody se mohou stát cenným zdrojem vitamínů skupiny B (Stuetz et al. 2017). Köksal et al. (2006) udává obsah pyridoxinu v lískových ořeších 1,45 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$. Tato hodnota je srovnatelná s obsahem pyridoxinu v pistáciích, které zjistil Stuetz et al. (2017).

Folacin

Průměrný obsah folacinu v ořeších je 0,7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Velíšek & Hajšlová 2009). Nejvyšší hodnoty tohoto vitamínu, které však nedosahují výše uvedené hodnoty byly zaznamenány v lískových ořeších (0,043 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$) (Köksal et al. 2006).

Tabulka č. 2: Obsah vitamínů skupiny B v ořeších v $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$

	Thiamin		Riboflavin		Pyridoxin		Niacin	Folacin
	USDA	Stuetz et al. (2017)	USDA	Stuetz et al. (2017)	USDA	Stuetz et al. (2017)	USDA	USDA
Vlašské ořechy	0,341	0,227	0,15	0,395	0,537	0,52	1,125	0,098
Lískové ořechy	0,643	0,317	0,113	0,37	0,563	0,471	1,8	0,113
Mandle	0,205	0,192	1,138	1,432	0,137	0,188	3,618	0,044
Kešu ořech	0,423	0,093	0,058	0,402	0,417	0,306	1,062	0,025
Pistácie	0,87	0,654	0,16	0,447	1,7	1,032	1,3	0,051
Para ořechy	0,617	-	0,035	-	0,101	-	0,295	0,022
Makadamie	1,195	0,365	0,162	0,367	0,275	0,218	2,473	0,011

3.2.3.3 Vitamin E v ořeších

Vitamin E je rozpustný v tucích, proto je jeho obsah v ořeších vysoký. Při stanovení bylo zjištěno, že škála ořechů, které by mohly být využívány jako hodnotný zdroj vitamínu E,

je velmi široká. V rámci testování byl zjišťován obsah dvou nejčastěji zastoupených látek s aktivitou vitamínu E v ořeších a to α -tokoferolu a γ -tokoferolu. Nejvyšší obsah α -tokoferolu vykazovaly lískové ořechy ($40,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a mandle ($34,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Výskyt γ -tokoferolu byl nejvyšší ve vlašských ořeších ($32,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a v pistáciích ($30,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Nejvyšší celkový obsahu vitamínu E byl stanoven v lískových ořeších (Stuetz et al. 2017).

Bolling et al. (2010) též hovoří o α -tokoferolu a γ -tokoferolu ve spojitosti s výskytem jednotlivých vitamérů vitamínu E. Dle této studie nejvyšší obsah α -tokoferolu vykazují mandle ($25,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a lískové ořechy ($15 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Hodnoty obsahu γ -tokoferolu jsou nejvyšší v pistáciích ($22,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) a vlašských ořeších ($20,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

Další práce je zaměřena na vlašské ořechy, mandle a lískové ořechy. V mandlích a v lískových ořeších převažuje α -tokoferol, jeho obsah je $16,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ v mandlích, respektive $17,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ v lískových ořeších. Ve vlašských ořeších byl nejvíce zastoupen γ -tokoferol ($12,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) (Delgado-Zamarreño et al. 2001). Obsahy tokoferolu v ořeších jsou shrnuty v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Obsah tokoferolů v ořeších v $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$

	α -tokoferol			γ -tokoferol		
	Bolling et al. (2010)	Stuetz et al. (2017)	Delgado-Zamarreño et al. (2001)	Bolling et al. (2010)	Stuetz et al. (2017)	Delgado-Zamarreño et al. (2001)
Mandle	25,9	34,9	16,5	0,9	1,4	1,78
Kešu ořechy	0,9	0,6	-	-	4,6	-
Lískové ořechy	15	40,6	17,6	-	9,5	0,8
Makadamie	0,6	0,1	-	-	0,1	-
Pistácie	1,9	2,1	-	22,5	30,6	-
Vlašské ořechy	0,7	2,1	0,61	20,8	32,3	12,9
Para ořechy	5,7	-	-	7,9	-	-

3.2.3.4 Vitamin A v ořeších

Vitamin A se ve většině potravin vyskytuje ve formě provitaminu, nejčastěji karotenoidů. Ořechy nejsou výjimkou. Postup stanovení je stejný jako u vitamínu E. Z analýzy různých ořechů je zřejmé, že pistácie jsou jediné, které obsahují relevantní množství karotenoidů a to $2961 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Stuetz et al., 2017). Pro porovnání, z výzkumu o lískových ořeších vyplývá, že obsah retinolu v nich je $3,25 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Köksal et al. 2006).

3.2.3.5 Vitamin C v ořeších

Vitamin C se v ořeších ve větším množství nevyskytuje. Hodnoty vitaminu C jsou téměř nulové u většiny ořechů. Výjimkou jsou lískové ořechy a kokosové ořechy. Dle Köksal et al. (2006) byla u lískových ořechů stanovena hodnota $2,45 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. V databázi amerického ministerstva zemědělství lze nalést hodnotu $6,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. V této databázi lze zjistit i obsah vitaminu C v kokosu ($3,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). S ohledem na doporučené denní dávky pro dospělého jedince nejsou ořechy vhodným zdrojem vitaminu C.

4 Závěr

Nejvyšší obsah vitamínu B₁ (thiaminu) mají pistáciové ořechy. Vitamin B₂ (riboflavin) je nejvíce zastoupen v mandlích. Nejvýznamnějším zdrojem vitamínu B₆ jsou pistáciové ořechy. Vitamin B₃ je nejvíce zastoupen v mandlích. Obsah vitamínu B₉ v ořeších je natolik nízký, že je nelze považovat za jeho zdroj. Nejčastějšími formami vitamínu E, které se vyskytují v ořeších jsou α -tokoferol a γ -tokoferol. α -tokoferol obsahují nejvíce lískové ořechy a γ -tokoferol naopak vlašské ořechy. Provitamin A se vyskytuje pouze v pistáciích. Vitamin C se v ořeších vyskytuje jen zřídka, a proto nejsou vhodným zdrojem tohoto vitamínu.

Z výživového hlediska by do jídelníčku měly být zařazeny především pistáciové a vlašské ořechy, protože portfolio v nich obsažených vitamínů je největší. Také lískové ořechy a mandle jsou vyváženým zdrojem vitamínů.

5 Literatura

- Blomhoff R, Carlsen MH, Andersen LF, Jacobs DR. 2006. Health benefits of nuts: Potential role of antioxidants. *British Journal of Nutrition* **96**:52-60.
- Bolling BW, McKay DL, Blumberg JB. 2010. The phytochemical composition and antioxidant actions of tree nuts. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* **19**:117-123.
- Bradford A. 2018. What is Vitamin B5 (Pantothenic Acid)? Available from <https://www.livescience.com/51640-b5-pantothenic-acid.html> (accessed April 10, 2019).
- Bulló M, Juanola-Falgarona M, Hernández-Alonso P, Salas-Salvadó J. 2015. Nutrition attributes and health effects of pistachio nuts. *British Journal of Nutrition* **113**:79-93
- Coates PM, Blackman MR, Cragg GM, Levine M, Moss J, White JD. 2004. *Encyclopedia of dietary supplements*. Informa Healthcare, London.
- Delgado-Zamarreño MM, Bustamante-Rangel M, Sánchez-Pérez A, Hernández-Méndez J. 2001. Analysis of vitamin E isomers in seeds and nuts with and without coupled hydrolysis by liquid chromatography and coulometric detection. *Journal of Chromatography A* **935**:77-86.
- Fajfrová J. 2011. Vitaminy a jejich funkce v organismu. *Interni Medicina pro Praxi* **13**:466–468.
- Finglas PM. 2002. Dietary Reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin and choline. *Trends in Food Science & Technology* **11**:296-297.
- Gibson GE, Hirsch JA, Fonzetti P, Jordan BD, Cirio RT, Elder J. 2016. Vitamin B1 (thiamine) and dementia. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1367**:21-30.
- Grundy MML, Lapsley K, Ellis PR. 2016. A review of the impact of processing on nutrient bioaccessibility and digestion of almonds. *International journal of food science & technology* **51**:1937-1946.
- Hegyi J, Schwartz RA, Hegyi V. 2004. Pellagra: Dermatitis, dementia, and diarrhea. *International Journal of Dermatology*. **43**:1-5.
- Hosseini-Nezhad A, Holick MF. 2013. Vitamin D for health: A global perspective. *Mayo Clinic Proceedings*. **88**:720-755.
- Jarolímková S. 2002. Jak připravovat obiloviny, luštěniny, ořechy a semena. Eva Babická,

Praha.

- Köksal AI, Artik N, Şimşek A, Güneş N. 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry* **99**:509-515..
- Kumar P, Mahato DK, Kamle M, Mohanta TK, Kang SG. 2016. Aflatoxins: A Global Concern for Food Safety, Human Health and Their Management. *Frontiers in microbiology* **7**:2170.
- Langan RC, Goodbred AJ. 2017. Vitamin B12 Deficiency: Recognition and Management. *American family physician*. **96**:394-389.
- Levine M, Katz A, Padayatty SJ, Wang Y, Eck P, Kwon O, Chen S, Lee JH. 2004. Vitamin C. Pages 745-755 in Coates PM, Blackman MR, Cragg GM, Levine M, Moss J, White JD., editors *Encyclopedia of dietary supplements*. Informa Healthcare, London.
- Malouf R, Grimley Evans J. 2003. Vitamin B6 for cognition. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. DOI: 10.1002/14651858.CD004393.
- Nordqvist C. 2017. Vitamin B2: Role, sources, and deficiency. Available from <https://www.medicalnewstoday.com/articles/219561.php> (accessed April 10, 2019).
- Preedy V V., Ross Watson R, Vinood P. 2011. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*. Academic Press, United States of America.
- Raisi, M., Ghorbani, M., Mahoonak, A. S., Kashaninejad, M., Hosseini, H. 2015. Effect of storage atmosphere and temperature on the oxidative stability of almond kernels during long term storage. *Journal of Stored Products Research*. **62**. 16-21.
- Ryall, A. L., Pentzer, W. T. 1974. *Handling, transportation, and storage of fruits and vegetables*. The AVI Publishing Company. Westport.
- Shahidi F, John JA. 2013. Oxidative rancidity in nuts. Pages 198-229 HarrisLJ, editor. *Improving the Safety and Quality of Nuts*. Woodhead Publishing, Velká Británie.
- Shahrabadi E*, Esmaili Nadimi A, Jalalli N, Shahrabadi A, Shahriyari A, Asadollahi N. 2014. The effect of pistachios on human health: A review study. *Journal of Occupational Health and Epidemiology*. **3**:242-252.
- Storhas W, Metz R. 2007. Riboflavin-Vitamin B2. Pages 169-179 Heinzle E, Biber AP, Cooney CL, editorss. *Development of Sustainable Bioprocesses: Modeling and Assessment*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- Strain J, Caballero B, Sadler M. 2010. *Encyclopedia of human nutrition*. Elsevier Ltd, Amsterdam.
- Stuetz W, Schlörmann W, Gleis M. 2017. B-vitamins, carotenoids and α -/ γ -tocopherol in raw

and roasted nuts. Food Chemistry. **221**:222-227.

Tsantili, E., Konstantinidis, K., Christopoulos, M. V., Roussos, P. A. 2011. Total phenolics and flavonoids and total antioxidant capacity in pistachio (*Pistachia vera* L.) nuts in relation to cultivars and storage conditions. *Scientia Horticulturae*. **129**. 694-701.

United States Department of Agriculture. 2019. USDA Food Composition Databases. USDA. Available <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list> (accessed March 2019).

Velíšek J, Hajšlová J. 2009. *Chemie potravin 2*. OSSIS, Tábor.

Velíšek J, Hajšlová J. 2009. *Chemie potravin*. OSSIS, Tábor.

Wang D. 2012. *Food chemistry*. Nova Science Publishers.

Wickens GE. 1995. *Edible nuts*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

6 Seznam použitých zkratek a symbolů

HPLC - vysokoúčinná kapalinová chromatografie

PDA - Detektory diodového pole

USDA - Americké ministerstvo zemědělství (United States Department of Agriculture)

7 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Doporučené denní dávky vitaminů dle vyhlášky č. 225/2008 Sb.

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-225>

Tabulka č. 2: Obsah vitaminů skupiny B v ořeších v mg.100 g-1

Tabulka č. 3: Obsah tokoferolů v ořeších v mg.100 g-1

8 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Kyselina askorbová

https://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C

Obrázek č. 2: Thiamin

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Thiamin>

Obrázek č. 3: Riboflavin

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Riboflavin>

Obrázek č. 4: Nikotinová kyselina

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Niacin>

Obrázek č. 5: Nikotinamid

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Nikotinamid>

Obrázek č. 6: Pantothenová kyselina

https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_pantothenov%C3%A1

Obrázek č. 7: Pyrdoxal, pyridoxol a pyridoxamin

https://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_B6

Obrázek č. 8: Biotin

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Biotin>

Obrázek č. 9: Kyselina listová

https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_listov%C3%A1

Obrázek č. 10: Kyselina tetrahydroxolistová

https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_listov%C3%A1

Obrázek č. 11: Kobalamin

https://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_B12

Obrázek č. 12: Retinol

https://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_A

Obrázek č. 13: 3 – dehydroretinol

<https://www.medicalisotopes.com/product-details.php?id=8798>

Obrázek č. 14: Cholekalciferol a ergokalciferol

https://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_D

Obrázek č. 15: Tokoferol

http://www.wikiwand.com/sk/Vitam%C3%ADn_E

Obrázek č. 16: Tokotrienol

<http://www.wikiwand.com/sh/Alfa-Tokotrienol>

Obrázek č. 17: Fyllochinon

https://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_K

Obrázek č. 18: Menachinon

https://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_K

Obrázek č. 19: Vlašské ořechy

https://www.vimcojim.cz/magazin/clanky/o-vyzive/Vlasske-orechy-patri-mezi-deset-nejzdravejsich-potravin_s10010x10690.html

Obrázek č. 20: Lískové ořechy

<https://www.magazinzdravi.cz/liskove-orisky>

Obrázek č. 21: Mandle

<https://www.harera.cz/harera-mandle-natural-male-1000g-p10817/>

Obrázek č. 22: Kešu ořechy

<https://zena.pluska.sk/kesu-oriesky-mozu-byt-pre-zeny-zle/zdravie/vyziva/811663.html>

Obrázek č. 23: Kokosový ořech

<https://titbit.cz/produkt/kokosovy-orech/>

Obrázek č. 24: Pistáciové ořechy

<https://www.vitalcountry.cz/pistacie-natural-loupane-usa/>

Obrázek č. 25: Para ořechy

<https://www.grizly.cz/grizly-para-orechy-1000-g>

Obrázek č. 26: Makadamie

<https://www.grizly.cz/grizly-makadamove-orechy-500-g>

