

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Stanovení vitamínu E v suchých skořápkových plodech

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Veronika Kudelová

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

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Stanovení vitamínu E v suchých skořápkových plodech" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8.4.2015 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala především své vedoucí práce paní doc. Ing. Aleně Hejtmánkové, CSc. za vstřícnost, ochotu, milé jednání, cenné rady a pomoc při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Marku Popovovi za vstřícnost a pomoc při laboratorní práci. V neposlední řadě patří velké poděkování mé rodině za morální a finanční podporu během celého studia. Za podporu a pomoc s konečným formátováním práce děkuji svému partnerovi.

Stanovení vitamínu E v suchých skořápkových plodech

Souhrn

Suché skořápkové plody jsou výborným zdrojem řady makronutrientů a mikronutrientů. Velmi významný je především vysoký obsah rostlinných tuků, s nimiž souvisí také značný obsah vitamínu E, který patří do skupiny vitaminů rozpustných v tucích. Suché skořápkové plody jsou považovány za jeden z nejvýznamnějších zdrojů vitamínu E. Vitamin E je složen celkem z osmi forem – α , β , γ , δ tokoferolů a α , β , γ , δ tokotrienolů, a je považován za silnou antioxidační látku se schopností bránit vzniku chronických a nádorových onemocnění. Tato jeho vlastnost byla a nadále jistě bude předmětem mnoha dalších výzkumů.

Cílem diplomové práce bylo stanovení všech forem vitamínu E (tokoferolů a tokotrienolů) v různých druzích suchých skořápkových plodů a jejich vzájemné porovnání. Jednotlivé formy vitamínu E byly stanoveny metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) s použitím fluorescenčního detektoru. Analýza každého vzorku byla provedena ve třech opakováních.

Stanovení obsahu jednotlivých forem vitamínu E bylo provedeno v 10 vybraných druzích suchých skořápkových plodů. Obsah a skladba jednotlivých forem vitamínu E se v rámci různých druhů suchých skořápkových plodů velmi lišily. Jako nejvýznamnější zdroj α -tokoferolu byly vyhodnoceny pistácie (průměrně $1132,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), β -tokoferol byl ve všech vzorcích zastoupen minoritně a jeho nejvyšší obsah byl nalezen ve vzorku lískových ořechů ($9,556 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Γ -tokoferol byl nalezen ve všech druzích suchých skořápkových plodů a nejvyšší obsah byl nalezen opět ve vzorcích pistácií ($584,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), velmi vysoké množství δ -tokoferolu obsahovaly naopak para ořechy ($2297 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Tokotrienoly byly nalezeny v menším množství druhů suchých skořápkových plodů než tokoferoly. α -tokotrienol byl nalezen pouze ve dvou druzích suchých skořápkových plodů – v para ořeších, které obsahovaly nejvyšší množství ($399,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), a piniových ořeších ($78,87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Obsah γ -tokotrienol byl zjištěn také pouze ve druzích suchých skořápkových plodů (pistácie a makadamové ořechy), přičemž nejvýznamnější množství bylo nalezeno v pistáciích ($34,78 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). β a γ -tokotrienoly byly pod hranicí meze detekce ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

V ČR se nejvíce pěstují a konzumují vlašské a lískové ořechy. Zatímco ve vlašských ořeších je nejvýznamnější formou vitamínu E γ -tokoferol, v lískových ořeších je to α -tokoferol. V této diplomové práci také bylo provedeno hodnocení zastoupení vitamínu E ve vzorcích vlašských a lískových ořechů pocházejících z různých zdrojů na území ČR. Mezi obsahy jednotlivých forem vitamínu E byly nalezeny statisticky významné rozdíly.

V rámci hodnocení vlivu skladování na obsah vitamínu E bylo zjištěno, že u vlašských ořechů došlo k jednoznačně nižší degradaci vitamínu E ve vzorcích, které byly vyloupany a skladovány v chladu, zatímco u lískových ořechů byla naopak vyhodnocena menší degradace vitamínu E v nevyloupaných vzorcích skladovaných za pokojové teploty.

Klíčová slova: suché skořápkové plody, vitamin E, HPLC, skladování, vlašské ořechy

Determination of vitamin E in dry nuts

Summary

Dry nuts are an excellent source of many of macronutrients and micronutrients. Very significant is mainly high content of vegetable fats which are associated with significant content of vitamin E. Vitamin E belongs to the fat-soluble vitamins. Dry nuts are considered as one of the most important sources of vitamin E. Vitamin E is composed of eight forms - α , β , γ , δ tocopherols and α , β , γ , δ tocotrienols, and it is considered as a powerful antioxidant with the ability to defend the development of chronic diseases and cancer. This his attribute was and surely will be the subject of many other researches.

The aim of this thesis was to identify all forms of vitamin E (tocopherols and tocotrienols) in different kinds of nuts and their mutal comparison. The particular forms of vitamin E were determined by high performance liquid chromatography (HPLC) using a fluorescence detector. Analysis of each sample was realized in three repetitons.

Determination of the particular forms of vitamin E was done at 10 selected types of nuts. Content and structure of particular forms of vitamin E were at the various types of nuts very different. The most important source of α -tocopherol were evaluated pistachios ($1132 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) average $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), β -tocopherol was in all samples represented a minor, maximum content was found in the sample of hazelnuts ($9,556 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Γ -tocopherol was found in all kinds of nuts and the highest content was found again in samples of pistachios ($584,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), very high amounts of δ -tocopherol on the contrary contained Brazil nuts ($2297 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Tocotrienols were found in a smaller number of kinds of nuts than tocopherols. α -tocotrienol was found in only two kinds of nuts - Brazil nuts, which contained the highest amount ($399,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) and pine nuts ($78,87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). The content of γ -tocotrienol was also determined only in the two kinds of nuts (pistachios and macadamia nuts), while the most significant amount was found in pistachios ($34,78 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). β and γ -tocotrienols were below the detection limit ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

In the Czech Republic are the most cultivated and consumed are walnuts and hazelnuts. While in walnuts is the most important form of vitamin E γ -tocopherol, in hazelnuts it is α -tocopherol. In this thesis has also been evaluated the representation of vitamin E in samples of walnuts and hazelnuts from various sources in the Czech Republic. Statistically significant differences were found among the contents of different forms of vitamin E.

In the context of the evaluation of the effect of storage on the content of vitamin E was found, that walnuts indicated clearly lower degradation of vitamin E in the samples which were husked and stored in a cold, while on the contrary hazelnuts indicated lower degradation of vitamin E in the samples which were unhusked and stored in room temperature.

Keywords: dry nuts, vitamin E, HPLC, storage, walnuts

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Hypotéza a cíl práce.....	10
3. Literární rešerše	11
3.1 Suché skořápkové plody	11
3.1.1 Řazení dle legislativy	11
3.1.2 Nejvýznamnější chemické látky a jejich nutriční hodnota.....	12
3.2 Charakteristika vybraných druhů suchých skořápkových plodů	16
3.2.1 Ořech vlašský (<i>Juglans regia</i>).....	16
3.2.1.1 Původ a výskyt.....	16
3.2.1.2 Složení a nutriční význam.....	16
3.2.1.3 Průmyslové využití	17
3.2.1.4 Skladování a technologická úprava	18
3.2.1.5 Zdravotní účinky.....	19
3.2.2 Líška obecná (<i>Corylus avellana</i>).....	19
3.2.2.1 Původ a výskyt.....	20
3.2.2.2 Složení a nutriční význam.....	20
3.2.2.3 Skladování a technologická úprava	20
3.2.2.4 Průmyslové využití	22
3.2.2.5 Zdravotní účinky.....	22
3.2.3 Mandloň obecná (<i>Amygdalis communis</i>).....	23
3.2.3.1 Původ a výskyt.....	23
3.2.3.2 Složení a nutriční význam.....	23
3.2.3.3 Skladování a technologická úprava	24
3.2.3.4 Průmyslové využití	25
3.2.3.5 Zdravotní účinky.....	25
3.2.4 Pistácie pravá (<i>Pistacia vera</i>).....	26
3.2.4.1 Původ a výskyt.....	26
3.2.4.2 Složení a nutriční význam.....	26
3.2.4.3 Skladování a technologická úprava pistácií.....	26
3.2.4.4 Průmyslové využití	27

3.2.4.5 Zdravotní účinky	27
3.2.5. Ledvinovník západní (<i>Anacardium occidentale</i>)	28
3.2.5.1 Původ a výskyt	28
3.2.5.2 Složení a nutriční význam	28
3.2.5.3 Skladování	28
3.2.5.4 Zdravotní účinky	29
3.2.6. Podzemnice olejná (<i>Arachis hypogaea</i>)	30
3.2.6.1 Původ a výskyt	30
3.2.6.2 Složení a nutriční význam	30
3.2.6.3 Skladování	31
3.2.6.4 Zdravotní účinky	32
3.2.7. Juvie zteplá (<i>Bertholletia excelsa</i>)	32
3.2.7.1 Původ a výskyt	32
3.2.7.2 Složení a nutriční význam	32
3.2.7.3 Podmínky skladování	33
3.2.7.4 Zdravotní účinky	33
3.2.8 Další druhy exotických suchých skořápkových plodů	34
3.2.8.1 Borovice pinie (<i>Pinus pinea</i>)	34
3.2.8.2 Makadamie (<i>Macadamia</i>)	35
3.2.8.3 Ořechovec pekanový (<i>Carya Illinoensis</i>)	36
3.3 Vitamin E	37
3.3.1 Příjem vitamínu E	38
3.3.2 Metabolismus a vstřebávání	39
3.3.3 Biologická dostupnost	39
3.3.4 Antioxidační aktivita a pozitivní účinky na lidské zdraví	39
3.3.5 Vitamin E v suchých skořápkových plodech	40
3. 4. Princip stanovení vitamínu E	43
4. Materiál a metodika	44
4.1 Použité chemikálie	44
4.2 Použité pomůcky a přístroje	44
4.3 Použitý rostlinný materiál	45
4.4 Vlastní stanovení vitamínu E	45
4.5 Příprava vzorku k analýze	46

4.6. Podmínky chromatografického stanovení vitamínu E	46
4.7 Statistické vyhodnocení	46
5. Výsledky	47
5.1 Stanovení vitamínu E	47
5.1.1 α -tokoferol	47
5.1.2 β -tokoferol	49
5.1.3 γ -tokoferol	49
5.1.4 δ -tokoferol	51
5.1.5 α -tokotrienol	52
5.1.6 γ -tokotrienol	53
5.1.7 β a δ -tokotrienol.....	54
5.2 Porovnání zastoupení vitamínu E ve vzorcích vlašských a lískových ořechů z různých zdrojů na území ČR.....	55
5.2.1 Tokoferoly	55
5.2.2 Tokotrienoly	56
5.3 Vliv skladování na obsah vitamínu E.....	58
5.3.1 Vlašské ořechy.....	59
5.3.2 Lískové ořechy	67
6. Diskuze	70
6.1 Stanovení vitamínu E	70
6.2 Porovnání zastoupení vitamínu E ve vzorcích vlašských a lískových ořechů z různých zdrojů na území ČR.....	72
6.3 Vliv skladování na obsah vitamínu E.....	73
7. Závěr	75
8. Seznam literatury	76
9. Přílohy.....	86
Seznam příloh	89

1. Úvod

Suché skořápkové plody patřily během celé historie lidstva k velmi významným potravinám díky svému nutričnímu složení, které zahrnuje především vysoký obsah energie, bílkovin, esenciálních mastných kyselin, vitamínů a minerálů.

Právě velmi vysoký obsah rostlinných tuků a jejich příznivé složení dělá ze suchých skořápkových plodů unikátní zdroj těchto makronutrientů v lidské stravě. Obsah rostlinných tuků v suchých skořápkových plodech se pohybuje v rozmezí 46 – 76 %, v závislosti na druhu ořechu. Pro složení tuku suchých skořápkových plodů je typické vysoké množství nenasycených mastných kyselin, které jsou v ideálním poměru pro lidské zdraví. V mnoha studiích byl potvrzen pozitivní vliv těchto nenasycených mastných kyselin na řadu civilizačních onemocnění, jako jsou kardiovaskulární onemocnění, ateroskleróza či nádorová onemocnění, které se stávají stále větším problémem dnešní doby.

S vysokým obsahem rostlinných tuků v suchých skořápkových plodech je také spojen významný obsah vitamínu E, který se řadí mezi vitaminy rozpustné v tucích. Je velmi dobře známo, že vitamin E patří mezi významné antioxidační látky, které mají schopnost vychytávat volné radikály, a tím bránit oxidačnímu poškození tkání, které může mít za následek rovněž vznik řady civilizačních nemocí. Suché skořápkové plody představují jeden z nejvýznamnějších zdrojů vitamínu E ze všech potravin, které jsou běžně konzumovány v lidské stravě. Ideální doporučený denní příjem suchých skořápkových plodů k ochraně lidského zdraví je 30 g/den.

2. Hypotéza a cíl práce

Různé druhy suchých skořápkových plodů mají jiný obsah vitamínu E. Relativní zastoupení jednotlivých forem vitamínu E se v různých druzích suchých skořápkových plodů liší.

Cílem práce je stanovení obsahu jednotlivých forem vitamínu E (tokolů a tokotrienolů) různých druzích suchých skořápkových plodů a jejich vzájemné porovnání. Dílčím cílem je posouzení vlivu skladování suchých skořápkových plodů na obsah vitamínu E.

3. Literární rešerše

3.1 Suché skořápkové plody

Suché skořápkové plody neboli ořechy patří mezi ovoce a zahrnují širokou škálu nutričně velmi významných plodů. Během celé historie lidstva se suché skořápkové plody řadily mezi hlavní potraviny díky vysokému obsahu energie, bílkovin, esenciálních mastných kyselin, vitamínů a minerálů (Prineas et al., 1993).

Důkazy o konzumaci ořechů sahají až do dávné minulosti. Dlouho předtím než došlo k rozvoji zemědělství, lidé shromažďovali jídlo. Řada výzkumů naznačuje, že starověké civilizace konzumovaly a využívaly ke své obživě ořechy mnohem dříve než obilniny. Například nedávné archeologické nálezy 10 000 let staré turecké vesnice svědčí o tom, že hlavní způsob obživy a ekonomického zajištění obyvatel spočíval v pěstování mandlí a pistácií a v obchodu s těmito komoditami. Největší výhodou ořechů, byla jejich údržnost a stabilita, například během dlouhé zimy, kdy byly ostatní zdroje potravin během skladování obvykle znehodnoceny kvůli nepříznivým podmínkám (Fraser et al., 1992).

Ořechy byly také po staletí používány jako lék. V Brazílii se například vaří odvar z arašídů, který má uklidňující a relaxační účinek. Postupem času se ořechy, zejména díky rozvoji vědy a mnoha studiím o jejich nutričním složení a příznivých účincích na lidské zdraví, dostaly do popředí zájmu jak odborné, tak laické společnosti. Díky svým výborným sensorickým vlastnostem se také staly součástí mnoha tradičních kuchyní z celého světa, především v oblasti Středozemního moře, Jižní Ameriky a Asie ale i v mnoha dalších oblastech (Dreher, 1996).

3.1.1 Řazení dle legislativy

Suché skořápkové plody jsou plody nebo semena v surovém nebo upraveném stavu ve skořápce nebo jako jádra. Na základě platné české legislativy (Vyhláška č. 157/2003 Sb.) se suché skořápkové plody dělí následovně:

- vlašské ořechy – jádra plodů ořešáku vlašského a jeho odrůd
- lískové ořechy – jádra suchých plodů lísky
- mandle – jádra suchých plodů mandloně obecné

- kešu ořechy – semena plodů ledvinovníku západního
- arašídý nebo burské oříšky – plody odrůd podzemnice olejné
- para ořechy – semena juvie ztepilé
- kokosové ořechy – plody palmy kokosové
- piniové oříšky – semena borovice pinie

3.1.2 Nejvýznamnější chemické látky a jejich nutriční hodnota

Ořechy se vyznačují vysokým obsahem jak makronutrientů, tak mikronutrientů. Mezi nejvýznamnější makronutrienty se řadí především rostlinné tuky, jejichž obsah činí 46 – 76 %, což představuje přibližně 20 až 30 kJ/g, v závislosti na jednotlivých druzích. Ořechy patří k nejvýznamnějším zdrojům rostlinných tuků především díky svému složení, ve kterém převládají nenasycené mastné kyseliny, které mají pozitivní vliv na řadu civilizačních onemocnění (Ros, 2006).

Další neméně významnou složkou z nutričního hlediska je obsah bílkovin. Ořechy obsahují až 25 % bílkovin a většina druhů se vyznačuje vysokým množstvím semiesenciální aminokyseliny L-argininu, která je důležitá pro správný růst a vývoj (Brufau and Mataix, 2006).

Ořechy jsou také dobrým zdrojem vlákniny, jejíž množství se pohybuje v rozmezí mezi 4 až 11 g/100g ořechů, což představuje pokrytí 5 – 10 % denní doporučené dávky (Salas-Salvadó et al., 2006).

Mezi nejvýznamnější mikronutrienty, které mají vliv na lidské zdraví, patří vysoký obsah kyseliny listové a dalších vitaminů skupiny B, které jsou nezbytné pro metabolismus sirných aminokyselin a správné buněčné funkce (Welch and Loscalzo, 1998). Ořechy jsou také bohatým zdrojem antioxidantních látek – především vitamínu E a fenolických látek, které tato jádra chrání před oxidačním poškozením a pomáhají jim zachovat reprodukční potenciál. Z jednotlivých forem vitamínu E mají nejvyšší obsah γ -tokoferolu mandle, nejvyšší obsah α -tokoferolu pak vlašské ořechy (Wagner et al., 2004). Je zajímavé, že většina antioxidantních látek se nachází v pelikulu či ve vnější vrstvě pláště, což představuje až 50% ztráty těchto látek při odstranění vnější vrstvy jádra (Blomhoff et al., 2006).

Významný je také vysoký obsah rostlinných sterolů, které hrají důležitou roli ve stabilizaci fosfolipidové dvojvrstvy a tím ochraně membrán a zároveň pomáhají snižovat hladinu cholesterolu v krvi (Garrido, 2008).

Ořechy jsou dobrým zdrojem minerálních látek, jako je vápník, hořčík a draslík, jejichž vysoký příjem přispívá k ochraně kostí a také zlepšuje srdeční funkce. Pozitivní je dále velmi nízký obsah sodíku v nezpracovaných ořeších (Segura, 2008). Obsah vybraných makronutrientů a mikronutrientů v různých druzích ořechů je uveden v Tabulce č. 1 a 2.

Tabulka č. 1: Průměrné nutriční složení ve 100 g vybraných druhů ořechů

Ořechy	E (kJ)	T (g)	SA (g)	MUFA (g)	PUFA (g)	LA (g)	ALA (g)	B (g)	L.K (µg)	V (g)	S (mg)
Mandle	2418	50,6	3,9	32,2	12,2	12,2	0,00	21,3	8,8	29	120
Para ořechy	2743	66,4	15,1	24,5	20,6	20,5	0,05	14,3	8,5	22	nd
Kešu ořechy	2314	46,4	9,2	27,3	7,8	7,7	0,15	18,2	5,9	25	158
Lískové ořechy	2629	60,8	4,5	45,7	7,9	7,8	0,09	15,0	10,4	113	96
Makadamové ořechy	3004	75,8	12,1	58,9	1,5	1,3	0,21	7,9	6,0	11	116
Burské ořechy	2220	49,2	6,8	24,4	15,6	15,6	0,00	25,8	8,5	145	220
Pekanové ořechy	2889	72,0	6,2	40,8	21,6	20,6	1,00	9,2	8,4	22	102
Piniové ořechy	2816	68,4	4,9	18,8	34,1	33,2	0,16	13,7	3,7	34	141
Pistácie	2332	44,4	5,4	23,3	13,5	13,2	0,25	20,6	9,0	51	214
Vlašské ořechy	2738	65,2	6,1	8,9	47,2	38,1	9,08	15,2	6,4	98	72

Vysvětlivky: E – energetický obsah; T – tuky; SA – nasycené mastné kyseliny; MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny; PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; LA – linolová kyselina; ALA – α -linolenová kyselina; B – bílkoviny; L. K. – listová kyselina; V – vláknina; S – steroly

Zdroj: US Department of Agriculture Nutrient

Tabulka č. 2: Obsah vápníku, hořčíku, sodíku a draslíku v mg/100 g

Ořechy	Vápník	Hořčík	Sodík	Draslík
Mandle	248	275	1	728
Para ořechy	160	376	3	659
Kešu ořechy	37	292	12	660
Lískové ořechy	114	163	0	680
Makadamové ořechy	85	130	5	368
Burské ořechy	92	168	18	705
Pekanové ořechy	70	121	0	410
Piniové ořechy	16	251	2	597
Pistácie	107	121	1	1025
Vlašské ořechy	98	158	2	441

Zdroj: US Department of Agriculture Nutrient

3.2 Charakteristika vybraných druhů suchých skořápkových plodů

3.2.1 Ořech vlašský (*Juglans regia*)

Ořech vlašský neboli ořešák královský patří do čeledi ořešákovité (*Juglandaceae*). Tato čeleď čítá sedm rodů s téměř šedesáti druhy. Jedná se o opadavé stromy, které dorůstají do výšky až 25m, mají značně širokou kulovitou a klenutou korunu. Kmen je většinou nízko nad zemí, rozvětven do několika stejně silných větví. Borka je hladká a šedá, později popraskaná a světle hnědošedá. Ořešáky mají střídavé, lichozpeřené listy. Květy jsou malé, žlutozelené nebo žluté jehnědy bez korunních lístků. Plodem je malá nebo velká okřídlená nažka (Coombes, 1996). Botanicky přesně vzato nejde v případě semen o ořechy, nýbrž o pecky peckovic a v nich ukryté laločnaté dělohy (Kremer, 1995).

3.2.1.1 Původ a výskyt

Vlašský ořech byl rozšířen již v době křídové a ve třetihorách od Mexika a Alp až po Grónsko a Aljašku. Doba ledová jej však zatlačila až do prostoru Středozevního moře a Asie, kde nemohl vymrznout. Nyní se nejhojněji vyskytuje v Číně a jihovýchodní Evropě, kde je využíván jako okrasný či užitkový strom. Vzhledem k jeho velké koruně a bohatému olistění potřebuje mnoho vody a nelépe se mu daří v údolích a na břehu řek (Hladík, 1966).

3.2.1.2 Složení a nutriční význam

Vlašský ořech je celosvětově oblíben především díky svému nutričnímu složení. Jádra vlašských ořechů mají vysoký obsah oleje – některé zdroje uvádějí až 740 g/kg, záleží vždy na odrůdě, místu pěstování, genotypu aj. Ač se může na první pohled zdát, že tento vysoký obsah oleje není příliš vhodný pro pravidelnou konzumaci, opak je pravdou. Jedná se o olej složený především z nenasyčených mastných kyselin (Martínez et al., 2010).

Podle Simopoulos (2002) jsou vlašské ořechy jedinečné, protože mají dokonalou rovnováhu mezi polynenasycenými mastnými kyselinami n-6 a n-3. Správný poměr mezi těmito kyselinami je již léta diskutován a poměr 4:1, který obsahují právě vlašské ořechy, se jeví v řadě studií jako ideální a je prokázáno, že pomáhá ke snížení výskytu kardiovaskulárních onemocnění.

Vlašské ořechy jsou také zdrojem tokoferolů, fosfolipidů sfingolipidů, sterolů, uhlovodíků a těkavých sloučenin. Obsahují také řadu fenolických sloučenin, přítomných ve vysokých koncentracích v osemení, u kterých bylo zjištěno, že mají silné antioxidační vlastnosti. Hmota po vyextrahování oleje je bohatá na proteiny (vyznačuje se neobvykle vysokým množstvím argininu, glutamové kyseliny a asparagové kyseliny) a je často využívána pro výrobu funkčních potravin (Martínez et al., 2010).

Tabulka č. 3: Koncentrace tokoferolu v různých odrůdách vlašských ořechů (mg.kg⁻¹)

Odrůdy	α -tokoferol	γ - tokoferol	δ - tokoferol	Celkové množství tokoferolů
Lara	11,4 – 15,7	193,7 – 229,9	10,4 – 13,1	223 – 262
Marbot	10,4 – 12,6	197,2 – 262,0	8,2 – 13,6	220 – 291
Mayette	11,3 – 15,6	200,8 – 258,6	11,4 – 15,6	229 – 287
Mellanaise	8,7 – 10,5	172,6 – 229,9	8,6 – 15,2	194 – 259
Parisienne	11,4 – 16,5	210,3 – 252,7	11,2 – 16,8	240 – 290
Hartley	10,8 – 40,5	204,9 – 264,6	9,8 – 42,3	236 – 347
Franquette	8,9 – 18,7	189,8 – 261,6	8,7 – 40,7	211 – 297

Přeloženo a modifikováno dle (Lavedrine et al., 1997; Amaral et al., 2005).

3.2.1.3 Průmyslové využití

Vlašský ořech je plodina s velkým významem pro potravinářský průmysl. Jádra se využívají buď čerstvá nebo pražená, samostatně nebo jako součást jiných potravinářských výrobků, především v cukrářském průmyslu (Martínez et al., 2010).

Další průmyslové využití představuje především extrakce oleje. Tento olej se lisuje za studena obvykle s použitím hydraulického nebo vřetenového lisu a využívá se ve studené kuchyni. Největší množství tohoto oleje je komerčně vyráběno ve Francii, Španělsku, Chile a Argentině. Vzhledem k tomu, že tento olej obsahuje vysoké množství polynenasycených mastných kyselin (kyselina linoleová a kyselina linolová), dochází velmi snadno k oxidaci a degradaci nutričních vlastností. Je nutné dbát na správnou výrobní praxi a u koncových spotřebitelů především na správné skladování. Ochranu proti oxidaci představují především obsažené tokoferoly, které mají antioxidační vlastnosti (Amaral et al., 2003).

Olej je ale také využíván v kosmetickém průmyslu jako součást krému a v dnešní době velice populárních anti-aging produktů (Martínez et al., 2010).

3.2.1.4 Skladování a technologická úprava

Skladování jak ořechového oleje, tak samotných čerstvých plodů by mělo probíhat za předem definovaných podmínek. Čerstvá jádra vlašských ořechů podléhají, jak již bylo řečeno, velmi snadno oxidaci. Přesto se tyto suché skořápkové plody velmi často dostávají ke koncovým spotřebitelům bez údajů o správném skladování.

Skladováním a ochranou před degradací nutričních vlastností jader vlašských ořechů se zabývala řada studií.

Například v řecké studii byl zkoumán vznik etylenu, obsah fenolů a celková antioxidační aktivita loupáných a neloupáných jader, skladovaných při teplotě 1 °C po dobu 20 dní. Výsledky studie přinesly následující poznatky: během skladování nedošlo ke vzniku etylenu u žádného vzorku, došlo ke zvýšení obsahu fenolů (1,3 krát) a zvýšení antioxidační aktivity (1,2 krát). Skladování v chladu je pro nutriční vlastnosti jader tudíž velmi výhodné (Christopoulos and Tsantili, 2012).

V korejské studii byly zkoumány změny během skladování oleje z pražených a nepražených vlašských ořechů, v temnu, při teplotě 60 °C. Během skladování oleje z nepražených jader došlo vyššímu nárůstu obsahu peroxidu a tudíž snížení oxidační stability oproti oleji z pražených jader. Zajímavostí této studie je, že během skladování bylo prokázáno vyšší množství tokoferolů v oleji z nepražených ořechů (277,77 vs. 314,88 kg.g⁻¹), ale rychlost rozkladu tokoferolů byla mnohem vyšší v oleji z nepražených jader (1.18 vs. 2.17 %/den), tato skutečnost by se výrazněji projevila při dlouhodobějším skladování. Výsledky ukazují, že pražení jader zvýšilo oxidační stabilitu a stabilitu tokoferolu při skladování v temnu (Vaidya and Eun, 2013).

V následující studii byl zkoumán vliv 12cti měsíčního skladování – konkrétně vliv kyslíku, teploty, obalového materiálu, na směs tokoferolů v oblíbených odrůdách vlašského ořechu pocházejícího z Turecka. Bylo prokázáno, že ve vakuově balených ořeších dochází k mnohonásobně menší degradaci tokoferolů než v ořeších, které byly baleny v materiálech s vysokou propustností kyslíku (Bakkalbasi et al., 2014).

3.2.1.5 Zdravotní účinky

Bylo prokázáno, že pravidelná konzumace jader vlašských ořechů má i přes vysokou energetickou hodnotu mnoho zdraví prospěšných účinků.

Davis et al. (2007) ve své studii potvrdili, že pravidelná konzumace vlašských ořechů snižuje plazmatickou hladinu LDL cholesterolu. Studie se zúčastnilo celkem 64 lidí (29 mužů a 35 žen) s metabolickým syndromem. Jídelníčky těchto lidí byly sestaveny tak, aby 20 % denního příjmu tvořily ořechy. Dieta byla dodržována po dobu 8 týdnů. U testovaných osob došlo ke snížení LDL cholesterolu, zvýšení antioxidačních ukazatelů a celkovému zlepšení stavu.

Také v další francouzské studii byl potvrzen pozitivní vliv konzumace vlašských ořechů na hladinu HDL cholesterolu a apolipoproteinu A1 v krvi. Do této studie bylo zapojeno celkem 793 lidí. Tito lidé po dobu jednoho roku konzumovali doporučenou dietu s vysokým množstvím vlašských ořechů. Po celý rok byli respondenti kontrolováni prostřednictvím dotazníků. Na začátku studie a na jejím konci byla respondentům odebrána krev a byly zhodnoceny hladiny LDL, HDL cholesterolu a apolipoproteinů A a B. Na konci studie byl jednoznačně potvrzen pozitivní vliv vlašských ořechů na HDL cholesterol a apolipoprotein A. Pro hladiny LDL cholesterolu a apolipoproteinů B nebyly shledány žádné významné pozitivní změny (Lavedrine et al., 1999).

Americká studie se zabývala vlivem příjmu vlašských ořechů na zlepšení cévního systému a s ním spojeného rizika vzniku ischemické choroby srdeční. Této studii se zúčastnilo 21 lidí, kteří trpěli hypercholesterolémií. Dieta byla sestavena tak, že přibližně 32 % mononenasycených mastných kyselin bylo nahrazeno příjmem polynenasycených mastných kyselin prostřednictvím příjmu vlašských ořechů. Pacienti dodržovali dietu po dobu 4 týdnů. Vzorky krve byly odebrány na začátku a na konci studie. Bylo prokázáno, že dieta bohatá na polynenasycené mastné kyseliny obsažené ve vlašských ořeších má pozitivní vliv na snížení celkového cholesterolu (v průměru o 7,4 %) a také na snížení LDL cholesterolu (v průměru o 10 %) a díky tomu by mohla mít protektivní vliv na cévní systém (Ros, 2004).

3.2.2 Líška obecná (*Corylus avellana*)

Lískový ořech je plodem keře z čeledi břízovité (*Betulaceae*) a sice lísky obecné. Tato čeleď čítá celkem 15 botanických druhů planě rostoucích v severním mírném pásu, na našem území je však rozšířen pouze jeden a to již zmíněná líška obecná (Hladík, 1966).

Líska obecná dorůstá až do výšky 5 m, hlavní větve rostou hustě a dále se vodorovně dělí, přičemž jsou pravidelně obrostlé asi 8 cm dlouhými listy. Líska kvete časně, již v únoru, a má dlouhé, žluté jehnědy. Na podzim dozrávají na několik let starých keřích lískové ořísky (Vermeulen, 1998).

3.2.2.1 Původ a výskyt

Líska obecná, která běžně roste v ČR, pochází ze středozemských zemí, pravděpodobně z Itálie. Nejvhodnější klima pro tento listnatý strom je mírné a teplé podnebí. Nejvíce se jí daří na polostinném místě s dostatkem dešťových srážek (Hladík, 1966).

3.2.2.2 Složení a nutriční význam

Na základě řady měření chemického složení lískových ořechů bylo zjištěno, že tato jádra dle očekávání obsahují vysoké množství tuku – v rozmezí 59 – 69 % z celého obsahu jádra. Na rozdíl od vlašských ořechů obsahují lískové ořechy vysoké množství mononenasyčené mastné kyseliny olejové (asi 84 %) a poměrně nižší množství polynenasycených mastných kyselin – linoleové (okolo 0,1 %) a linolové (11 %). Mimo tyto nenasycené mastné kyseliny obsahují lískové ořechy také menší množství nasycené mastné kyseliny palmitové (Amaral et al., 2006).

Další látky obsažené v lískových ořeších jsou popsány například v turecké studii. Experimentálně byly zjištěny následující hodnoty: průměrná hodnota niacinu je 1,45 mg.100 g⁻¹, vitamínu B₁ je 10,28 mg.100 g⁻¹, vitamínu B₂ 0,05 mg.100 g⁻¹, vitamínu B₆ 0,5 mg.100 g⁻¹, askorbové kyseliny 2,45 mg.100 g⁻¹, kyseliny listové 0,043 mg.100 g⁻¹, retinolu 3,25 mg.100 g⁻¹. Bylo také zjištěno vysoké množství tokoferolů, které činilo 26,9 mg.100 g⁻¹. Dále byly stanoveny také esenciální aminokyseliny a jejich množství – arginin (2003 mg.100 g⁻¹) a leucin (1150 mg.100 g⁻¹) a také neesenciální aminokyseliny – kyselina glutamová (2714 mg.100 g⁻¹) a kyselina asparagová (1493 mg.100 g⁻¹). Zjištěný obsah minerálních látek byl následující: K 863 mg.100 g⁻¹, Mn 186 mg.100 g⁻¹, Mg 173 mg.100 g⁻¹, Ca 5,6 mg.100 g⁻¹, Fe 4,2 mg.100 g⁻¹, Zn 2,9 mg.100 g⁻¹, Na 2,6 mg.100 g⁻¹ a Cu 2,3 mg.100g⁻¹ (Koksál et al., 2006).

3.2.2.3 Skladování a technologická úprava

Poměr předcházejících skupin mastných kyselin obsažených v jádrech lískových ořechů je nejdůležitějším parametrem pro hospodářskou a nutriční hodnotu těchto jader. Nízký obsah

polynenasycených mastných kyselin je sice výhodnější pro delší životnost oleje, avšak polynenasycené mastné kyseliny mají větší přínos pro zdraví konzumentů (Cunnane et al., 1993).

Bylo provedeno mnoho studií a pokusů ve snaze zjistit optimální skladovací podmínky lískových ořechů. Například v turecké studii byly zkoumány neloupané lískové ořechy uložené v polyethylenových sáčkách při relativní vlhkosti 60 – 65 % a teplotě 21 °C po dobu 12 měsíců. Během skladování se zvýšil oproti čerstvým ořechům celkový obsah tuků z 58,68 % na 62,48 %, což představuje statisticky významný rozdíl. Podrobněji bylo zjištěno, že celkový obsah nasycených mastných kyselin se zvýšil z 8,14 % na 8,30 % a celkový obsah nenasycených mastných kyselin sklesl z 92,12 % na 90,88 % po roce skladování. (Koyuncu, 2004).

Španělská studie byla zaměřena na skladování ořechů v podmínkách vybrané ochranné atmosféry. Lískové ořechy byly rozděleny do dvou skupin – vyloupané a nevylopané a uloženy v atmosférách s různým obsahem kyslíku – 1 %, 5 %, 10 % a 20 % a při různých teplotách 7 °C a 25 °C. V pokusu byly sledovány následující parametry: množství peroxidu, číslo kyselosti, procento nenasycených mastných kyselin. Dále byla provedena senzorická analýza. Bylo zjištěno, že během ročního skladování ořechů za uvedených podmínek, žádný z režimů skladování nedal podnět k významnému žluknutí. Bylo také potvrzeno, že skořápka chránila lískové ořechy před oxidačním poškozením. Na základě této studie bylo prokázáno, že skladování v prostředí s úrovní kyslíku nižší než 10 % a teplotou 7 °C je pro kvalitu lískových ořechů nejvýhodnější – v tomto prostředí byla významně snížena autooxidace a také došlo k významně nižšímu žluknutí (San Martin et al., 2001).

V italské studii byl hodnocen vliv skladovacích podmínek na chemické, fyzikální a senzorické vlastnosti lískových ořechů během jednoho roku skladování. Lískové ořechy byly rozděleny do dvou skupin. Byl porovnáván tradiční způsob uchování ve skořápce při pokojové teplotě (první skupina), se skladováním loupaných lískových ořechů uchovaných za chladu (4 °C) a relativní vzdušné vlhkosti 55 % (druhá skupina). Druhá skupina byla dále rozdělena na dvě další podskupiny – se skladováním s nebo bez ochranné atmosféry (1 % kyslíku, 99 % dusíku). Po roce skladování bylo v první skupině, skladované při pokojové teplotě, zjištěno vyšší množství olejové kyseliny (0,47 %) než je považováno za přijatelnou mez pro uskladnění (0,40 %), oproti druhé skupině lískových ořechů, které byly uskladněny

v chladu bez ochranné atmosféry (0,13 %). Nejlepších výsledků však bylo dosaženo ve skupině ořechů, které byly uskladněny v chladu a s použitím ochranné atmosféry – obsah olejové kyseliny činil pouze 0,057 %. Z této studie jednoznačně vyplývá, že použití ochranné atmosféry se doporučuje pro dlouhodobé skladování (Ghirardello et al., 2013).

3.2.2.4 Průmyslové využití

Lískové ořechy se využívají především v potravinářském průmyslu jako součást cukrovinek nebo v podobě pražených výrobků. Z lískových ořechů je také vyráběn olej, který je lisován za studena. Je vhodný pro využití ve studené kuchyni jako součást zálivek či dressingů. Olej z lískových ořechů nachází své uplatnění také v kosmetickém průmyslu jako součást hydratačních krémů a masážních olejů (Mehlenbacher and Olsen, 1996).

3.2.2.5 Zdravotní účinky

Lískové ořechy obsahují velké množství zdraví prospěšných látek. Studie tureckých autorů zkoumala množství vybraných mikronutrientů – B, Co, Fe, Se a Zn v 16 druzích lískových ořechů, s použitím hmotnostní spektrometrie a atomové absorpční spektroskopie, s ohledem na lidské zdraví a výživu. Bylo zjištěno, že konzumace 50 g lískových ořechů pokryje asi 6 % doporučené denní dávky B, 9 % doporučené denní dávky Co, 19 % denní dávky Fe, 9 % doporučené denní dávky Ni a 16 % doporučené denní dávky Zn. Výsledky této studie potvrdily, že lískové ořechy mohou být mimo jiné také důležitým zdrojem mikronutrientů pro lidskou výživu a zdraví (Simsek and Aykut, 2007).

Další studie zkoumala účinky konzumace stravy obohacené o lískové ořechy na hladinu cholesterolu a lipoproteinů u hypercholesterolemických mužů. Studie se zúčastnilo 15 mužů ve věku 48 – 56 let a probíhala po dobu 8 týdnů. Na začátku studie bylo provedeno vstupní vyšetření a vždy jednou za 4 týdny byl zhodnocen stav pacientů na základě laboratorních výsledků. Dieta byla rozdělena do dvou období po 4 týdnech – v prvním období dieta obsahovala nízké množství tuku, cholesterolu a vysoký obsah sacharidů, v druhém období byly do diety přidány lískové ořechy, které tvořily 11,4 % energie z celkového energetického obsahu diety. Bylo zjištěno, že po 4 týdnech konzumace diety s obsahem lískových ořechů došlo ke snížení LDL cholesterolu o 29,5 % a zvýšení HDL cholesterolu o 12,9 % oproti dietě, která lískové ořechy neobsahovala. Tato studie ukazuje, že pravidelná konzumace lískových ořechů i přes vysoký obsah tuku, především však mononenasycených mastných

kyselin, měla mnohem příznivější účinek na plazmatickou hladinu lipidů než strava s nízkým obsahem tuků (Mercan et al., 2007).

3.2.3 Mandloň obecná (*Amygdalis communis*)

Mandloň obecná patří do čeledi růžovité (*Rosaceae*). Jedná se o opadavý, vzpřímený keř nebo až 10 m vysoký strom, někdy od základu s více kmeny. Borka je šedohnědá až načernalá, podélně rozpukaná. Větévky a listy jsou lysé. Květy bílé až světle růžové na neolistěných, krátkých větvičkách. Plody podlouhle oválné, 3 – 6 cm dlouhé a peckou dlouhou 3 – 4,5 cm (Hecker, 2003).

Podle chuti jádra dělíme mandloně na dvě variety – se sladkým jádrem a s hořkým jádrem (Dlouhá a kol., 1997). Hořkoplodá mandloň obsahuje v semeni amygdalin, jedovatou sloučeninu odvozenou od kyseliny kyanovodíkové. Ke smrtelné otravě stačí dávka 7 – 10 hořkých mandlí. Mandle, které se běžně konzumují, jsou plodem sladkoplodé mandloně, která téměř žádný amygdalin neobsahuje (Hecker, 2003).

3.2.3.1 Původ a výskyt

O původu mandloně nejsou přesné údaje. Pravděpodobně však pochází ze západní Asie, neboť nejstarší dochované památky svědčí o tom, že se pěstovala již ve starověké Asýrii a Persii. V 5. století našeho letopočtu se pěstovala v Řecku, odkud ji převzali Římané. Do Evropy se podle několika údajů dostala asi před 300 lety. Skutečné mandloňové plantáže jsou dnes v jižní Evropě, hlavně v jižní Francii, Itálii, ale i ve Španělsku a Portugalsku (Dlouhá a kol., 1997).

Mandloň obecná se nejčastěji vyskytuje na půdách hlubokých, kamenitých, dobře propustných a mírně živných. Preferuje polohy s mírnou zimou a plně slunná místa (Hecker, 2003).

3.2.3.2 Složení a nutriční význam

Na základě výsledků z mnoha stanovování chemického složení jader mandloní, jak komerčně pěstovaných, tak volně rostoucích bylo zjištěno, že tato jádra obsahují celkové množství lipidů v rozmezí 25 – 66 g/100 g mandlí (čerstvá hmotnost). Olejová a linolová kyselina tvoří asi 90 % z celkového obsahu lipidů. Hladina nasycených mastných kyselin, je velmi nízká, okolo 10 %. Celkový obsah bílkovin se pohybuje v rozmezí 14 – 26 g/100 g mandlí. Obsah

sacharózy je přibližně 5,5 g/100 g. Hlavním vitamínem obsaženým v mandlích je jedna z forem vitamínu E – α -tokoferol. Mandle jej obsahují průměrně 0,24 mg/100g. Díky tomuto obsahu jsou mandle považovány za poměrně významný zdroj vitamínu E. Další vitamíny jsou obsaženy v zanedbatelném množství. Z minerálních látek jsou mandle dobrým zdrojem manganu, hořčíku, mědi a fosforu (Yada et al., 2011).

3.2.3.3 Skladování a technologická úprava

Určením ideální skladovací techniky mandlí a dalších ořechů, aby docházelo co k nejmenší ztrátě přirozených a zdraví prospěšných nutričních vlastností, se zabývalo mnoho vědeckých týmů.

Například ve španělské studii se autoři zabývali rozdíly v kvalitě mandlí, skladovaných při teplotách 8 a 36 °C, balených ve dvou druzích atmosféry (O_2 a NO_2) a dvěma druhy ošetření – pražené a surové. Studie trvala 9 měsíců a byly v ní sledovány následující parametry: vlhkost, obsahu tuku, množství peroxidu, obsah tokoferolů a množství aflatoxinů. Výsledky přinesly zajímavá zjištění. Během testu nebyly pozorovány žádné významné rozdíly u mandlí balených v atmosféře O_2 a NO_2 v souvislosti s měřenými parametry. Dalším zajímavým zjištěním bylo, že mandle ve skořápce, skladované v pokojové teplotě měly v závěru testu vysokou kvalitu ve všech sledovaných parametrech. Bylo také zjištěno, že existuje významná vzájemná souvislost mezi zvýšením množství peroxidu a snížením obsahu α -tokoferolu – což mělo za následek snížení nutričních vlastností mandlí (Garcia-Pascual, 2003).

Italská studie byla provedena s cílem zjistit vliv podmínek skladování mandlí ve skořápce a bez skořápky a také vliv teploty skladování pro případné další zpracování. Z výsledků chemických analýz bylo zjištěno, že mandle s ideálními nutričními vlastnostmi pro další zpracování lze získati po čtyřměsíčním skladování ve skořápce při pokojové teplotě (18 °C – 25 °C). Mandle bez skořápky vykazovaly ideální nutriční vlastnosti pro další zpracování při teplotě 2 °C, po osmi měsících skladování. Závěrem bylo zjištěno, že pokud bude doba mezi sklizní a plánovaným dalším zpracováním delší než 12 měsíců, je ideální skladovat vyloupané ořechy při teplotě 2 °C (Senesi et al., 1996).

3.2.3.4 Průmyslové využití

Mandle jsou využívány se k výrobě cukrovinek a čokolády, v potravinářství i v lékařství. Před použitím je nutné jádra spařit vřelou vodou a zbavit je hnědé blanité slupky. Lisováním mandlí se získává jemný olej, využívaný v lékařství a kosmetickém průmyslu (Dlouhá a kol., 1997).

3.2.3.5 Zdravotní účinky

Mnoho studií se zabývalo snahou o potvrzení souvislosti konzumace mandlí a možností příznivého ovlivnění koncentrace sérových lipidů a lipoproteinů a potažmo snížením rizika vzniku kardiovaskulárních onemocnění.

Touto skutečností se zabývala také americká studie. Studie se zúčastnilo 25 zdravých dobrovolníků ve věku 41 – 54 let. Dobrovolníci byli náhodně rozděleni do dvou skupin. První skupině byla podávána strava bez obsahu mandlí (kontrolní skupina), druhé skupině byla podávána strava, která obsahovala 68 g mandlí a představovala 20 % energie z celkového denního energetického příjmu. Bylo zjištěno, že díky dietě bohaté na madle, došlo ke snížení celkového cholesterolu (o 0,24 mmol/l, což představovalo snížení o 4,4 %, $p = 0,001$), LDL cholesterolu (o 0,26 mmol/l, snížení o 7,0 %, $p < 0,001$), apolipoproteinu B (o 6,6 mg/dl snížení o 6,6 %; $p < 0,001$); zvýšení HDL cholesterolu (o 0,02 mmol/l; zvýšení o 1,7 %; $p = 0,08$); a zároveň ke snížení poměru LDL k HDL cholesterolu (o 8,8 %, $p = 0,001$) (Sabate et al., 2003).

Další studie se zabývala zhodnocením vlivu dávky mandlí na koncentraci vitamínu E v krevní plazmě. Je velmi dobře známo, že tento antioxidant je důležitý pro prevenci vzniku řady onemocnění, mimo jiné také kardiovaskulárních onemocnění, které se řadí mezi nejčastější a nejzávažnější civilizační onemocnění 21. století. Studie se zúčastnilo 16 zdravých mužů a žen ve věku 41 – 54 let s průměrnou váhou 71 – 74 kg. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin, dieta pro obě skupiny byla stanovena na hodnotu 8368 kJ/den. První skupina dostávala dietu bez obsahu mandlí, druhá skupina dietu, v níž 10 % energie bylo nahrazeno právě příjmem mandlí. Bylo prokázáno, že strava, obsahující 10 % mandlí dokáže plně pokrýt potřebu vitamínu E, která je v USA stanovena na 15mg/den, což jasně ukazuje, že je velmi vhodné zařazovat mandle do každodenního jídelníčku (Jambazian et al., 2005).

3.2.4 Pistácie pravá (*Pistacia vera*)

Pistácie pravá patří do čeledi ledvinovnickovité (*Anacardiaceae*). Jedná se o dvoudomý keř nebo strom vysoký 5 – 7 m. Kolem hlavního kmene tvoří množství výmladků, které stále nahrazují odumírající kmeny, takže se rostlina dožívá stáří až 160 let. Pistácie má lichozpeřené, opadavé listy, složené z 3 až 5 lístků. Květy jsou drobné se žlutozelenými lístky sdružené do latovitých nebo hroznovitých květenství (Dlouhá a kol., 1997).

Plodem jsou malé peckovice, na koncích lehce prohnuté. Skořápka plodu při dozrávání často praská a odhaluje zelenavá semena (Lehari a Colditz, 2002).

3.2.4.1 Původ a výskyt

Domovem pistácie jsou teplé oblasti kolem Středoziemního moře a přilehlá část Asie, kde také roste planě. Je to velmi stará kulturní plodina, o níž se již v 1. století n. l. zmiňoval proslulý starořecký lékař Dioskorides. Dnes se pěstuje zejména v Turecku, Iránu, na Sicílii, Afghánistánu, Sýrii, Řecku, Tunisku a v jižní Francii. Nejlépe se jí daří na slunných, suchých, kamenitých stráních, přičemž není náročná na půdu a je také značně mrazuvzdorná (Dlouhá a kol., 1997).

3.2.4.2 Složení a nutriční význam

Rozlišujeme celkem 11 druhů pistácií. Všechny druhy jsou bohaté na tuky a proteiny (Lehari and Colditz, 2002).

Semena obsahují 19 – 23 % bílkovin, 43 – 62 % tuků, 15 – 18 % sacharidů a asi 8 % vody. Jsou také velmi dobrým zdrojem vitamínu B (Dlouhá a kol., 1997).

3.2.4.3 Skladování a technologická úprava pistácií

Skladovací podmínky pistácií se v mnohém neliší od ostatních suchých skořápkových plodů. Je třeba dbát na dobré uskladnění, vhodnou teplotu a také atmosféru či prostředí skladu.

Maskan and Karatas (1998) ve své studii uvádí, že nejvhodnější pro skladování pistácií je prostředí s 98 % CO₂ a 2 % O₂ a současně při teplotě 10 °C.

Také další turecká studie potvrdila, že nejvhodnější je skladování pistácií v ochranné atmosféře s 98% CO₂ a 2 % O₂. Zkoumáno bylo skladování v této atmosféře při 10 °C, 20 °C a 30 °C. Jako nejvhodnější bylo vyhodnoceno skladování pistácií za nižších teplot a zároveň

v uvedené ochranné atmosféře. Dále bylo potvrzeno, že atmosféra s vysokým množstvím CO₂ prokazatelně zlepšuje stabilitu nutričních látek obsažených v pistáciích během skladování (Maskan, 1999).

3.2.4.4 Průmyslové využití

Pistácie se suší a praží s vnější slupkou a mají velký význam v potravinářském průmyslu. Slouží jako pochutina a jako koření pro sladkosti a pečivo. Z pistácií se také vyrábí cenný olej, který je bohatý na vitamin E. Z vnitřní slupky se získává červené barvivo tanin. Významná je také pryskyřice, která se využívá ve stomatologii (Lehari a Colditz, 2002).

3.2.4.5 Zdravotní účinky

Je velmi dobře známo, že zvýšené hladiny sérového cholesterolu hrají důležitou roli v rozvoji ischemické choroby srdeční. Pistácie jsou velmi významným zdrojem vitamínů, minerálů, fytochemikálií a také zdraví prospěšných tuků, proto by mohli hrát roli právě v boji s vysokou hladinou cholesterolu, což naznačuje řada studií.

Jako příklad lze uvést menší americkou studii, která se zabývala souvislostí mezi příjmem pistácií a zlepšením hladiny sérových lipidů. Studie se zúčastnilo 10 pacientů se středně těžkou hypercholesterolémií. Experiment byl prováděn po dobu 3 týdnů, přičemž 20 % denního energetického příjmu bylo nahrazeno právě pistáciemi. Po 3 týdnech byla provedena laboratorní analýza krve. Byl zjištěn pokles celkového cholesterolu ($p < 0,04$), zvýšení HDL ($p < 0,09$), pokles celkového cholesterolu/HDL poměr ($p < 0,01$) a snížení LDL/HDL poměru ($p < 0,02$). Došlo také ke snížení triglyceridů a LDL cholesterolu, ale nebylo statisticky významné. Tělesná hmotnost a krevní tlak pacientů zůstal konstantní po celou dobu studie. Výsledky této studie potvrzují příznivý vliv konzumace pistácií na snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění (Edward et al., 1999).

Turecká studie zkoumala účinky konzumace pistácií na hladinu glukózy, celkového cholesterolu a triacylglycerolů v krvi. Do studie bylo zahrnuto 32 zdravých mladých mužů ve věku od 21 do 24 let. Po dobu čtyř týdnů byla těmto mužům podávána středomořská strava a po uplynutí této doby byla provedena laboratorní diagnostika uvedených analytů. Poté po dobu dalších 4 týdnů muži konzumovali středomořskou dietu, ale 20 % z celkové denní energetické hodnoty bylo nahrazeno pistáciemi a opět bylo provedeno laboratorní vyšetření. Studie přinesla zajímavé výsledky – dieta obohacená o pistácie významně snížila hladinu

glukózy ($P < 0,001$, $-232 \pm 11,9\%$), celkového cholesterolu ($P < 0,001$, $-21,2 \pm 9,9\%$) a také triacylglycerolů ($P = 0,008$, $-13,8 \pm 33,8\%$). Tato studie prokázala, že vyvážená strava s pravidelným příjmem pistácií má příznivé účinky nejen na snížení cholesterolu, ale také na zlepšení hladiny krevní glukózy (Sari et al., 2010).

3.2.5. Ledvinovník západní (*Anacardium occidentale*)

Patří do čeledi ledvinovníkovitých (*Anacardiaceae*). Jedná se o stálezelený, 7 – 18 metrů vysoký strom s kmenem i větvemi šedavé barvy. Listy jsou střídavé a celokrajné. Květy jsou drobné, žlutavě zelené až narůžovělé a zvonkovité. Oříšek kešu je semenem plodu ořechu, které se tvoří na předním konci zdužnatělé červené květní stopky tzv. jablku kešu (Dlouhá a kol., 1997).

3.2.5.1 Původ a výskyt

Ledvinovník pochází z Karibiku a severovýchodní Brazílie. Nyní se pěstuje převážně v Brazílii (Lehari a Colditz, 2002).

3.2.5.2 Složení a nutriční význam

Plody mají chutná semena bělavé barvy s obsahem cca 19,6 % bílkovin, 46,2 % tuků, 26,4 % sacharidů, 1 % vlákniny a 2,7 % minerálních látek. Konzumují se pouze pražená semena. Využívají také pro výrobu náplní do čokolád, bonbonů apod. Ze semen se lisuje olej pro potravinářské i technické účely. Skořápka ořechu obsahuje 30 – 35 % smolnatého oleje – kardolu, s výbornými dezinfekčními účinky (Dlouhá a kol., 1997).

3.2.5.3 Skladování

Skladováním kešu ořechů se zabývala brazilská studie. Pražené a solené ořechy byly skladovány po dobu 360 dní při teplotě 30 °C a při 80% vlhkosti. Pro uskladnění byly použity následující obalové materiály: polypropylen/polyethylen (PP/PE), metalizovaný polyethylen teraftalát/polyethylen (PETmet/PE) a jako třetí polyethylentereftalát/hliníková fólie/polyethylen o nízké hustotě (PET/Al/LDPE). Během skladování byly vyhodnocovány tyto ukazatele: vlhkost, kyselost, obsah tokoferolu a obsah mastných kyselin. Zvýšená vlhkost byla zjištěna při skladování ve všech obalech kromě ořechů balených v PET/Al/LDPE. Kyselost, obsah tokoferolu a mastných kyselin byly konstantní u všech obalových materiálů. Doba použitelnosti na základě významného poklesu senzorických vlastností ořechů byla

pro tyto obalové materiály určena následovně: 210 dnů pro PP/PE obaly a 310 dnů pro PETmet/PE obaly. Výrazné snížení senzoričkových vlastností nebylo pozorováno v obalech PET/A1/LDPE ani po 360 dnech skladování a jsou tedy nejvhodnějším materiálem pro skladování kešu ořechů za daných podmínek (Lima et al., 1998).

Zajímavé výsledky přinesla také indická studie, která se zabývala skladováním ořechů. Tyto ořechy byly ošetřeny ionizujícím zářením. Ozařování potravin je studený proces, který se v poslední době hojně využívá v potravinářském průmyslu pro uchování potravin, bez nežádoucích důsledků na nutriční vlastnosti potravin. Cílem této studie bylo prokázat, zda má ošetření kešu ořechů ionizujícím zářením, které jak je známo vyvolává vznik volných radikálů, pozitivní či negativní vliv na případné uskladnění těchto ořechů. Je známo, že kešu ořechy jsou velmi bohaté na tuky a v něm rozpustný vitamín E, který je velmi významným přírodním antioxidantem. Studie prokázala, že ošetření kešu ořechů ionizujícím zářením představuje značné ztráty vitamínu E a tudíž je nevhodným ošetřením před případným skladováním (Sajilata et al., 2006).

3.2.5.4 Zdravotní účinky

Příznivé zdravotní účinky kešu ořechů na snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění, konkrétně poruchu citlivosti baroreflexu, který slouží k akutní regulaci krevního tlaku, zkoumala africká studie. Cílem této studie bylo určit, zda strava bohatá na polynenasycené mastné kyseliny, obsažené ve vlašských ořeších nebo strava bohatá na mononenasycené mastné kyseliny obsažená v kešu ořeších dokáže zlepšit citlivost baroreflexu u pacientů trpících metabolických syndromem. Studie se zúčastnilo 62 pacientů, kteří byli rozděleni podle pohlaví a věku na 3 skupiny. První skupina byla kontrolní (bez příjmu ořechů), druhá skupina konzumovala vlašské ořechy spolu s pravidelnou stravou, třetí skupina konzumovala pravidelnou stravu a kešu ořechy, přičemž ořechy představovaly 10 % energetického příjmu z celodenní stravy. Výzkum trval 8 týdnů. Na základě provedeného vyšetření bylo prokázáno, že ve skupině, která konzumovala vlašské ořechy, jako součást stravy došlo ke snížení citlivosti baroreflexu ($P = 0,038$), naopak ve skupině, která konzumovala kešu ořechy, došlo ke zvýšení citlivosti baroreflexu ($P = 0,036$), v kontrolní skupině nedošlo k žádné výrazné změně ($P = 0.56$). Studie tak potvrzuje pozitivní účinky pravidelné konzumace kešu oříšků na kardiovaskulární systém (Schutte et al., 2006).

Závažným problémem dneška, který také souvisí s kardiovaskulárním onemocněním a často také se špatným životním stylem je porucha lipidového metabolismu, která může být způsobena i metabolickými poruchami. Následující studie se zabývala pacienty s diabetickou dislipidémií a vlivem příjmu kešu ořechů na profil sérového HDL cholesterolu. Dislipidémie je metabolické onemocnění, které je charakterizováno zvýšenou koncentrací lipidů nebo lipoproteinů v důsledku poruchy odbourávání, bohužel je také často spojeno se současným snížením HDL cholesterolu. Studie probíhala po dobu 8 týdnů, zúčastnilo se jí 50 pacientů (34 žen a 16 mužů), kteří byli rozděleni do dvou skupin. První skupina dostávala pravidelnou stravu bez přídavku kešu ořechů, druhá skupina konzumovala stravu, v níž kešu ořechy představovali 10 % z celkového denního energetického příjmu. Stav sérových lipidů byl analyzován na začátku a na konci studie prostřednictvím laboratorního vyšetření krve. Bylo prokázáno, že strava pacientů, která byla obohacena o kešu ořechy, prokazatelně zvýšila ($P = 0,023$) hladiny HDL cholesterolu, oproti stravě pacientů v kontrolní skupině ($P = 0,01$). Tato studie naznačuje možnou pozitivní roli mononenasycených mastných kyselin, obsažených v kešu ořeších v boji proti poruchám lipidového metabolismu (Darvish et al., 2012).

3.2.6. Podzemnice olejná (*Arachis hypogaea*)

Podzemnice olejná patří do čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Jedná se o jednoleté rostliny. Plodem jsou oříškovité lusky, které obsahují převážně dvě světle hnědá semena, s tenkou, tmavě hnědou slupkou, obklopená žlutošedou, křehkou, síťovaně strukturovanou slupkou (Lehari a Colditz, 2002).

3.2.6.1 Původ a výskyt

Podzemnice olejná pochází Jižní Ameriky, kde v minulosti bývaly obrovské plantáže těchto rostlin. Nyní se nejhojněji pěstuje v Indii, Číně, USA a Africe (Lehari a Colditz, 2002).

3.2.6.2 Složení a nutriční význam

Semena podzemnice olejně neboli burské oříšky obsahují okolo 25 % bílkovin a asi 50 % tuků. Obsah nasycených mastných kyselin je okolo 15 – 18 %, obsah nenasycených mastných kyselin je okolo 77 %, přičemž 45 % tohoto obsahu tvoří kyselina olejová a 32 % kyselina linolová. Obsah nutrietů se liší odrůdově. Obsahem tokoferolů v semenech 6 různých odrůd

podzemnice olejné se zabývala mexická studie, která přinesla následující výsledky, uvedené v Tabulce č. 4.

Tabulka č. 4: Obsah jednotlivých tokoferolů v mg/100g extrahovaného oleje podzemnice olejné

Odrůda	α -tokoferol	γ -tokoferol	δ - tokoferol	Celkové množství tokoferolů
Ranferi Diaz	11.1 \pm 0.7	27.3 \pm 0.8	0.6 \pm 0.2	38.9 \pm 0.2
VA-81-B	9.3 \pm 0.5	34.3 \pm 0.9	0.5 \pm 0.2	44.2 \pm 0.5
NC-2 10.0	10 \pm 0.9	34 \pm 1.3	0,6 \pm 0.2	45.5 \pm 0.4
Col-61-Gto	15.5 \pm 0.4	36.9 \pm 1.7	1.5 \pm 0.1	54.0 \pm 2.1
Col-24-Gro	12.9 \pm 0.8	39.0 \pm 0.6	2.0 \pm 0.1	53.9 \pm 0.3
Florunner	13.1 \pm 0.3	56.8 \pm 0.5	0.8 \pm 0.1	70.6 \pm 0.8

Přeloženo a modifikováno dle (Campos-Mondragón, 2009)

Největšími producenty burských oříšků jsou v současné době USA, Čína a Indie, které je dodávají zbytku světa. Burské oříšky se využívají k přímé spotřebě jako solené výrobky, jako součást cukrovinek nebo jsou využívány k výrobě oleje či stále oblíbenějšího arašídového másla (Davis et al., 2008).

3.2.6.3 Skladování

Obsahem tokoferolu při skladování pražených burských oříšků se zabývala argentinská studie. Burské oříšky byly skladovány po dobu 33, 56 a 84 dní, při 40 °C, vždy po uvedeném intervalu bylo provedeno měření. Tým argentinských vědců jednoznačně prokázal, že při skladování dochází k postupnému snižování obsahu tokoferolu a přímo úměrného zvyšování peroxidového čísla, je tedy prokazatelné, že při dlouhodobém skladování dochází k peroxidaci lipidů, což může mít negativní vliv na chuť a nutriční či sensorické vlastnosti burských oříšků při konzumaci nebo pro další zpracování (Silva et al., 2010).

Americká studie se zabývala vlivem 12 týdenního skladování burských oříšků na stabilitu tokoferolu. Burské oříšky byly buď pražené nebo v surovém stavu a byly uskladňovány v atmosféře s vakuem nebo na vzduchu, při teplotě 21 °C. Tým amerických chemiků zjistil, že během 12 týdenního skladování došlo ve vakuu k poklesu množství tokoferolu o 50 %,

při skladování na vzduchu o 90 %. Na základě této studie byla vakuová atmosféra vyhodnocena jako nejvhodnější pro uskladňování burských oříšků (Chun et al., 2005).

3.2.6.4 Zdravotní účinky

Americká studie se zabývala vlivem stravy bohaté na arašídy na kardiovaskulární stav pacientů. Této randomizované studie se zúčastnilo celkem 151 náhodně vybraných pacientů, kterým byla denní strava obohacena o 42 g arašídů. Na začátku a na konci studie byl pacientům změřen krevní tlak, cholesterol a triglyceridy. Bylo zjištěno, že konzumace arašídů v uvedeném množství, snížila krevní tlak (z $5,0 \pm 1,7$ mm Hg na $-0,7 \pm 0,6$ mm Hg), cholesterol (z $12,1 \pm 8,5$ mg/l na $5,6 \pm 2,0$ mg/dl) a triglyceridů (z $31,7 \pm 15,8$ mg/dl na $2,3 \pm 3,0$ mg/dl). Pravidelná konzumace arašídů představuje přínos v boji proti kardiovaskulárnímu onemocnění (Jones et al., 2014).

3.2.7. Juvie zteplá (*Bertholletia excelsa*)

Juvie zteplá je exotický strom, který patří do čeledi hrnečnickovité (*Lecythidaceae*). Tento strom dorůstá až do výšky 50 m. Plodem jsou více než 30 cm veliké dřevnaté tobolky, které obsahují 15 – 40 semen. Tato semena jsou asi 5cm veliká, velmi tvrdá a jsou sbírána kvůli jedlému zárodku, který je známý jako para ořechy (Zuidema and Boot, 2002).

3.2.7.1 Původ a výskyt

Juvie zteplá pochází z amazonské části na severu Brazílie, vyskytuje se také v sousedních zemích například v Peru, Bolívii, Surinamu či Guyaně. Největší světový export pochází právě z Bolívie a představuje asi 54 % veškerého exportu (Freitas-Silva and Venâncio, 2011).

3.2.7.2 Složení a nutriční význam

Para ořechy mají vysokou nutriční hodnotu. Procentuální zastoupení základních nutrietiů, které tyto ořechy obsahují, je 13 % sacharidů, 17 % bílkovin a 60 – 70 % tuků. Poměr mezi nasycenými, mononenasyčenými a polynenasycenými mastnými kyselinami je 25:41:34. Nejvýznamnějšími zástupci nasycených mastných kyselin, které para ořechy obsahují, jsou kyselina palmitová a stearová, z polynenasycených mastných kyselin je to kyselina linoleová a nejvýznamnějším zástupcem mononenasyčených mastných kyselin je kyselina olejová. Para ořechy jsou také velmi významným zdrojem selenu, také obsahují nezanedbatelné množství

niacinu, vitamínu E, hořčíku, fosforu, vápníku, železa, draslíku, zinku a v neposlední řadě také vlákniny (Yang, 2009).

V potravinářském průmyslu se para ořechy využívají jak nezpracované, tak zpracované. Ořechy jsou prodávány ve skořápce nebo loupané, částečně sušené či dehydratované. Ze zpracovaných para ořechů je možné vyrobit mléčné nápoje, lisováním také kvalitní olej a používají se rovněž do řady potravinářských výrobků. Jsou součástí cereálií, čokolád a mnoha dalších potravinářských výrobků (Calderari et al., 2013).

3.2.7.3 Podmínky skladování

Para ořechy jsou vzhledem k vysokému obsahu tuků velmi náročnou surovinou pro uskladnění.

Ribeiro et al. (1993) ve své studii zkoumali nejvhodnější atmosféru pro loupané para ořechy, které byly uskladněny v polypropylenových sáčcích potažených PVC, po dobu 12 měsíců při běžné pokojové teplotě. V tomto testu jednoznačně nejlépe obstála atmosféra s obsahem absorbérů kyslíku, která dokázala nejlépe zabránit oxidačnímu poškození a následnému žluknutí. Naopak nejméně vhodná byla atmosféra s obsahem kyslíku, která již po dvouměsíčním skladování vykazovala značné zhoršení sensorických a nutričních vlastností ořechů.

Vhodnou atmosférou pro uskladnění loupaných para ořechů se zabývala také brazilská studie. Cílem této studie bylo nalézt vhodné podmínky pro eliminaci mikrobiální kontaminace a také zabránit oxidačnímu poškození ořechů. Jako nejvhodnější bylo vyhodnoceno vakuové balení ořechů (Scussel et al., 2011).

3.2.7.4 Zdravotní účinky

Kešu ořechy jsou významným zdrojem selenu, jehož působením na lidské zdraví se zabývalo již mnoho studií. Bylo zjištěno, že selen je součástí mnoha důležitých antioxidantních enzymů a díky jeho pravidelné konzumaci lze pravděpodobně předcházet řadě onemocnění, které souvisí s oxidačním poškozením tkání.

Brazilská studie se zabývala konzumací kešu ořechů a jeho vlivem na HDL cholesterol, LDL cholesterol, tryacylglyceroly a hladinu plazmatického selenu u patnácti normolipidemických pacientů. Tito pacienti denně po dobu patnácti dnů konzumovali 45 g kešu ořechů.

Před začátkem studie a po patnácti dnech byla odebrána krev pro biochemickou analýzu uvedených parametrů. Studie nepotvrdila změny ve složení cholesterolu, došlo pouze ke zvýšení hladiny cholesterylesteru u HDL cholesterolu, který zlepšuje dráhu reverzního transportu cholesterolu. Studie především potvrdila velmi významné zvýšení plazmatického selenu (Strunz et al., 2008).

Také americká studie se zabývala obsahem selenu v kešu ořechích a jeho experimentálně protektivním účinkem v diagnóze karcinomů. Tato studie mimo jiné poukázala na to, že kešu ořechy jsou opravdu mimořádným zdrojem selenu a obsahují asi 16 – 30 ug/g. Naproti tomu běžně konzumované potraviny obsahují přibližně 0,01 – 1 ug/g selenu. Řada výzkumů zaměřujících se na chemoprevenci karcinomů využívá pouze čistých sloučenin jako je například seleničitan sodný. Jen málo studií využívá suplementaci prostřednictvím přírodní formy selenu obsažené v potravinách. Studie prokázala, že přírodní selen obsažený v kešu ořechích má stejnou nebo možná i vyšší využitelnost při tvorbě důležitého antioxidačního enzymu – glutathionperoxidázy než seleničitan sodný, který se v boji proti vzniku oxidačního stresu a s ním spojeného vzniku karcinomu běžně využívá. Tyto poznatky budou v budoucnu dále rozvíjeny (Clement and Donald, 1994).

3.2.8 Další druhy exotických suchých skořápkových plodů

3.2.8.1 Borovice pinie (*Pinus pinea*)

Tento jehličnatý strom patří do čeledi borovicovité (*Pinaceae*). Jedná se o 25 – 30 metrů vysoký neopadavý strom, který se vyznačuje svojí typickou deštníkovitě rozložitou korunou. Původní pravlastí borovice je Malá Asie, v současné době se hojně vyskytuje v Severní Americe a Evropě, především v oblasti Středomořského moře, kde je hojně využívána v potravinářském průmyslu na výrobu oleje či cukrovinek (Özgülven et al., 2005).

Piniové oříšky se nacházejí uvnitř borové šišky. Tato jádra jsou bohatým zdrojem bílkovin (až 31 g/100 g sušiny), vitamínu B₁ a B₂ a také minerálů – především draslíku a fosforu. Na základě řady studií, zabývajících se středomořskou stravou, bylo zjištěno, že piniové oříšky mají díky své skladbě mastných kyselin velmi pozitivní vliv na lidské zdraví především jako prevence kardiovaskulárních onemocnění (Evaristo et al., 2010). Jako příklad může posloužit korejská studie, která zkoumala účinky stravy bohaté na polynenasycené kyseliny, jejichž zdroj představovali piniové ořechy, na aterosklerotické markery v krvi

pokusných krys. Pokus trval 6 týdnů a jasně prokázal snížení sledovaných markerů u krys, které byly krmeny stravou s vysokým podílem oleje z piniových oříšků. Studie naznačuje, že olej z piniových oříšků zlepšuje aterosklerotické markery a mohl by být použit jako funkční přísada v potravinářském průmyslu na podporu kardiovaskulárního systému (Kang et al., 2015)

3.2.8.2 Makadamie (*Macadamia*)

Makadamie jsou stálezelené stromy z čeledi proteovité (*Proteaceae*), které dorůstají do výšky až dvanácti metrů. Tyto stromy pochází z Austrálie, kde jsou také nejvíce rozšířeny. Plodem jsou makadamové ořechy, které rostou na dvou druzích makadamii a to na *Macadamia integrifolia* a *Macadamia tetraphylla* (Kaijser et al., 2000).

Makadamové ořechy patří k hospodářsky i nutričně nejvýznamnějším druhům suchých skořápkových plodů, především díky vysokému množství tuku. Jeho obsah je v rozmezí 69 – 78 %. Tento tuk je využíván jak v potravinářském, tak v kosmetickém průmyslu. Ve složení tuků makadamových ořechů jsou nejvýznamněji zastoupené mononenasyčené mastné kyseliny, jejichž obsah je až 60 g/100 g ořechů. Kromě nutričně významných tuků obsahují makadamové ořechy také vysoké množství rostlinných sterolů a řadu minerálů. Významné je množství Mn a také obsah vitamínů rozpustných v tucích – především vitamínů E (Curb et al., 2000).

Je všeobecně známo, že mononesnasyčené mastné kyseliny mají velmi příznivý vliv na lidské zdraví. Australská studie zkoumala možnosti snížení cholesterolu prostřednictvím příjmu makadamových ořechů. Studie se zúčastnilo sedmáct hypercholesterolemických mužů (průměrný věk 54 let), kteří každodenně, po dobu čtyřech týdnů, konzumovali makadamové ořechy v dávce 40 – 90 g. Tato dávka představovala nahrazení přibližně 15 % celkového příjmu energie. Na základě provedených vyšetření před začátkem a po skončení studie bylo prokázáno, že strava obohacená o příjem makadamových ořechů příznivě ovlivňuje hladinu cholesterolu, neboť došlo ke snížení LDL cholesterolu v průměru o 5,3 % u všech účastníků studie a naopak velmi žádanému zvýšení HDL cholesterolu o 7,3 %. Tato studie ukazuje, že příjem makadamových ořechů jako součást každodenní stravy příznivě modifikuje plazmatický lipidový profil u hypercholesterolemických mužů i přesto, že obsahuje poměrně vysoký podíl tuku (Garg et al., 2003).

3.2.8.3 Ořechovec pekanový (*Carya Illinoensis*)

Ořechovec pekanový je opadavý strom, který patří do čeledi ořešákovité (*Juglandaceae*). Jak už název čeledi napovídá, jsou pekanové ořechy blízce příbuzné s vlašskými ořechy. Vyznačují se však lepší chutí a výraznou sladkostí. Původní vlastní tohoto stromu je oblast Mississippi, dnes je nejvíce rozšířen v USA, Austrálii a jižní Africe (Lehari and Colditz, 2002).

Pekanové ořechy obsahují průměrně 3,51 g vody, 72 g tuku, 9 g proteinu, 14 g cukrů a 9,6 g vlákniny na 100 g ořechů. Tato jádra jsou také dobrým zdrojem minerálů především Zn, Mn, P a Cu. Na základě analýz bylo zjištěno, že pekanové ořechy jsou výborným zdrojem niacinu (1,17 mg/100 g) a listové kyseliny (22 mg/100 g), dále obsahují nezanedbatelné množství vitamínu C, thiaminu a riboflavinu. Složení lipidového profilu pekanových ořechů je také velmi příznivé, obsahují pouze 9,0 % nasycených mastných kyselin, 59,5 % mononenasycených mastných kyselin a 31,5 % polynenasycených mastných kyselin. Celkové složení pekanových ořechů je nutričně velmi zajímavé a hodnotné (Koch et al., 2009).

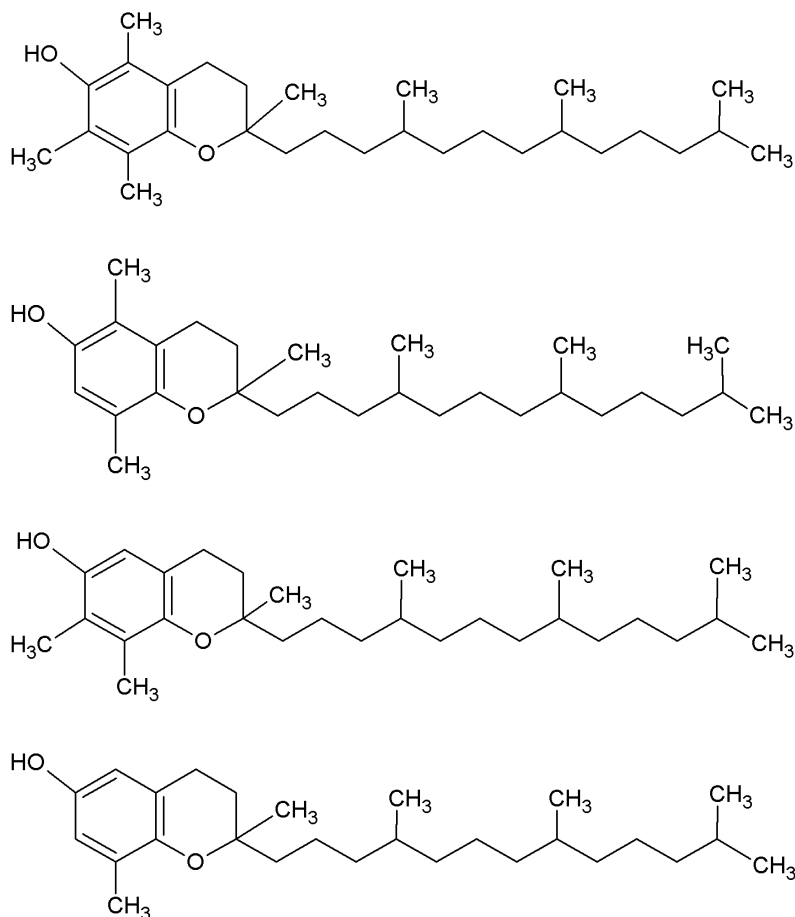
Mexická studie se zabývala ovlivněním hladiny cholesterolu prostřednictvím konzumace pekanových ořechů. Studie se zúčastnilo celkem 19 osob, které byly rozděleny do dvou skupin – první skupina konzumovala stravu obohacenou o 68 g pekanových ořechů, druhá skupina konzumovala stravu bez ořechů. Na začátku a na konci studie byl hodnocen celkový cholesterol, dále hodnoty HDL a LDL cholesterolu. Po skončení 8 týdnů trvající studie bylo zjištěno, že došlo ke snížení LDL cholesterolu ve skupině konzumující pekanové ořechy z $2,61 \pm 0,49$ mmol/l na $2,46 \pm 0,59$ mmol.l⁻¹. Celkový cholesterol byl výrazně nižší u skupiny, která konzumovala pekanové ořechy proti kontrolní skupině $4,22 \pm 0,83$ vs $5,02 \pm 0,54$ mmol.l⁻¹ a také hladina HDL cholesterolu byla vyšší u osob konzumující stravu bohatou na přírodní lipidy z pekanových ořechů oproti kontrolní skupině – 1,3710 vs 1,4710. mmol.l⁻¹. Tato studie naznačuje možnost příznivého ovlivnění zdraví a především prevenci vzniku kardiovaskulárních onemocnění, prostřednictvím pravidelné konzumace pekanových ořechů (Morgan and Clayshulte, 2000).

3.3 Vitamin E

Tokoferoly a tokotrienoly zahrnují skupinu silných, v tucích rozpustných antioxidačních látek. Souhrnně jsou označovány jako vitamín E. Z řady výzkumů a analýz bylo zjištěno, že molekuly vitamínu E, které mají antioxidační aktivitu, zahrnují čtyři druhy tokoferolů (α , β , γ , δ) a čtyři druhy tokotrienolů (α , β , γ , δ), které se navzájem liší uspořádáním a stavbou svých postranních řetězců (Brigelius-Flohe and Traber, 1999). Jednotlivé formy vitamínu E jsou zobrazeny na Obrázku 1 a 2.

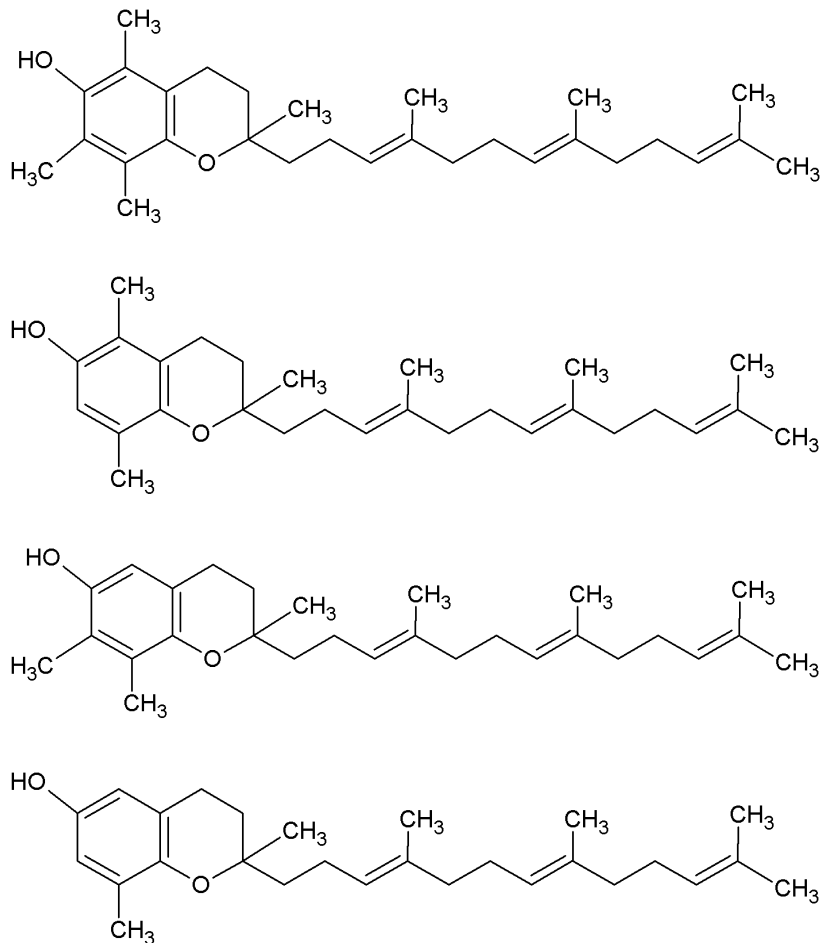
Za nejvýznamnější formu vitamínu E je považován α -tokoferol, který je také nejhojněji zastoupen v přírodě a má nejvyšší biologickou aktivitu. Nedávné studie však poukazují skutečnost, že γ -tokoferol by mohl mít ještě významnější antioxidační vlastnosti než α -tokoferol. Toto tvrzení potvrzuje především fakt, že γ -tokoferol se velmi snadno vstřebává a hromadí v lidských tkáních a představuje proto velmi účinnou ochranu před oxidačním poškozením buněk a tkání a následným vznikem onemocnění (Jiang et al., 2001).

Obrázek č. 1: Izomery vitamínu E - tokoferoly (α , β , γ , δ)



Tokotrienoly se nachází především v obilninách a některých rostlinných olejích. V poslední době je hojně diskutována především schopnost těchto látek snižovat hladinu cholesterolu a také aterogenního apolipoproteinu B v krevní plazmě, což naznačuje možnou prevenci vzniku kardiovaskulárních a nádorových onemocnění (Theriault et al., 1999).

Obrázek č. 2: Izomery vitamínu E - tokotrienoly (α , β , γ , δ)



Mezi nejdůležitější potravinové zdroje vitamínu E rostlinného původu patří především různé druhy suchých skořápkových plodů, dále oleje z pšeničných klíčků, semena podzemnice olejná a sója. Z živočišných zdrojů jsou to především máslo, mléko, vnitřnosti a maso savců (Brigelius-Flohe and Traber, 1999).

3.3.1 Příjem vitamínu E

Dle vyhlášky činí doporučený denní příjem pro dospělého člověka 12 mg (Vyhláška č. 225/2008 Sb.). Nedostatky vitamínu E bývají ojedinělé, vzhledem k jeho poměrně

vysokému obsahu v každodenní stravě. Ani lidé se zvláštní výživou, jako jsou například vegetariáni, nedostatečným příjmem vitamínu E také většinou netrpí.

3.3.2 Metabolismus a vstřebávání

Vitamin E se vstřebává ve střevě a odtud vstupuje do oběhu prostřednictvím lymfatického systému. Je absorbován spolu s lipidy, vnořenými do chylomikronů a prostřednictvím nich je dále transportován do jater. Tento proces je prakticky obdobný u všech forem vitamínu E. Po průchodu játry dochází k promítnutí jeho hladiny do krevní plazmy. Většina z požitých β -, γ - a δ - tokoferolů přechází do žluči, menší část je vyloučena výkaly (Brigelius-Flohe and Traber, 1999).

3.3.3 Biologická dostupnost

Řada studií potvrzuje, že přírodní zdroje vitamínu E mají pravděpodobně až dvakrát vyšší biologickou dostupnost než syntetické. (Leonard et al., 2004). Biologická dostupnost vitamínu E úzce souvisí s příjmem tuků, vzhledem k jejich společné metabolické dráze. Je prokázáno, že biologická dostupnost vitamínu E závisí především na obsahu tuku v potravě, schopnosti uvolnit tuk z potravy v průběhu trávení a v neposlední řadě také na schopnosti vstřebávání tuků. Při snížení obsahu tuku v potravě dochází i ke snížení příjmu a využitelnosti vitamínu E.

3.3.4 Antioxidační aktivita a pozitivní účinky na lidské zdraví

Antioxidační aktivita vitamínu E spočívá především v zabránění tvorby volných radikálů, což vede ke znemožnění peroxidace lipidů a tím ke snížení LDL cholesterolu (Brigelius-Flohe and Traber, 1999). Antioxidační aktivitou vitamínu E se zabývalo velké množství odborníků a byla podrobena mnoha studiím, ze kterých vyplývá, že vitamín E je schopný mimo jiné bránit chronickým onemocněním a to zejména těm, u kterých se předpokládá, že vznikají jako následky oxidačního stresu. Mezi tato onemocnění lze zařadit především kardiovaskulární onemocnění, dále arteroskleróza a rakovina.

3.3.5 Vitamín E v suchých skořápkových plodech

I přesto, že jsou ořechy velmi bohatým zdrojem tuků, je na základě mnoha výzkumů prokázáno, že je vhodné zařazovat jejich konzumaci do každodenní stravy. Jejich protektivní účinky v ochraně lidského zdraví jsou přisuzovány obsahu rostlinných bílkovin, vlákniny, rostlinným sterolům, fytochemikáliím, nenasycených mastných kyselin a v nich rozpustných vitamínů, z nichž nejvýznamnější jsou právě tokotrienoly a tokoferoly, které mají schopnost vychytávat volné radikály. Je všeobecně známo, že vitamín E patří mezi velmi silné antioxidanty, které jsou v poslední době velmi často diskutovány v souvislosti se vznikem řady civilizačních onemocnění (Kris-Etherton et al., 1999).

Předpokládá se, že nejvíce aktivní formou vitamínu E u lidí je α -tokoferol, dále také γ -tokoferol a β -tokoferol. Ořechy jsou výborným potravinovým zdrojem právě uvedených druhů tokoferolů (Wagner et al., 2004).

Bohužel příjem ořechů je v současné době velmi nízký, například v Rakousku je to pouze (4 g/den) a předpokládá se, že u dalších středoevropských zemí bude situace velmi obdobná. Na základě výživových doporučení je vhodné zvýšit konzumaci ořechů ideálně asi na 30 g/den.

Mnoho studií se zabývalo obsahem tokoferolů v různých druzích ořechů. Bylo zjištěno, že jednotlivé druhy ořechů se velmi zásadně liší jak v obsahu, tak ve složení jednotlivých forem vitamínu E. Následující tabulky ukazují skladbu a procentuální zastoupení vitamínu E ve vybraných druzích suchých skořápkových plodů.

Rakouská studie se zabývala obsahem tokoferolů (α -, β -, γ - a δ) v 10 různých druzích ořechů, které byly stanoveny metodou HPLC. Nejvyšší obsah α -tokoferolů měly mandle (31,4 mg/100g extrahovaného oleje) a lískové oříšky (24,2 mg/100g extrahovaného oleje). Relativně vysoké množství β - a γ -tokoferoly obsahovaly pistácie, para ořechy, kešu ořechy, arašídy, pekanové ořechy, piniové ořechy a také vlašské ořechy. Průměrné hodnoty ve 100 g extrahovaného oleje se pohybovaly v rozmezí 5,1 mg (kešu ořechy) – 29,3 mg (pistácie). Stopy δ -tokoferol (< 4 mg / 100 g extrahuje olej) byly analyzovány v kešu oříšcích, lískových oříšcích, arašídech, pekanových oříšcích, piniových oříšcích, pistáciích a také ve vlašských oříšcích. Podrobnější výsledky studie jsou uvedeny v Tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Obsah tokoferolů v mg/100g extrahovaného oleje v různých druzích suchých skořápkových plodů

Druh	α - tokoferol	β - a γ - tokoferol	δ - tokoferol
Mandle	31,4	3,1	nd
Para ořechy	1,0	13,2	nd
Kešu ořechy	nd	5,1	0,3
Lískové ořechy	24,2	6,9	0,1
Makadamové ořechy	nd	nd	nd
Burské ořechy	6,1	8,1	1,8
Pekanové ořechy	nd	14,8	0,2
Piniové ořechy	4,1	8,1	0,3
Pistácie	nd	29,3	0,5
Vlašské ořechy	nd	21,9	3,8

Přeloženo a modifikováno dle (Kornsteiner et al., 2006).

Také irská studie se zabývala obsahem tokoferolů (α a γ) v 5 druzích suchých skořápkových plodů. Analýza tokoferolů byla provedena HPLC metodou. Celková hladina tokoferolů byla v rozmezí od 122,3 – 452 mg/g v uvedeném klesajícím pořadí: pistácie > lískové ořechy > vlašské ořechy > arašidy > makadamové ořechy. Ve všech druzích ořechů byl nejčastěji zastoupen α -tokoferol, jehož obsah se pohyboval v rozmezí 21 – 440 mg/g. Nejvyšší koncentrace byly nalezeny v mandlích a lískových ořeších. V arašídech a makadamových ořeších byl obsah nižší a vůbec nejméně α - tokoferolu obsahovaly vlašské ořechy – pouze 20,6 mg/g. Dále byl analyzován také γ -tokoferol, který byl nalezen ve stopovém množství v makadamových ořeších, naproti tomu ve vlašských ořeších byl jeho obsah poměrně výrazný a činil 300,5 mg/g. Podrobnější výsledky této studie jsou uvedeny v Tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Obsah α -tokoferolu a γ -tokoferolu v mg/g extrahovaného oleje v 5 druzích suchých skořápkových plodů

Druh	α -tokoferol	γ -tokoferol
Lískové ořechy	310,19 ± 31,1	61,29 ± 29,8
Makadamové ořechy	122,39 ± 24,5	stopové množství
Burské ořechy	87,99 ± 6,7	60,39 ± 6,7
Vlašské ořechy	20,69 ± 8,2	300,59 ± 31,0
Mandle	39,59 ± 4,8	12,59 ± 2,1

Přeloženo a modifikováno dle (Maguire et al., 2004).

Na předchozí studii navázala obdobná irská studie, která se zabývala mimo jiné také obsahem tokoferolů v dalších 5 druzích ořechů. Celkový obsah tokoferolů byl stanoven v rozmezí 60,8 – 291,0 mg/g v následujícím klesajícím pořadí: pistácie > piniové ořechy > para ořechy > pekanové ořechy > kešu ořechy. Nejčastější formou ve všech druzích ořechů byl γ -tokoferol, jehož obsah byl stanoven v rozmezí 57,0 až 275,0 mg/g. Ve všech stanovovaných vzorcích byl také nalezen α -tokoferol s obsahem v rozmezí 3,6 mg – 124,3 mg/g. (Tabulka č. 7).

Tabulka č. 7: Obsah α -tokoferolu a γ -tokoferolu v mg/g extrahovaného oleje ve vybraných druzích suchých skořápkových plodů

Druh	α -tokoferol	γ -tokoferol
Para ořechy	82,99 ± 9,5	116,29 ± 5,1
Pekanové ořechy	12,29 ± 3,2	168,59 ± 15,9
Piniové ořechy	124,39 ± 9,4	105,29 ± 7,2
Pistácie	15,69 ± 1,2	275,49 ± 19,8
Kešu ořechy	3,69 ± 1,4	57,29 ± 6,2

Přeloženo a modifikováno dle (Ryan et al., 2006).

3. 4. Princip stanovení vitamínu E

Ke stanovení a kvantifikaci vitamínu E a dalších antioxidačních látek se nejčastěji používají chromatografické metody, především vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) (Matuszewski et al., 2003).

Principem této metody je separace směsí látek a opakované ustavování rozdělovacích rovnováh v důsledku rozdílů v distribuci mezi dvěma fázemi – stacionární a mobilní. Stacionární fáze je nepohyblivá a nachází se uvnitř kolony, mobilní fáze pak unáší vzorek prostorem, v němž dochází k separaci (Levin, 2010). Výsledkem analýzy je tzv. chromatogram – záznam odezvy detektoru v závislosti na čase. Chromatogram se skládá z jednotlivých chromatografických píků, které představují charakteristické koncentrační profily s maximem. Z polohy jednotlivých píků lze zjistit o jakou látku se jedná, z plochy nebo výšky píku lze určit kolik se dané látky nachází ve vzorku (Opekar et al., 2007).

Literatura obsahuje několik odkazů o stanovení vitamínu E v ořechách a dalších potravinách rostlinného původu. Parcerisa et al. (1998) provedl analýzu mastných kyselin, sterolů tokoferolu v lískových ořechách pomocí plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií (GC-MS) s použitím plamenově ionizačního detektoru (GC-FID) po zmýdelnění oleje z ořechů. Demo et al. (1998) detekoval přítomnost antioxidačních látek, jako jsou například tokoferoly v rostlinách a koření s použitím chromatografie na tenké vrstvě (TLC), GC a GC-MS, přičemž kvantifikace byla provedena na reverzní fázi HPLC po zmýdelnění vzorků. Dolde et al. (1999) kvantifikoval tokoferoly ze semen pšenice, slunečnice, řepky a sójy, za použití normální fáze HPLC s UV detekcí. Lee et al. (1998) použil pro detekci vitamínu E v arašíděch, arašídovém másle a ořechách kapalinovou chromatografii (LC). Hogarty et al. (1989) stanovil obsah tokoferolů v několika potravinách (snídaňové cereálie, sýry, čipsy, ryby, ovoce, ořechy, oleje, salátové dresinky a zelenina) s použitím HPLC s reverzní fází a fluorescenční detekcí po zmýdelnění vzorků pomocí KOH. Fukuba et al. (1985) stanovil tokoferoly v ořechách a za použití normální fáze HPLC s fluorimetrickou detekcí.

4. Materiál a metodika

4.1 Použité chemikálie

Všechny použité chemikálie byly čistoty p.a.

- propan-2-ol (99,98 %, Lachner, ČR)
- methanol pro HPLC
- deionizovaná voda (odpor = 18,2 MΩ)

4.2 Použité pomůcky a přístroje

Pomůcky:

- běžné laboratorní sklo
- injekční stříkačka HSW (objem 3 ml)
- nylonový membránový filtr \varnothing 13 mm, 0,22 μ m (Chromservis, ČR)
- zkumavka PP typ Falcon (50 ml)
- HPLC krimpovací vialka (2 ml)
- automatická pipeta Socorex Acura 835

Přístroje:

- kávomlýnek SMK 150 B (Gorenje, Slovinsko)
- analytické váhy (Kern&Sohn GmbH, Německo)
- ultrazvuková lázeň (Notus – Powersonic, Slovakia)
- laboratorní odstředivka 5810R (Eppendorf, Německo)
- mrazicí box (Liebherr Mediline, Německo)
- lednice (Candy, Itálie)
- kapalinový chromatograf Ultimate 3000 RS (Dionex, USA) s fluorescenčním detektorem
- přístroj na přípravu demineralizované vody (Millipore, Německo)

4.3 Použitý rostlinný materiál

Analýza forem vitamínu E byla provedena v deseti druzích suchých skořápkových plodů. Jednalo se o **vlašské ořechy, lískové ořechy, piniové ořechy, makadamové ořechy, burské ořechy, pekanové ořechy, para ořechy, kešu ořechy, pistácie a mandle**. Od každého druhu ořechu byly vždy analyzovány 2 vzorky, které byly zakoupeny na jiném místě. Vzorky k analýze byly zakoupeny na farmářských trzích Suchdol, dále v obchodě Svět oříšků Diana a v obchodní síti Tesco.

Porovnání skladby vitamínu E bylo provedeno v pěti vzorcích vlašských ořechů a dvou vzorcích lískových ořechů z různých zdrojů na území ČR. Tři vzorky vlašských ořechů a jeden vzorek lískových ořechů pocházely z domácí produkce (oblast Valašské klobouky a Poteč, Zlínský kraj), jeden vzorek vlašských ořechů pocházel z Kolína a jeden vzorek lískových ořechů a jeden vzorek vlašských ořechů byl zakoupen na trzích v Suchdole.

Dále byla analyzována stabilita vitamínu E při rozdílných podmínkách skladování. K této analýze byly použity tři vzorky vlašských ořechů a jeden vzorek lískových ořechů, které pocházeli z domácí produkce (oblast Valašské Klobouky a Poteč, Zlínský kraj). První analýza byla provedena bezprostředně po sběru ořechů, v říjnu 2014. Poté byly vzorky rozděleny do dvou skupin, dle prostředí ve kterém byly skladovány. První skupina byla skladována na světle, při pokojové teplotě, druhá skupina byla zbavena skořápek a skladována v lednici. Další analýza obou skupin vzorků suchých skořápkových plodů byla provedena v lednu 2015, třetí a poslední analýza v březnu 2015.

4.4 Vlastní stanovení vitamínu E

Po homogenizaci bylo do zkumavek s objemem naváženo 0,3 g jednotlivých vzorků suchých skořápkových plodů (každý vzorek ve třech opakováních), ke vzorku bylo přidáno 10 ml propan-2-olu. Poté byla zkumavka mírně promíchána a umístěna do ultrazvukové lázně na dobu 10 minut. Následně byla zkumavka odstředěna v laboratorní odstředivce 5810R Eppendorf (20°C, 8000 otáček, 5 minut). Tento postup byl poté 4 krát opakován k dosažení pěti násobné extrakce vzorku. Po dokončení extrakce byla zkumavka umístěna do mrazáku po dobu 2 h, aby došlo k oddělení tukové části vzorku. Po uplynutí této doby byla zkumavka se vzorkem opětovně odstředěna v téže laboratorní odstředivce (-9 °C, 8000 otáček, 5 minut).

Následně byl supernatant převeden přes nylonový membránový filtr do vialky a podroben chromatografické analýze.

4.5 Příprava vzorku k analýze

Vzorky byly nejdříve zbaveny skořápky (pokud bylo potřeba – některé vzorky byly zakoupeny bez skořápky, zejména exotické suché skořápkové plody). Před extrakcí byly vzorky homogenizovány pomocí elektrického kávomlýnku.

4.6. Podmínky chromatografického stanovení vitamínu E

analytická kolona: Develosil 5u RPAQUEOUS (250 x 4,5 mm), (Phenomenex, USA)

složení mobilní fáze: H₂O: metanol (3:97), (v/v)

průtok: 1ml/min

teplota kolony: 30 °C

nástřikový objem: 10 µl

doba analýzy: 30 minut

podmínky detekce: fluorescenční detektor - excitační vlnová délka $\lambda = 292$ nm, emisní vlnová délka $\lambda = 330$ nm

4.7 Statistické vyhodnocení

Bylo provedeno statistické vyhodnocení s cílem porovnání obsahu jednotlivých forem vitamínu E mezi pěti vzorky vlašských a dvěma vzorky lískových ořechů lišících se svým původem. Ke statistickému vyhodnocení bylo využito softwaru Statistica 12.0 (Statsoft). Konkrétně byla provedena jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Všechna měření byla provedena ve třech opakováních.

5. Výsledky

5.1 Stanovení vitamínu E

Ve vybraných druzích suchých skořápkových plodů byly stanoveny jednotlivé formy vitamínu E (α -tokoferol, β -tokoferol, γ -tokoferol, δ -tokoferol a α -tokotrienol, β -tokotrienol, γ -tokotrienol a δ -tokotrienol). Nejvíce zastoupenými formami vitamínu E, které byly přítomny ve většině analyzovaných druzích ořechů, byly α -tokoferol a γ -tokoferol.

5.1.1 α -tokoferol

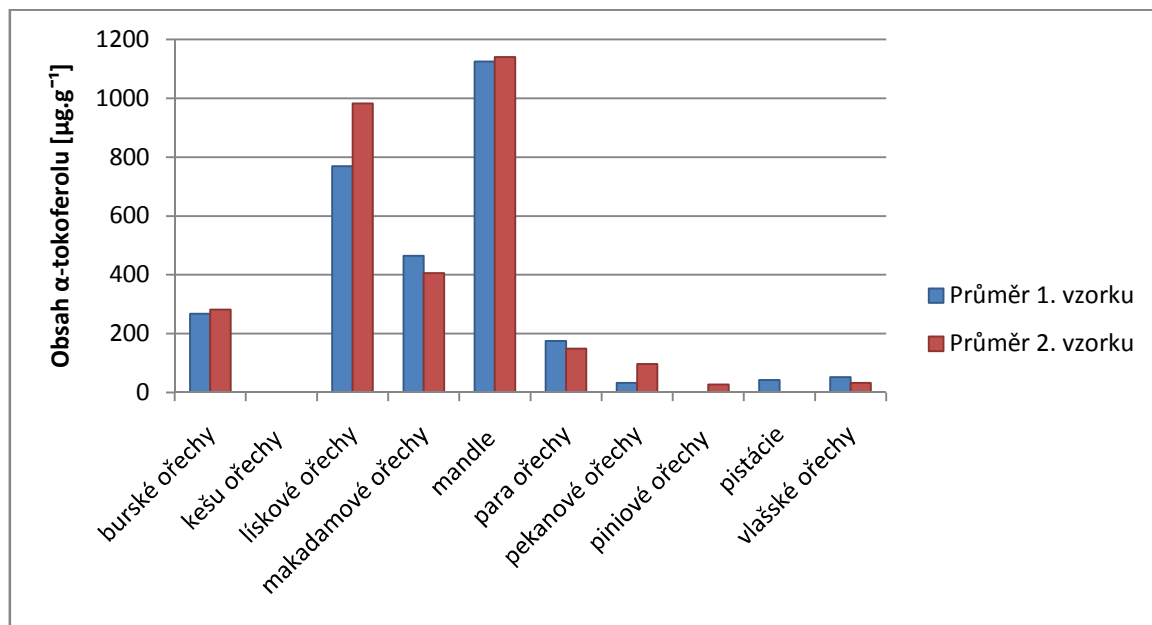
Obsah α -tokoferolu se pohyboval v rozmezí $26,71 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ – $1139 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v závislosti na druhu suchého skořápkového plodu (Tabulka č. 8). Nejvyšší množství α -tokoferolu bylo zjištěno ve vzorcích mandlí (průměrně $1133 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) a lískových ořechů (průměrně $876 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Následovaly vzorky makadamových ořechů a burských ořechů. Menší množství α -tokoferolu bylo nalezeno také ve vzorcích para ořechů, pekanových ořechů, piniových ořechů, pistácií a vlašských ořechů. Ve vzorcích kešu ořechů a piniových ořechů byla přítomnost α -tokoferolu pod mezí detekce ($5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Grafické znázornění obsahu α -tokoferolu v jednotlivých druzích ořechů je uvedeno na Obrázku č. 3.

Tabulka č. 8: Obsah α -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů

Druhy	Průměr 1. vzorku	Průměr 2. vzorku
burské ořechy	$267,1 \pm 2,943^a$	$281,3 \pm 6,834^b$
kešu ořechy	$a < 5$	$b < 5$
lískové ořechy	$769,4 \pm 25,83^c$	$982,5 \pm 20,02^d$
makadamové ořechy	$464,4 \pm 21,62^b$	$405,7 \pm 13,45^c$
mandle	$1125 \pm 52,33^a$	$1139 \pm 7,36^c$
para ořechy	$175,05 \pm 25,85^a$	$149,4 \pm 3,749^c$
pekanové ořechy	$32,55 \pm 0,765$	$97,29 \pm 24,31$
piniové ořechy	$b < 5$	$26,71 \pm 1,022^c$
pistácie	$42,18 \pm 6,376^a$	$b < 5$
vlašské ořechy	$51,78 \pm 4,123^c$	$32,66 \pm 4,652^e$

Vysvětlivky: a – obchodní síť Tesco, b – svět oříšků Diana, c – trhy Suchdol, d – domácí produkce, e – trhy Kolín

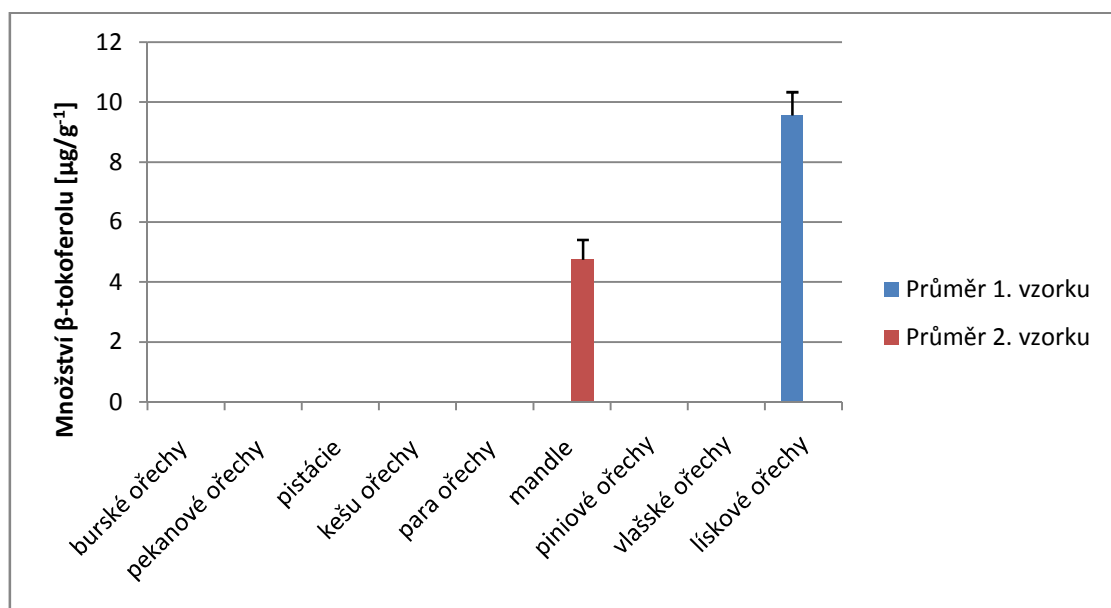
Obrázek č. 3: Znázornění obsahu α -tokoferolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů



5.1.2 β -tokoferol

Obsah β -tokoferolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů byl nalezen pouze v jednom vzorku mandlí ($4,744 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) a v jednom vzorku lískových ořechů ($9,556 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). V ostatních druzích byl obsah β -tokoferolu hranicí pod mezí detekce ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Zastoupení β -tokoferolu je graficky znázorněno na Obrázku č. 4.

Obrázek č. 4: Obsah β -tokoferolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů



Vysvětlivky: mandle – obchodní síť Tesco, lískové ořechy – domácí produkce

5.1.3 γ -tokoferol

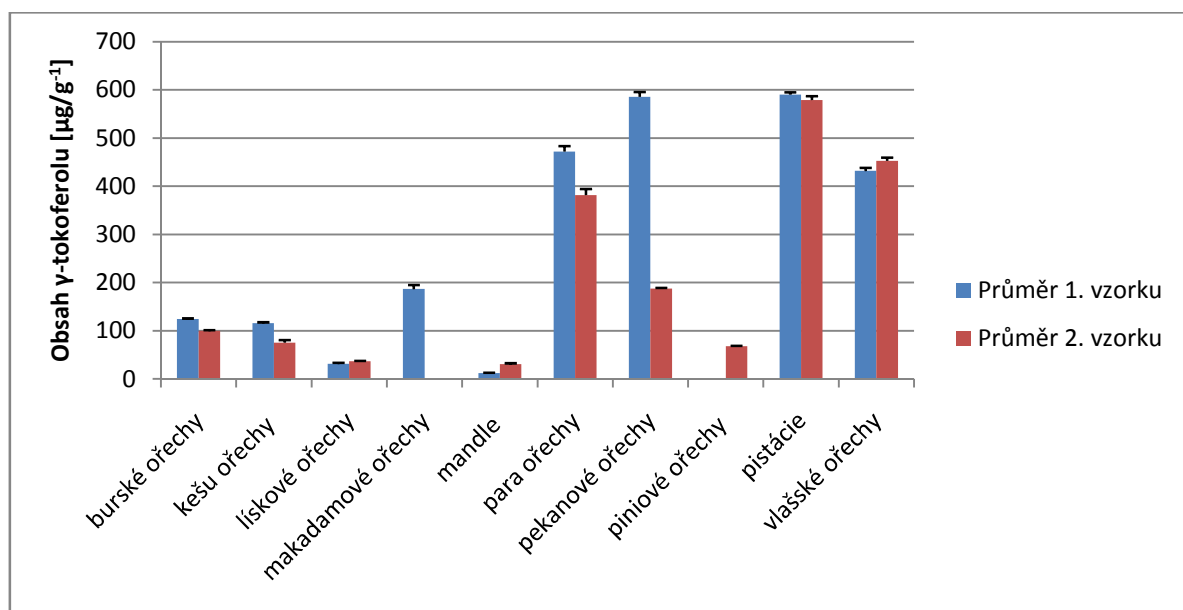
Přítomnost γ -tokoferolu byla zjištěna ve všech analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů. Obsah γ -tokoferolu se pohyboval v rozmezí $12,23 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ – $590,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v závislosti na druhu suchého skořápkového plodu. Nejvyšší množství γ -tokoferolu bylo stanoveno ve vzorcích pistácií (průměrný obsah $584,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) dále ve vzorcích vlašských ořechů, para ořechů a pekanových ořechů. Nižší, ale stále významné množství, bylo nalezeno ve vzorcích burských ořechů, kešu ořechů, lískových ořechů, mandlí a také v jednom vzorku makadamových ořechů a piniových ořechů. Zastoupení γ -tokoferolu v analyzovaných vzorcích je uvedeno v Tabulce č. 9, grafické znázornění obsahu γ -tokoferolu je na Obrázku č. 5.

Tabulka č. 9: Obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů

Ořechy	Průměr 1. vzorku	Průměr 2. vzorku
burské ořechy	124,4±1,3151 ^a	99,82 ± 1,61 ^b
kešu ořechy	115,8±1,936 ^a	75,26 ± 5,622 ^b
lískové ořechy	31,34 ± 2,398 ^c	36,59 ± 1,162 ^d
makadamové ořechy	186,8 ± 8,463 ^b	^c < 3,333 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
mandle	12,23 ± 0,717 ^a	30,64 ± 1,995 ^c
para ořechy	472,3 ± 11,31 ^a	381,7 ± 12,78 ^c
pekanové ořechy	586 ± 9,964 ^a	187,8 ± 1,285 ^b
piniové ořechy	^b < 3,333 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	67,54 ± 1,275 ^c
Pistácie	590,4 ± 4,759 ^a	578,9 ± 8,359 ^b
vlašské ořechy	431,8 ± 6,513 ^c	452,6 ± 6,766 ^e

Vysvětlivky: a – obchodní síť Tesco, b – Svět oříšků Diana, c – trhy Suchdol, d – domácí produkce, e – trhy Kolín

Obrázek č. 5: Znázornění obsahu γ -tokoferolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů



5.1.4 δ -tokoferol

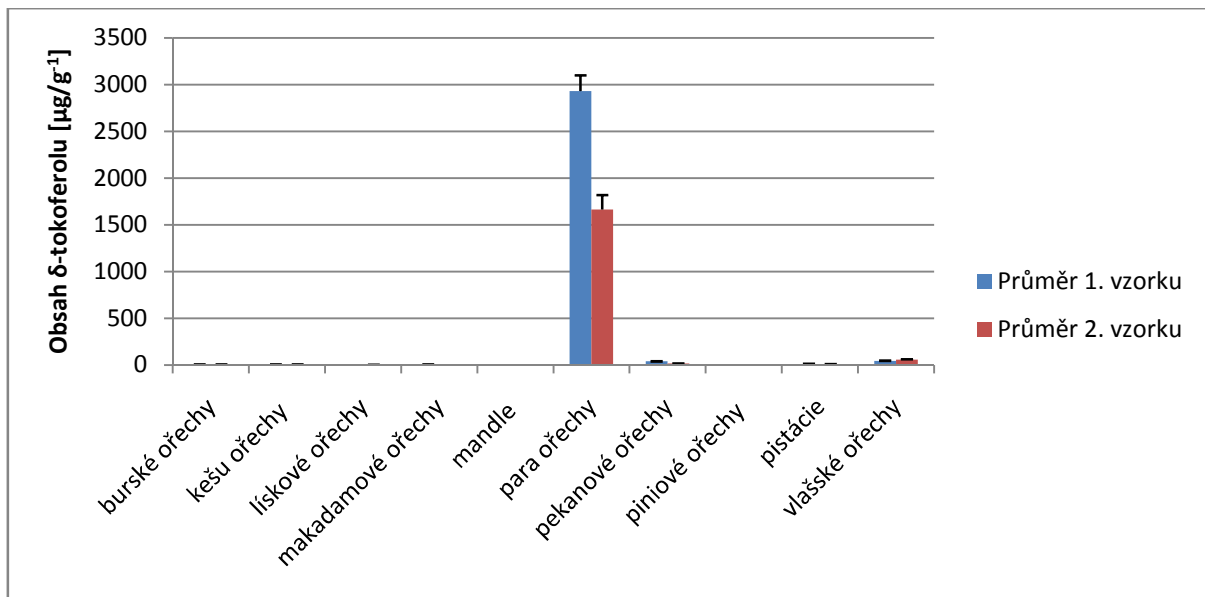
Výrazně vysoké množství δ -tokoferolu obsahovaly vzorky para ořechů (průměrně 2297 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Významné množství tohoto izomeru obsahovaly také vlašské ořechy (průměrně 52,36 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). δ -tokoferol byl nalezen také ve vzorcích burských ořechů, kešu ořechů, makadamových ořechů, para ořechů, pekanových ořechů, pistácií, vlašských ořechů a v jednom vzorku lískových ořechů. Obsah δ -tokoferolu (4,089 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ – 39,89 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) byl však v těchto vzorcích výrazně nižší než ve vzorku para ořechů. Obsah δ -tokoferolu v analyzovaných vzorcích je uveden v Tabulce č. 10, grafické znázornění obsahu δ -tokoferolu je na Obrázku č. 6.

Tabulka č. 10: Obsah δ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů

OŘECHY	Průměr 1. vzorku	Průměr 2. vzorku
burské ořechy	5,833 ± 0,518 ^a	6,717 ± 0,535 ^b
kešu ořechy	6,317 ± 0,492 ^a	6,6 ± 0,283 ^b
lískové ořechy	n.d. ^c	4,089 ± 0,870 ^d
makadamové ořechy	6,961 ± 0,615 ^b	^c < 1,667 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
mandle	^a < 1,667 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	^c < 1,667 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
para ořechy	2932 ± 167,1 ^a	1664 ± 154,2 ^c
pekanové ořechy	39,89 ± 0,715 ^a	16,13 ± 0,365 ^b
piniové ořechy	n.d. ^b	n.d. ^c
pistácie	11,13 ± 1,422 ^a	10,02 ± 1,106 ^b
vlašské ořechy	44,82 ± 2,328 ^c	59,91 ± 1,319 ^e

Vysvětlivky: a – obchodní síť Tesco, b – Svět oříšků Diana, c – trhy Suchdol, d – domácí produkce, e – trhy Kolín

Obrázek č. 6: Znázornění obsahu δ -tokoferolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů

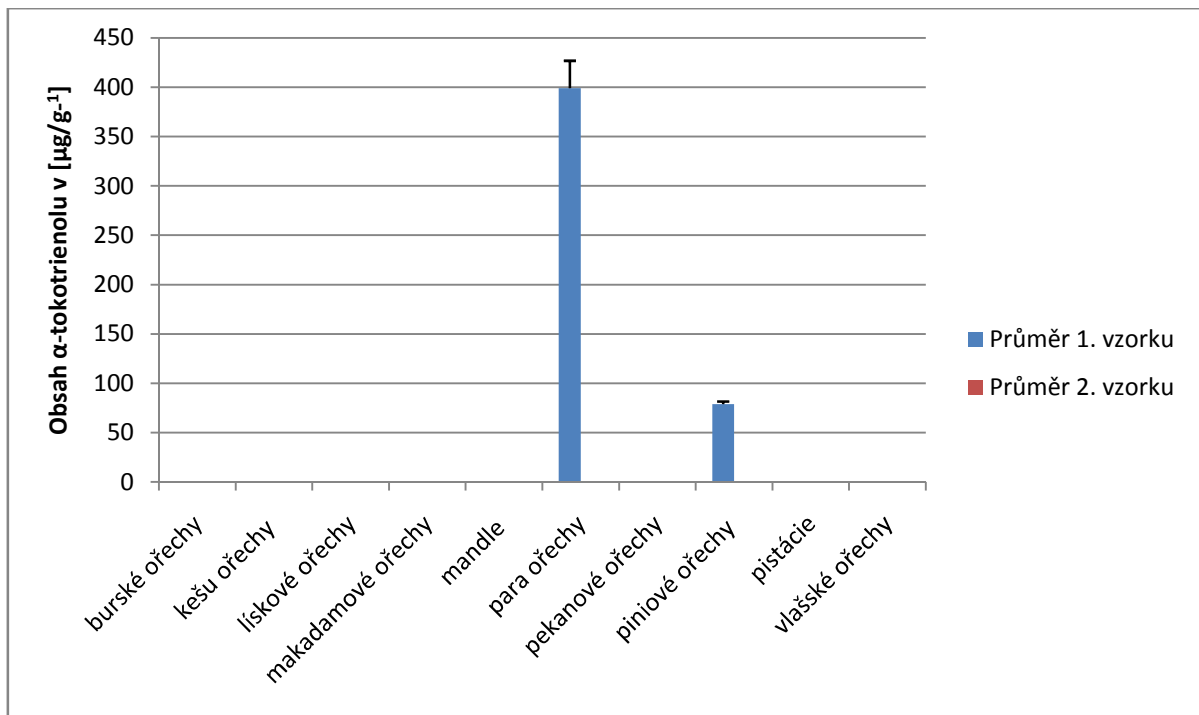


Vysvětlivky: nejvýznamnější zástupci δ -tokoferolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů: para ořechy: 1. vzorek – obchodní síť Tesco, 2. vzorek – trhy Suchdol; vlašské ořechy: 1. vzorek – trhy Suchdol, 2. vzorek - trhy Kolín

5.1.5 α -tokotrienol

Přítomnost α -tokotrienolu byla zjištěna pouze ve dvou druzích suchých skořápkových plodů. Jak je z Obrázku č. 7 patrné, významný obsah byl zjištěn v jednom vzorku para ořechů ($399,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), nižší obsah byl stanoven také v jednom vzorku piniových ořechů ($78,87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). V ostatních druzích analyzovaných suchých skořápkových plodů byl obsah α -tokotrienolu pod mezí detekce ($5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Obrázek č. 7: Obsah α -tokotrienolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů

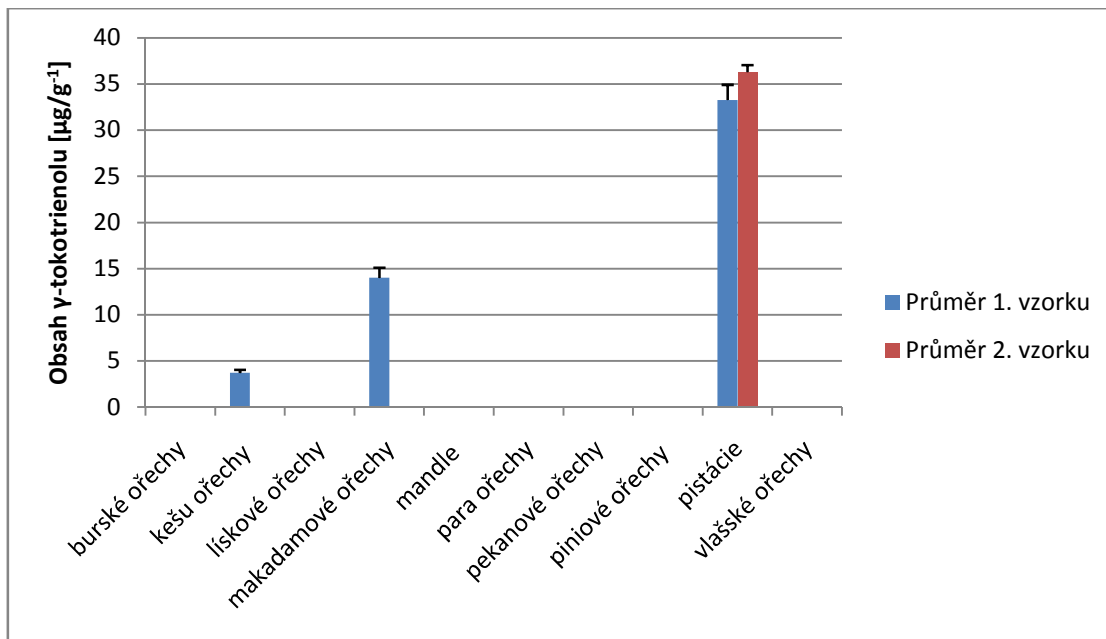


Vysvětlivky: nejvýznamnější zástupci α -tokotrienolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů: para ořechy – obchodní síť Tesco; piniové ořechy – Svět oříšků Diana

5.1.6 γ -tokotrienol

Obsah γ -tokotrienolu v rozmezí $3,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ – $36,29 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ byl zjištěn, pouze ve třech druzích ořechů. Nejvyšší množství γ -tokotrienolu bylo nalezen ve vzorcích pistácií (průměrně $34,78 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), nižší množství byla nalezeno také v jednom vzorku makadamových ořechů ($14 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) a kešu ořechů ($3,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). U ostatních druhů ořechů byl obsah γ -tokotrienolu pod hranicí meze detekce ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Grafické znázornění obsahu γ -tokotrienolu v analyzovaných druzích ořechů je na Obrázku č. 8.

Obrázek č. 8: Obsahu γ -tokotrienolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů



Vysvětlivky: nejvýznamnější zástupci γ -tokotrienolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů: pistácie: 1. vzorek – obchodní síť Tesco, 2. vzorek – Svět oříšků Diana; makadamové ořechy – Svět oříšků Diana; kešu ořechy – obchodní síť Tesco

5.1.7 β a δ -tokotrienol

Obsah β a δ -tokotrienolů se u všech analyzovaných vzorků suchých skořápkových plodů pohyboval pod hranicí meze detekce (β -tokotrienol – $3,333\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, δ -tokotrienol – $1,667\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

5.2 Porovnání zastoupení vitamínu E ve vzorcích vlašských a lískových ořechů z různých zdrojů na území ČR

5.2.1 Tokoferoly

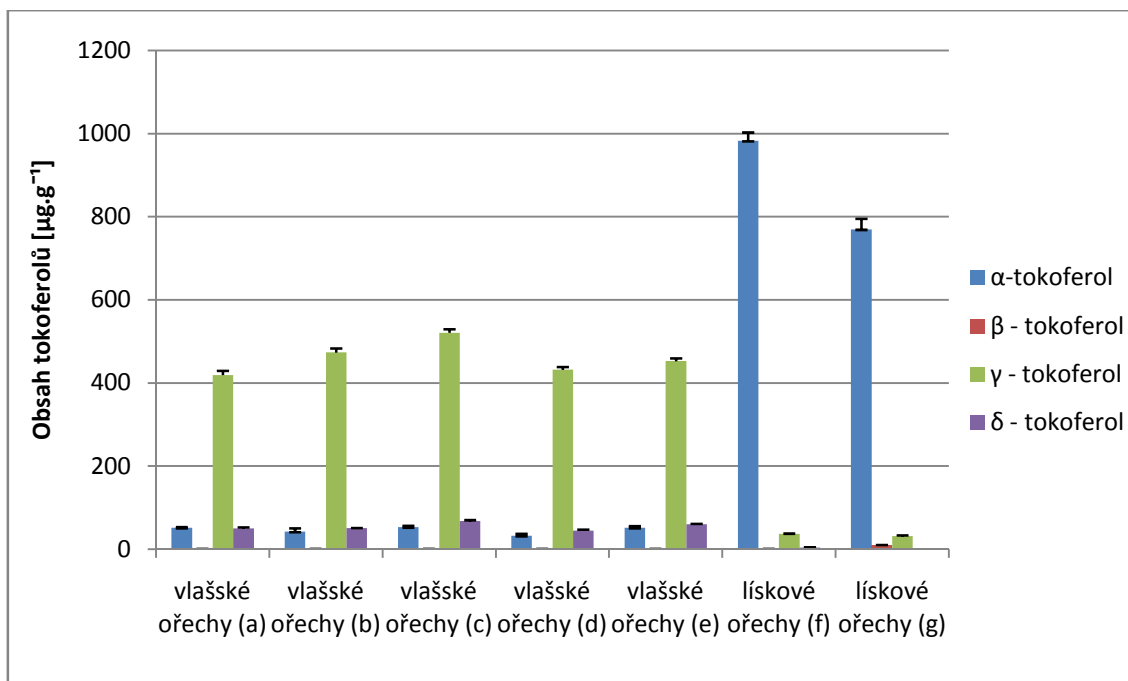
Na obrázku č. 9 je zobrazeno spektrum a obsah tokoferolů v jednotlivých vzorcích vlašských a lískových ořechů. Celková suma tokoferolů ve všech vzorcích vlašských ořechů činila 2801 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, průměrný obsah byl 560,2 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Ve vzorcích lískových ořechů byl celkový obsah tokoferolů 1883 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, každý vzorek průměrně obsahoval 916,7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ tokoferolů. Majoritní formou tokoferolů ve vzorcích vlašských ořechů byl γ -tokoferol, jehož průměrný obsah činil 459,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Ve vzorcích lískových ořechů byl zjištěn nejvyšší obsah α -tokoferolu, jehož průměrný obsah činil 876 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Minoritním formou vitamínu E byl ve všech vzorcích, jak lískových, tak vlašských ořechů β -tokoferol, který byl nalezen pouze v jednom vzorku lískových ořechů (Tabulka č. 11).

Tabulka č. 11: Zastoupení tokoferolů v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v odrůdách vlašských a lískových ořechů

Druhy ořechů	α -tokoferol	β - tokoferol	γ - tokoferol	δ - tokoferol
vlašské ořechy a	51,38 ± 1,724	< 3,333	418,9 ± 10,21	50,26 ± 2,679
vlašské ořechy b	42,14 ± 8,390	< 3,333	473,3 ± 9,796	50,46 ± 0,95
vlašské ořechy c	53,04 ± 3,522	< 3,333	520,7 ± 8,525	67,62 ± 2,338
vlašské ořechy d	32,66 ± 4,652	< 3,333	431,8 ± 6,513	44,82 ± 2,328
vlašské ořechy e	51,78 ± 4,123	< 3,333	452,6 ± 6,766	59,91 ± 1,319
lískové ořechy f	982,5 ± 20,02	< 3,333	36,59 ± 1,162	4,089 ± 0,870
lískové ořechy g	769,4 ± 25,83	9,556 ± 0,774	31,34 ± 2,398	< 1,666

Vysvětlivky: vlašské ořechy: a – domácí produkce, Poteč; b – domácí produkce, Poteč; c – domácí produkce, Valašské Klobouky; d – trhy Suchdol; e – Kolín; lískové ořechy: f – domácí produkce; Poteč, g – trhy Suchdol

Obrázek č. 9: Znázornění zastoupení tokoferolů v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v odrůdách vlašských a lískových ořechů



5.2.2 Tokotrienoly

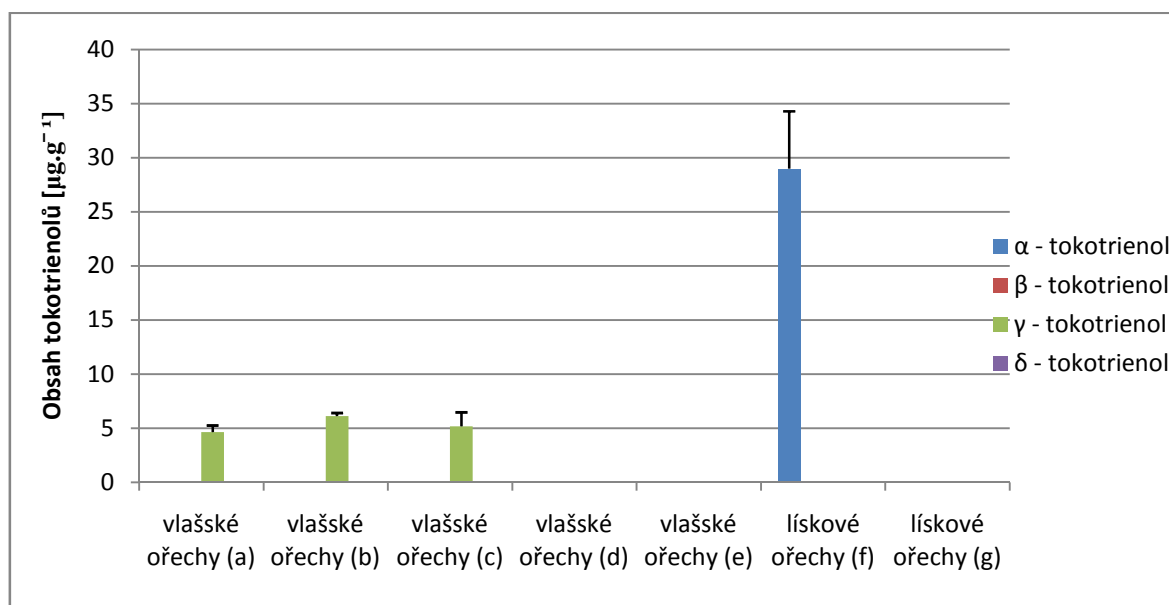
Množství tokotrienolů bylo v analyzovaných vzorcích vlašských a lískových ořechů výrazně nižší než množství tokoferolů. Celkové množství tokotrienolů činilo $15,97 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve vzorcích vlašských ořechů a $29 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve vzorcích lískových ořechů. Nejvýznamnější formou tokotrienolů v analyzovaných vzorcích vlašských ořechů byl γ -tokotrienol, který byl nalezen pouze ve třech vzorcích pocházejících z domácí produkce a jehož průměr činil $5,322 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, u kupovaných odrůd ořechů byl pod hranicí meze detekce ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Nejvýznamnější a zároveň jedinou formou tokotrienolů nalezenou ve vzorcích lískových ořechů byl α -tokotrienol, který byl detekován opět pouze ve vzorku pocházejícího z domácí produkce ($29 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). β a γ -tokotrienoly byly pod hranicí mezí detekce ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) ve všech vzorcích jak vlašských ořechů, tak lískových ořechů (Tab. č. 12, Obr. č. 10).

Tabulka č. 12: Zastoupení tokotrienolů v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v odrůdách vlašských a lískových ořechů

Druhy ořechů	α - tokotrienol	β - tokotrienol	γ - tokotrienol	δ - tokotrienol
vlašské ořechy (a)	$<5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$4,644 \pm 0,615$	$<1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
vlašské ořechy (b)	$<5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$6,133 \pm 0,277$	$<1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
vlašské ořechy (c)	$<5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$5,188 \pm 1,28$	$<1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
vlašské ořechy (d)	$<5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
vlašské ořechy (e)	$<5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
lískový ořech (f)	$29 \pm 5,301$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
lískový ořech (g)	$<5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$<1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

Vysvětlivky: vlašské ořechy: a – domácí produkce, Poteč; b – domácí produkce, Poteč; c – domácí produkce, Valašské Klobouky; d – trhy Suchdol; e – Kolín; lískové ořechy: f – domácí produkce; Poteč, g – trhy Suchdol

Obrázek č. 10: Znázornění zastoupení tokotrienolů v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v odrůdách vlašských a lískových ořechů



Dále bylo provedeno statistické vyhodnocení (viz kap. 4.7) rozdílů obsahů jednotlivých izomerů vitamínu E mezi jednotlivými vzorky vlašských ořechů a jednotlivými vzorky lískových ořechů lišících se svým původem. Statistická významnost byla testována metodou jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) na hladině významnosti $\alpha=0,05$.

Na základě statistické analýzy bylo prokázáno, že v pěti testovaných vzorcích vlašských ořechů lišících se místem původu, byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými formami vitamínu E jak mezi vzorky kupovanými a pocházejícími z domácí produkce, tak i mezi vzorky navzájem. Bylo prokázáno, že mezi vzorky vlašských ořechů byl statisticky významný rozdíl v obsahu α -tokoferolu mezi vzorky vlašských ořechů. Statisticky významně vyšší obsah α -tokoferolu byl nalezen ve vzorku **a** než vzorku **d**, také ve vzorku vlašských ořechů **c** než **d** a ve vzorku **e** než **d**. Statisticky významně vyšší obsah γ -tokoferolu měl vzorek vlašských ořechů **c** než všechny ostatní vzorky, dále vzorek **b** než **a**, **d** než **b** a také **e** než **a**. Byl nalezen také statisticky významný rozdíl v obsahu δ -tokoferolu. Statisticky významně vyšší obsah tokoferolu obsahovaly vzorky vlašských ořechů **c** než všechny ostatní vzorky. Obsah γ -tokotrienolu byl statisticky významně vyšší u vzorku vlašských ořechů **a** než **d**, **e**, **b** než **d**, **e**, **c** než **d** a **c** než **e**. Mezi ostatními než uvedenými vzorky nebyly nalezeny statisticky průkazné rozdíly v obsahu jednotlivých forem vitamínu E. U většiny forem vitamínu E byly nalezeny statisticky významně vyšší obsahy ve vzorcích pocházejících z domácí produkce než v zakoupených vzorcích.

Statistické hodnocení obsahu jak tokoferolů, tak tokotrienolů bylo provedeno také mezi dvěma vzorky lískových ořechů (**f**, **g**). S výjimkou β -tokoferolu, který byl ve vzorku pocházejícího z domácí produkce pod mezí detekce ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) byly obsahy všech zkoumaných forem vitamínu E ve vzorku z domácí produkce (**f**) významně vyšší než obsahy sledovaných forem vitamínu E ve vzorku lískových ořechů zakoupených na trzích Suchdol (**g**).

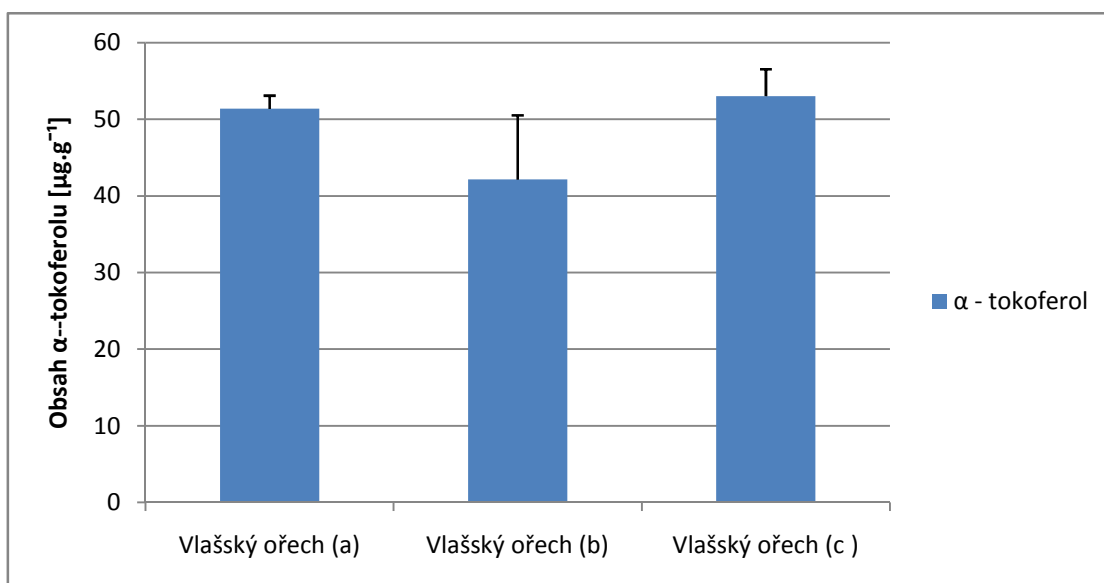
5.3 Vliv skladování na obsah vitamínu E

Vliv skladování na obsah a složení vitamínu E byl sledován ve třech vzorcích vlašských ořechů a jednom vzorku lískových ořechů pocházejících z domácí produkce během 124 dní. Vstupní analýza byla provedena v říjnu 2014, poté byly ořechy rozděleny do dvou skupin – loupané ořechy byly uskladněny v lednici, neloupané na světle a při pokojové teplotě. Další analýza byla provedena v lednu 2015 (po 82 dnech), poslední analýza v březnu 2015 (po 124 dnech). V odrůdách vlašských ořechů byl ve shodě s předchozími analýzami nalezen obsah α , γ a δ - tokoferolu a také γ -tokotrienolu, ostatní formy vitamínu E byly pod hranicí meze detekce. V odrůdě lískových ořechů byl zjištěn obsah α , γ a δ - tokoferolu a také α -tokotrienolu, ostatní formy vitamínu E byly pod mezí detekce.

5.3.1 Vlašské ořechy

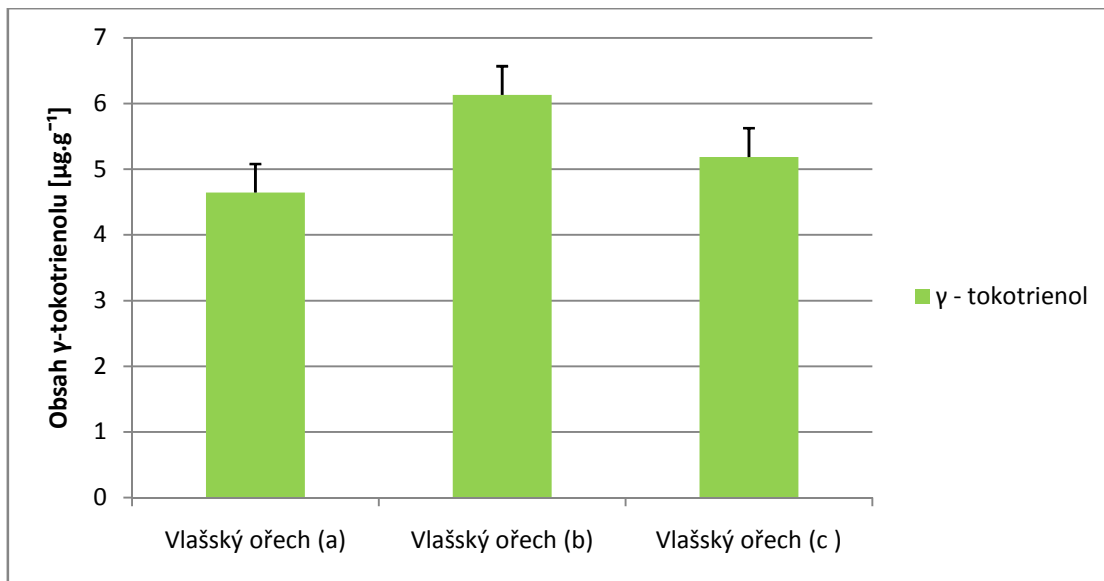
Na Obrázku č. 11 je zobrazen výchozí obsah α -tokoferolu ve třech vzorcích vlašských ořechů, který byl nalezen ve vzorcích po vstupní analýze v říjnu 2014. Obsah této formy vitamínu E byl zjištěn v rozmezí $42,14 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ – $53,04 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Během dalších stanovení v lednu a v březnu byl obsah α -tokoferolu již pod mezí detekce ($5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Obrázek č. 11: Obsah α -tokoferolu ve třech odrůdách vlašských ořechů, vstupní analýza (říjen, 2014)



Podobně tomu bylo také v případě γ -tokotrienolu, jehož obsah byl zjištěn u všech tří vzorků vlašských ořechů, pouze při první analýze v říjnu 2014. Obsah γ -tokotrienolu byl v rozmezí $4,644 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ – $6,133 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Při druhé a třetí analýze byl obsah γ -tokotrienolu pod mezí detekce ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), což je pravděpodobně způsobeno degradací v průběhu skladování (Obrázek č. 12).

Obrázek č. 12: Obsah γ -tokotrienolu ve třech vzorcích vlašských ořechů, vstupní analýza (říjen, 2014)



Nejvýznamnějším formou vitamínu E byl ve všech třech vzorcích vlašských ořechů γ -tokoferol, jehož obsah byl v rozmezí $418,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} - 520,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ při výchozím stanovení a byl také zjištěn jeho klesající obsah při stanovení v lednu 2015 a rovněž v březnu 2015 ve všech třech vzorcích.

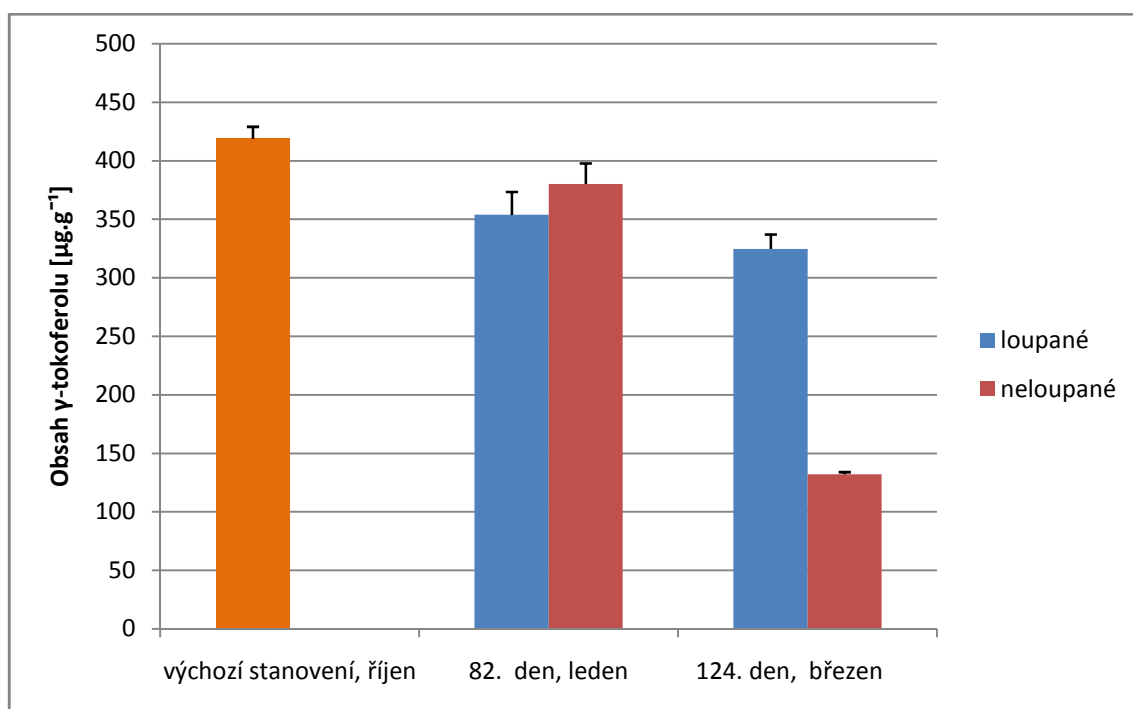
V prvním analyzovaném vzorku (a) byl obsah γ -tokoferolu při výchozím stanovení v říjnu 2014 stanoven na $418,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Tabulka č. 13). Jak je zřejmé z obrázku č. 13, byl po stanovení v lednu 2015 zjištěn ve vzorcích ořechů viditelný pokles γ -tokoferolu, který činil 15,5 % v loupáných a 9,2 % v neloupaných ořeších. Při stanovení v březnu 2015 byl zjištěn v loupáných ořeších další pokles o 7 %, v neloupaných ořeších o 59,3 %. Celkově došlo ve vzorku loupáných ořechů k poklesu obsahu γ -tokoferolu o 22,5 %, ve vzorku neloupaných ořechů o 68,5 %. Pokles γ -tokoferolu byl o 46 % vyšší ve vzorcích neloupaných ořechů než ve vzorcích loupáných ořechů.

Tabulka č. 13: Vliv skladování na obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v 1. vzorku vlašských ořechů

	loupané	neloupané
výchozí stanovení	418,9 ± 10,21	418,9 ± 10,21
82. den, leden 2015	353,9 ± 19,51	380,3 ± 17,52
124. den, březen 2015	324,7 ± 12,45	132,2 ± 1,822

Vysvětlivky: loupané – skladovány v lednici; neloupané – skladovány za světla, při pokojové teplotě

Obrázek č. 13: Znázornění vlivu skladování na obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v 1. vzorku vlašských ořechů (a)



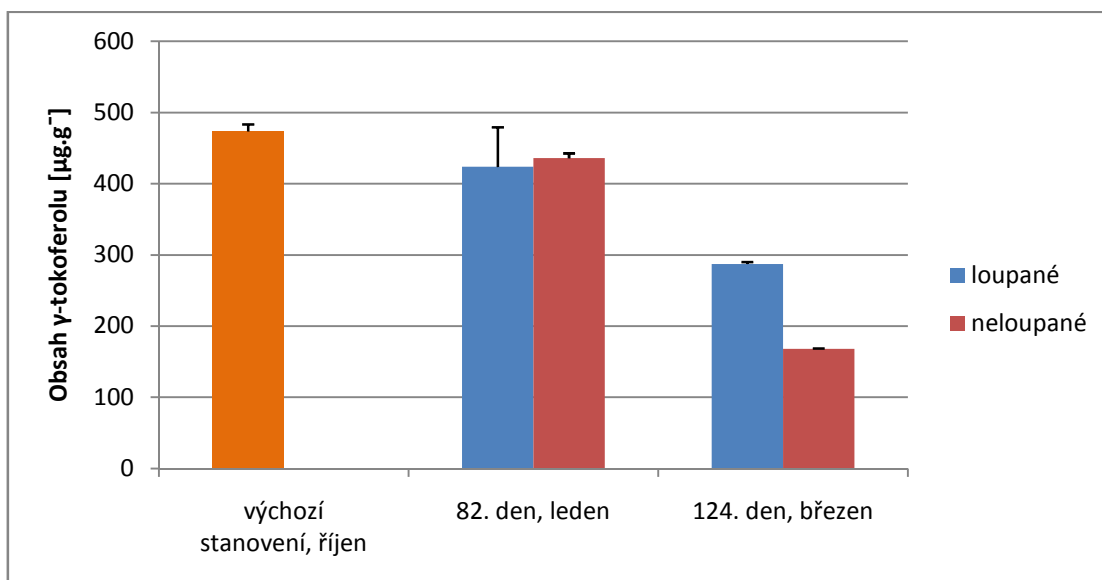
Ve druhém analyzovaném vzorku vlašských ořechů (b) byl výchozí obsah γ -tokoferolu $473,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Tabulka č. 14). Při stanovení v lednu byl zjištěn v loupaných ořeších pokles o 10,5 %, v neloupaných ořeších o 8 %. Při stanovení v březnu byl zjištěn v loupaných ořeších pokles o dalších 28,8 %, v neloupaných ořeších o 56,6 %. Celkový pokles γ -tokoferolu ve vzorcích loupaných ořechů činil 39,3 %, ve vzorcích neloupaných ořechů činil 64,5 %. K většímu poklesu γ -tokoferolu došlo u neloupaných ořechů o 25,2 %. Grafické znázornění poklesu je zobrazeno na Obrázku č. 14.

Tabulka č. 14: Vliv skladování na obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve 2. vzorku vlašských ořechů (b)

	loupané	neloupané
výchozí stanovení, říjen	473,3 ± 9,796	473,3 ± 9,796
82. den, leden 2015	423,6 ± 55,68	435,8 ± 6,858
124. den, březen 2015	287,4 ± 2,488	168,1 ± 0,553

Vysvětlivky: loupané – skladovány v lednici; neloupané – skladovány za světla, při pokojové teplotě

Obrázek č. 14: Znázornění vlivu skladování na obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve 2. vzorku vlašských ořechů (b)



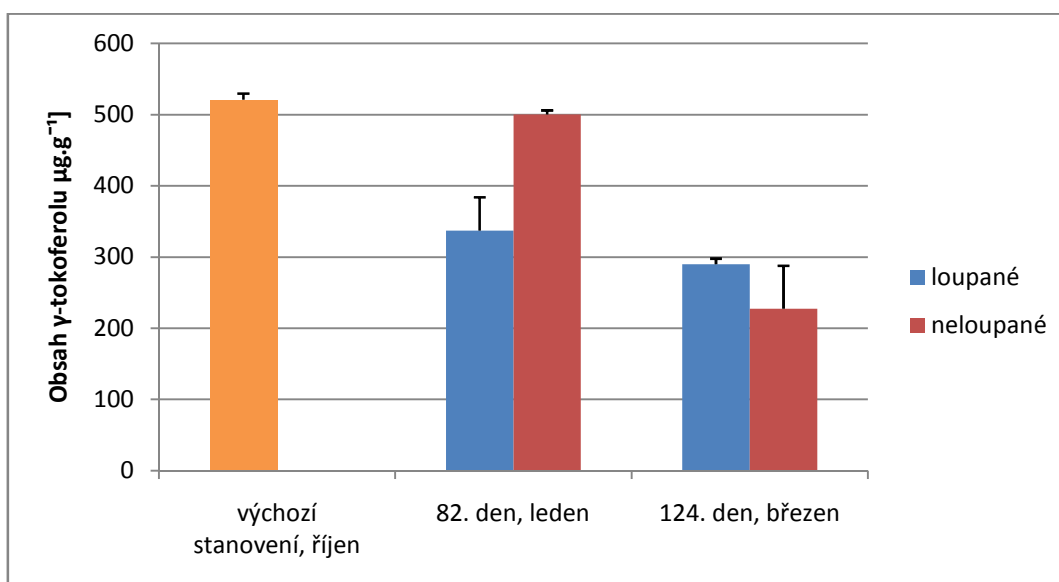
Ve třetím analyzovaném vzorku (c) byla výchozí hodnota γ -tokoferolu $520,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Tabulka č. 15). Po stanovení v lednu byl zjištěn pokles o 35,1 % v loupáných ořechích a o 4 % v neloupaných ořechích. V březnu činil další pokles v loupáných ořechích 9,2 %, v neloupaných ořechích 53,3 %. Celkový pokles γ -tokoferolu byl 44,3 % ve vzorcích loupáných ořechů a 57,3 % ve vzorcích neloupaných ořechů, což představuje celkový rozdíl o 13 %. Grafické znázornění poklesu je znázorněno na Obrázku č. 15.

Tabulka č. 15: Vliv skladování na obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve 3. vzorku vlašských ořechů (c)

	loupané	neloupané
výchozí stanovení, říjen 2014	520,7 ± 8,525	520,7 ± 8,525
82. den, leden 2015	337,0 ± 46,72	500,1 ± 5,531
124. den, březen 2015	289,8 ± 7,879	227,3 ± 60,36

Vysvětlivky: loupané – skladovány v lednici; neloupané – skladovány za světla, při pokojové teplotě

Obrázek č. 15: Znázornění vlivu skladování na obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve 3. vzorku vlašských ořechů



Dalším významnou formou vitamínu E je δ -tokoferol, který byl ve všech odrůdách vlašských ořechů zjištěn v rozmezí $50,26 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ – $64,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ při prvním stanovení v říjnu 2014. Jeho klesající obsah ve všech vzorcích (a-c), při stanovení v lednu 2015 a březnu 2015, je zobrazen na Obrázcích č. 16, 17 a 18.

V první odrůdě vlašských ořechů (a) byl zjištěn výchozí obsah δ -tokoferolu $50,26 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Podrobný pokles δ -tokotrienolu je zobrazen v Tabulce č. 16, grafické znázornění na Obrázku č. 16. Při stanovení v lednu 2015 byl obsah v loupaných ořeších snížen o 16,2 %, v neloupaných ořeších o 7,5 %. V březnu 2015 byl zaznamenán další pokles, v loupaných ořeších o 12,1 %, v neloupaných ořeších o 51 %. Celkový pokles obsahu δ -tokoferolu byl

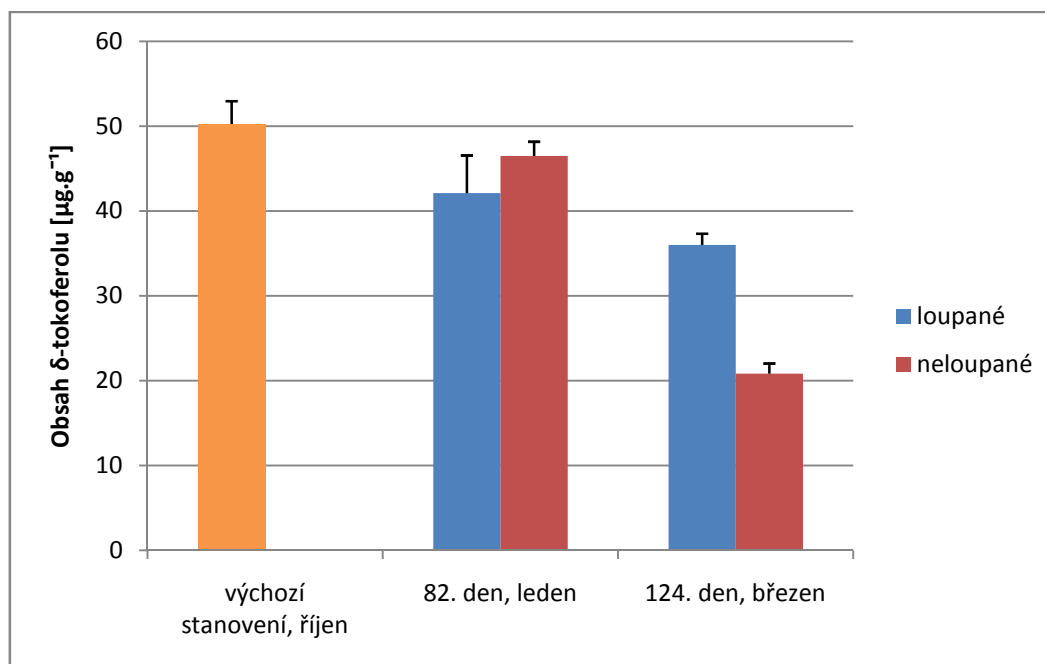
ve vzorcích loupaných ořechů 28,3 %, ve vzorcích neloupaných ořechů 58,5 % oproti výchozí hodnotě. Rozdíl mezi skladováním loupaných a neloupaných ořechů činí 30,2 %.

Tabulka č. 16: Vliv skladování na obsah δ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v 1. vzorku vlašských ořechů (a)

	loupané	neloupané
výchozí stanovení, říjen 2014	50,26 ± 2,679	50,26 ± 2,679
82. den, leden 2015	42,13 ± 4,421	46,5 ± 1,675
124. den, březen 2015	36,02 ± 1,326	20,84 ± 1,197

Vysvětlivky: loupané – skladovány v lednici; neloupané – skladovány za světla, při pokojové teplotě

Obrázek č. 16: Znázornění vlivu skladování na obsah δ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v 1. vzorku vlašských ořechů (a)



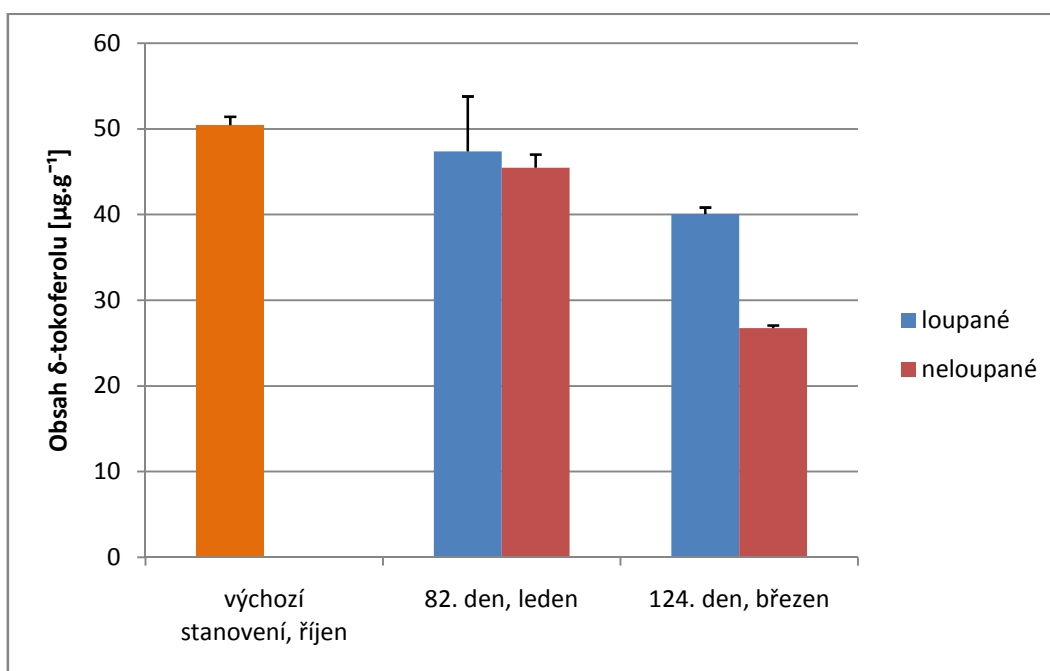
Ve druhém vzorku vlašského ořechu (b) činil celkový výchozí obsah δ -tokoferolu $50,46 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. V lednu byl zjištěn pokles o 10,5 % v loupaných ořeších a o 8 % v neloupaných ořeších. V březnu došlo k dalšímu poklesu – v loupaných ořeších o 28,8 %, u neloupaných ořeších o 56,5 %. Celkově došlo k poklesu o 39,3 % v loupaných ořeších a 64,5 % v neloupaných ořeších. Ve vzorku neloupaných ořechů došlo o 25,2 % vyššímu poklesu δ -tokoferolu než ve vzorku loupaných ořechů. (Tabulka č. 17, Obrázek č. 17).

Tabulka č. 17: Vliv skladování na obsah δ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve 2. vzorku vlašských ořechů (b)

	loupané	neloupané
výchozí stanovení, říjen 2014	50,46 ± 0,95	50,46 ± 0,95
82. den, leden 2015	47,38 ± 6,408	45,47 ± 1,540
124. den, březen 2015	40,07 ± 0,765	26,76 ± 0,306

Vysvětlivky: loupané – skladovány v lednici; neloupané – skladovány za světla, při pokojové teplotě

Obrázek č. 17: Znázornění vlivu skladování na obsah δ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve 2. vzorku vlašských ořechů (b)



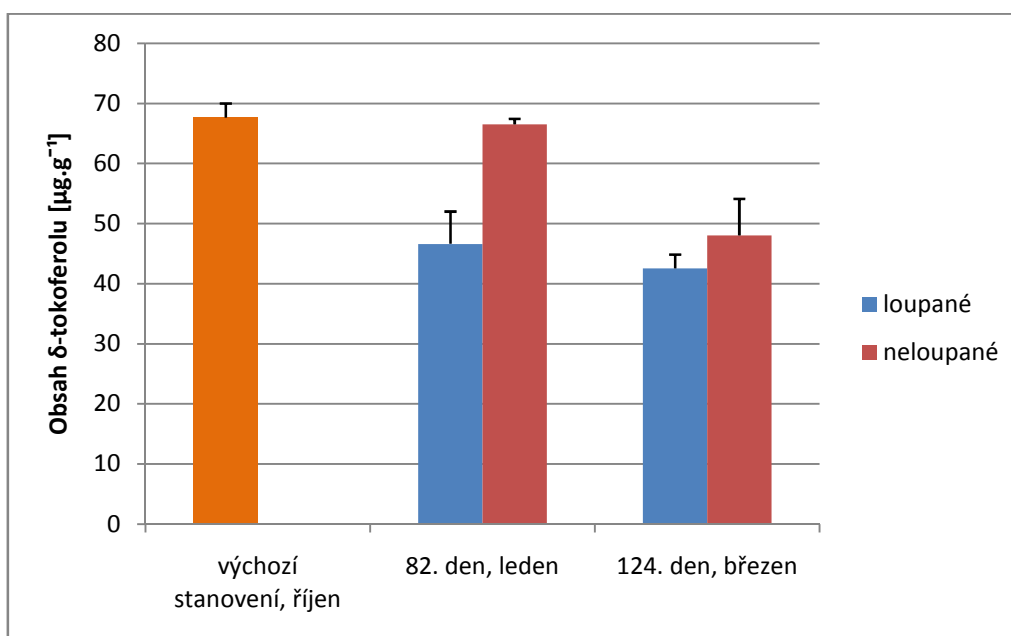
Ve třetím vzorku vlašských ořechů (c) bylo celkové množství δ -tokoferolu stanoveno na $67,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ při výchozím stanovení (Tabulka č. 18). V lednu byl zjištěn pokles o 31,1 % v loupáných ořeších a 1,6 % v neloupaných ořeších. V březnu došlo k dalšímu poklesu, v loupáných ořeších činil 6 %, v neloupaných ořeších činil 27,3 %. Celkově došlo k poklesu obsahu δ -tokoferolu u vzorků loupáných ořechů o 37,1 %, u vzorků neloupaných ořechů o 28,9 %. V loupáných ořeších byl pokles o 8,2 % nižší než v neloupaných ořeších. Pokles δ -tokoferolu je graficky znázorněn na Obrázku č. 18.

Tabulka č. 18: Vliv skladování na obsah δ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve 3. vzorku vlašských ořechů (c)

	loupané	neloupané
výchozí stanovení, říjen 2014	67,62 ± 2,338	67,62 ± 2,338
82. den, leden 2015	46,62 ± 5,378	66,53 ± 0,889
124. den, březen 2015	42,56 ± 2,285	48,05 ± 6,051

Vysvětlivky: loupané – skladovány v lednici; neloupané – skladovány za světla, při pokojové teplotě

Obrázek č. 18: Znázornění vlivu skladování na obsah δ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve 3. vzorku vlašských ořechů (c)

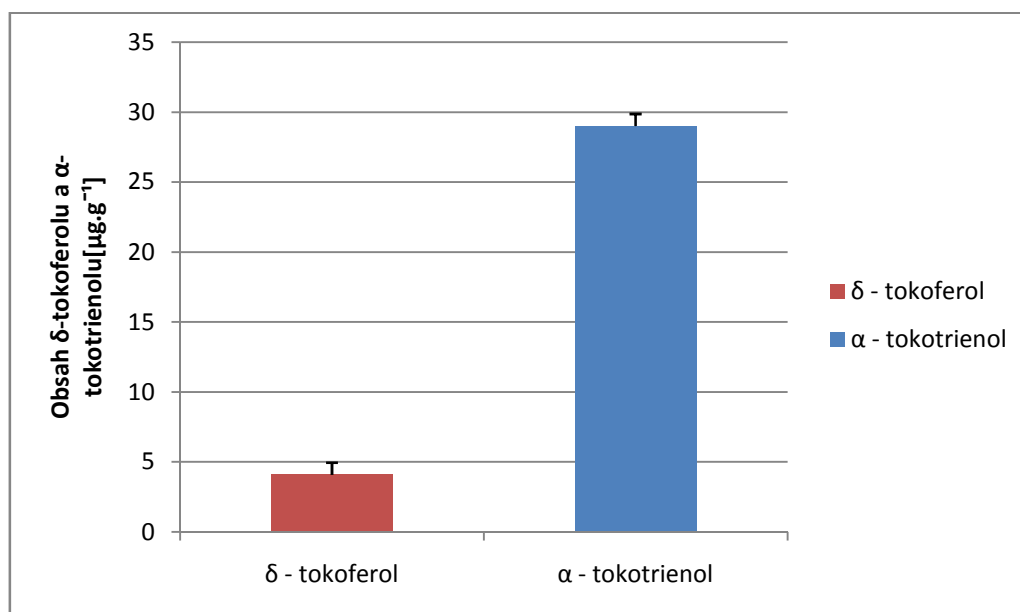


Ve všech třech vzorcích vlašských ořechů byl prokázán menší stupeň degradace forem vitamínu E při skladování loupaných ořechů v chladu v lednici než u neloupaných ořechů skladovaných při pokojové teplotě. Výjimku tvoří pouze vyšší degradace δ -tokoferolu u 3. odrůdy vlašských ořechů (c), která byla vyšší u loupaných ořechů, ale pouze o 8,2 %.

5.3.2 Lískové ořechy

Na Obrázku č. 19 je ve vzorku lískových ořechů zobrazen obsah δ -tokoferolu ($4,089 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) a α -tokotrienolu ($29 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), který byl zjištěn během prvního stanovení v říjnu 2014. Tyto izomery vitamínu E byly v dalších stanoveních v lednu 2015 a v březnu 2015 již pod mezí detekce (δ -tokoferol $1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, α -tokotrienol $5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Obrázek č. 19: Obsahu δ -tokoferolu a α -tokotrienolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v lískových ořeších



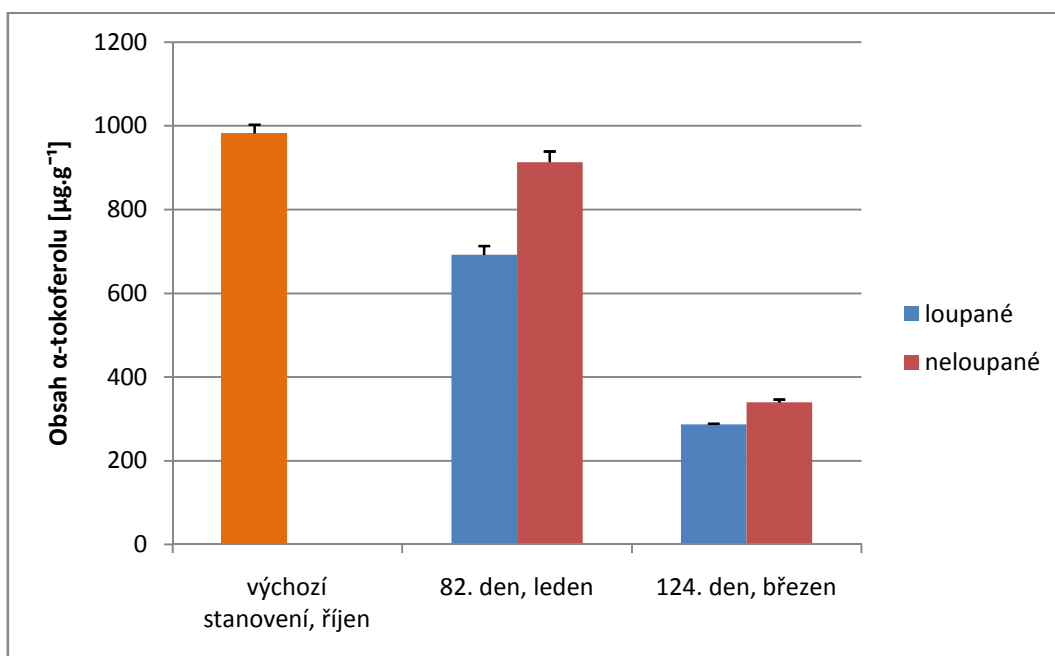
Nejvýznamnějším formou vitamínu E ve vzorcích lískových ořechů byl α -tokoferol, jehož obsah byl při výchozím stanovení $982,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Tabulka č. 20). V lednu činil pokles v loupáných lískových ořeších 29,6 % v loupáných ořeších a 7,1 % v neloupáných ořeších. V březnu došlo k dalšímu významnému poklesu obsahu α -tokoferolu – v loupáných ořeších o dalších 41,2 %, v neloupáných o 58,4 %. Celkový pokles ve vzorku loupáných ořechů činil 70,8 %, ve vzorku neloupáných ořechů 65,5 %. K většímu poklesu (o 5,3 %) došlo ve vzorku loupáných ořechů. Pokles α -tokoferolu je znázorněn na Obrázku č. 20.

Tabulka č. 20: Vliv skladování na obsah α -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v lískových ořeších

	loupané	neloupané
výchozí stanovení, říjen 2014	982,5 ± 20,02	982,5 ± 20,02
82. den, leden 2015	691,9 ± 21,44	913,2 ± 25,78
124. den, březen 2015	286,6 ± 2,446	339,3 ± 7,174

Vysvětlivky: loupané – skladovány v lednici; neloupané – skladovány za světla, při pokojové teplotě

Obrázek č. 20: Znázornění vlivu skladování na obsah δ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v lískových ořeších



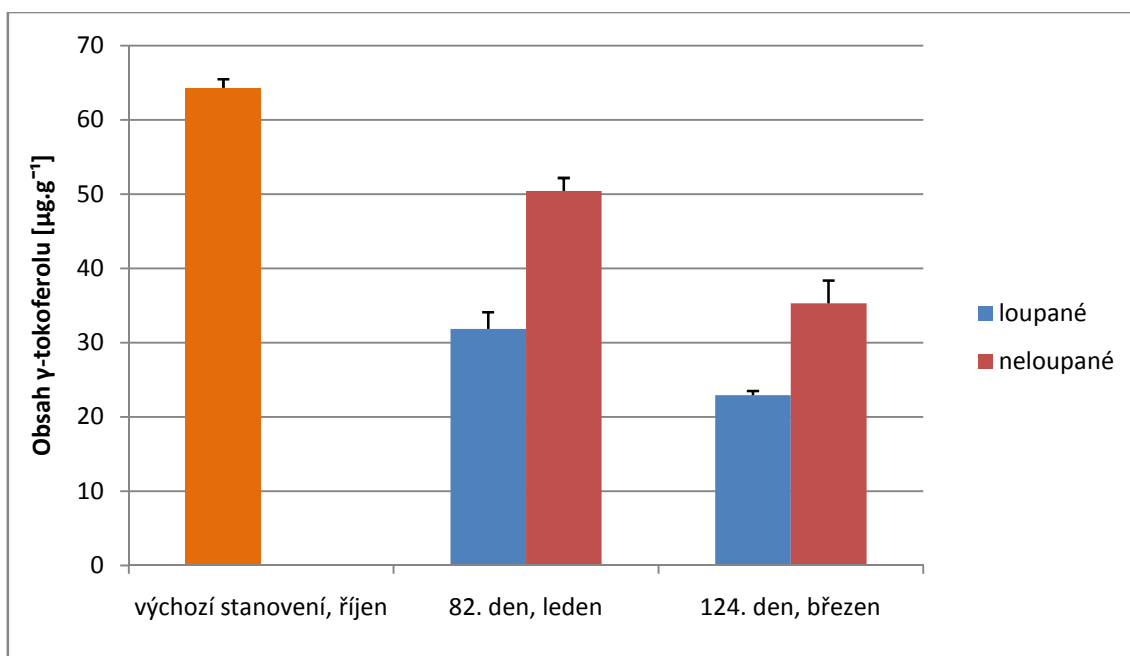
Další významnou formou vitamínu E byl γ -tokoferol, jehož množství činilo v analyzovaném vzorku lískových ořechů $64,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ při výchozím stanovení. V lednu 2015, po druhém stanovení, došlo k poklesu o 50,4 % v loupáných ořeších, v neloupáných ořeších došlo k poklesu o 21,6 %. Při posledním stanovení, v březnu 2015, došlo k dalšímu poklesu – o 13,9 % v loupáných ořeších a o 23,5 % v neloupáných ořeších. Celkový pokles činil ve vzorku loupáných ořechů 64,3 %, ve vzorku neloupáných ořechů 45,1 %, což představuje celkový rozdíl 19,2 %. (Tabulka č. 21, Obrázek č. 21)

Tabulka č. 21: Vliv skladování na obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v lískových ořeších

	loupané	neloupané
výchozí stanovení, říjen 2014	64,3 ± 1,162	64,3 ± 1,162
82. den, leden 2015	31,86 ± 2,209	50,42 ± 1,737
124. den, březen 2015	22,91 ± 0,564	35,3 ± 3,065

Vysvětlivky: loupané – skladovány v lednici; neloupané – skladovány za světla, při pokojové teplotě

Obrázek č. 21: Znázornění vlivu skladování na obsah γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v lískových ořeších



Přesný opak proti vlašským ořechům ukázalo skladování lískových ořechů a jeho vliv na degradaci izomerů vitamínu E. Ve všech formách vitamínu E byl prokázán vyšší pokles během skladování v lednici oproti skladování při pokojové teplotě.

6. Diskuze

Hlavním cílem této práce bylo stanovit obsah jednotlivých forem vitamínu E (tokolů a tokotrienolů) různých druhů suchých skořápkových plodů a jejich vzájemné porovnání, dále porovnat spektrum a obsah forem vitamínu E v rámci různých vzorků vlašských a lískových ořechů a také zhodnotit vliv skladování suchých skořápkových plodů na obsah vitamínu E.

6.1 Stanovení vitamínu E

Obsah a spektrum forem vitamínu E byl hodnocen v 10 druzích suchých skořápkových plodů. Na základě laboratorních analýz bylo zjištěno, že obsahy jednotlivých forem vitamínu E se v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů velmi liší. Nejvýznamnějšími formami vitamínu E, které byly zastoupeny ve většině analyzovaných druhů suchých skořápkových plodů, byly α -tokoferol a γ -tokoferol.

Obsah α -tokoferolu se pohyboval v rozmezí $26,71 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} - 1139 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Tabulka č. 8), v závislosti na druhu suchého skořápkového plodu. Nejvyšší množství α -tokoferolu bylo zjištěno ve vzorcích mandlí (průměrně $1133 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) a lískových ořechů (průměrně $876 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), tyto dva druhy suchých skořápkových plodů byly nejvýznamnějšími zdroji α -tokoferolu také ve studiích Kornsteinera et al. (2006) a Maguire et al (2004). Naopak nejnižší obsah α -tokoferolu byl nalezen v kešu ořeších a v jednom vzorku piniových ořechů, kde byla přítomnost α -tokoferolu pod hranicí meze detekce ($5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), což je ve shodě s analýzami Kornsteinera et al. (2006).

Obsah β -tokoferolu v analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů byl nalezen pouze v jednom vzorku mandlí ($4,744 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) a v jednom vzorku lískových ořechů ($9,556 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) (Obrázek č. 3). V ostatních druzích ořechů byl obsah β -tokoferolu pod hranicí meze detekce ($3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Lze tedy říci, že se jedná o minoritní izomer vitamínu E, což je ve shodě s prací Miraliakbari and Fereidoon (2008), kde byl β -tokoferol nalezen pouze ve vzorcích mandlí a piniových ořechů, a to v rozmezí $10,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} - 22,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Přítomnost γ -tokoferolu byla zjištěna ve všech analyzovaných druzích suchých skořápkových plodů (Tabulka č. 9). Spolu s α -tokoferolem byl γ -tokoferol vyhodnocen jako nejvýznamnější forma vitamínu E. Obsah γ -tokoferolu se pohyboval v rozmezí $12,23 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} - 590,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,

v závislosti na druhu suchého skořápkového plodu. Nejvyšší množství γ -tokoferolu bylo nalezeno ve vzorcích pistácií (průměrný obsah $584,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) dále ve vzorcích vlašských ořechů, para ořechů, pekanových ořechů, což je v dobré shodě se studií Kornsteinera et al. (2006), ve které bylo nejvyšší množství γ -tokoferolu nalezeno ve stejném klesajícím pořadí vzorků. Miraliakbari and Fereidoon (2008) uvádí, že nejvyšší množství γ -tokoferolu obsahují pekanové ořechy ($440,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} - 472,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), podobné hodnoty byly stanoveny také v těchto analýzách (průměrně $386,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), nicméně byly nalezeny významnější zdroje γ -tokoferolu.

Výrazně vysoké množství δ -tokoferolu obsahovaly vzorky para ořechů (průměrně $2297 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Významné množství této formy vitamínu E obsahovaly také vlašské ořechy (průměrně $52,36 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), což je více než dvakrát vyšší obsah než ve své studii stanovili Miraliakbari and Fereidoon (2008), rozmezí $19,8 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} - 23,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Tento rozdíl by mohl být pravděpodobně způsobem především různým původem a odrůdami ořechů, případně dobou jejich skladování před analýzou (Tabulka č. 10).

Obsah tokotrienolů byl nalezen ve výrazně nižším počtu druhů suchých skořápkových plodů než, tomu bylo u obsahu tokoferolů (Obrázek č. 7 a Obrázek č. 8). Jako nejvýznamnější zástupce α -tokotrienolu byly vyhodnoceny para ořechy ($399,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Nejvyšší množství γ -tokotrienolu bylo nalezeno ve vzorcích pistácií (průměrně $34,78 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Obsah β a δ -tokotrienolu se ve všech analyzovaných vzorcích suchých skořápkových plodů pohyboval pod hranicí meze detekce (β - tokotrienol – $3,333 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, δ -tokotrienol – $1,667 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Obsah tokotrienolů nebyl porovnán s literaturou, protože většina studií se vzhledem k minoritnímu zastupování tokotrienolů v druzích suchých skořápkových plodů, zabývá především obsahem tokoferolů, které jsou v suchých skořápkových plodech zastoupeny v majoritním spektru a obsahu. V poslední době se však stále více objevují informace, že tokotrienoly jsou velmi účinnými antioxidanty a jejich antioxidační aktivita by mohla být ještě významnější než antioxidační aktivita tokoferolů (zejména α -tokoferolu) i přesto, že jejich obsah v potravinách je obvykle nižší než obsah tokoferolů. Jako příklad může posloužit studie Sen et al. (2000), ve které byly α a γ -tokotrienoly vyhodnoceny jako účinnější antioxidanty v ochraně buněk než α -tokoferol.

6.2 Porovnání zastoupení vitamínu E ve vzorcích vlašských a lískových ořechů z různých zdrojů na území ČR

V ČR se nejvíce pěstují a konzumují vlašské a lískové ořechy. Obsah tokoferolů a tokotrienolů byl hodnocen v pěti vzorcích vlašských ořechů a dvou vzorcích lískových ořechů, které pocházely z různých zdrojů na území ČR. Majoritní formou tokoferolů ve vzorcích vlašských ořechů byl γ -tokoferol, jehož průměrný obsah byl $459,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, což je ve shodě s údaji Savage et al. (1999), Li et al. (2007) a Oliviera et al., (2002), kteří stanovili obsah γ -tokoferolu v různých vzorcích vlašských ořechů v rozmezí $205 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} - 525 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Ve vzorcích lískových ořechů byl, na rozdíl od vlašských ořechů, majoritní formou vitamínu E α -tokoferol, jehož průměrný obsah činil $876 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Tabulka č. 11). Miraliakbari and Fereidoon (2008) uvádí, že obsah α -tokoferolu v lískových ořeších se pohyboval v rozmezí $365,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} - 372,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíl v obsahu α -tokoferolu je pravděpodobně způsobem různorodostí odrůd a také místem původu

Obsah tokotrienolů byl na rozdíl od obsahu tokoferolů ve vzorcích vlašských ořechů i lískových ořechů velmi nízký (Tabulka č. 12). Vzhledem k nízkému obsahu tokotrienolů nebyly nalezeny relevantní literární zdroje k diskuzi, protože napříč literaturou byl u většiny analýz obvykle stanoven pouze obsah tokoferolů.

Rozdíl v obsahu jednotlivých izomerů forem vitamínu E byl mezi jednotlivými odrůdami vlašských ořechů a jednotlivými odrůdami lískových ořechů byl také statisticky hodnocen na hladině významnosti $\alpha=0,05$. Na základě statistického vyhodnocení byl mezi odrůdami vlašských i lískových ořechů zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu jednotlivých forem vitamínu E jak mezi jednotlivými vzorky, tak mezi kupovanými vzorky a vzorky pocházejícímu z domácí produkce. Tento fakt je pravděpodobně dán především geografickým původem, rozdílným složením půdy či celkovou rozdílností v nutričním složení jednotlivých vzorků analyzovaných suchých skořápkových plodů.

6.3 Vliv skladování na obsah vitamínu E

Vliv skladování na obsah a složení vitamínu E byl sledován ve třech vzorcích vlašských ořechů a jednom vzorku lískových ořechů pocházejících z domácí produkce během 124 dní. Vzorky byly během této doby pravidelně analyzovány. Pokles mezi jednotlivými stanoveními byl procentuálně vyhodnocen.

Na základě procentuálního vyhodnocení byl u všech tří odrůd vlašských ořechů prokázán menší stupeň degradace forem vitamínu E při skladování loupáných ořechů v chladu v lednici než u neloupaných ořechů skladovaných při pokojové teplotě. Výjimku tvoří pouze vyšší degradace δ -tokoferolu u 3. odrůdy vlašských ořechů, která byla vyšší u loupáných ořechů, ale pouze o 8,2 %. Nicméně v konečném důsledku skladování v lednici představuje pro vlašské ořechy vhodnější podmínky, toto je shodě s poznatkem Christopoulos and Tsantili (2012), kteří ve své studii vyhodnotili skladování vlašských ořechů v chladu jako velmi výhodné pro nutriční vlastnosti vlašských ořechů. Co se týká jednotlivých forem vitamínu E, k největší degradaci došlo u α -tokoferolu a γ -tokotrienolu, které byly stanoveny pouze během výchozí analýzy a degradace je tedy 100 %. K velkému poklesu došlo také u γ -tokoferolu, u loupáných vzorků v průměru o 32,3 %, u neloupaných vzorků v průměru o 64,3 %. Jako nejvíce stabilní byl vyhodnocen δ -tokoferol, jehož pokles byl u loupáných ořechů v průměru 28,6 % a u neloupaných ořechů o 44,8 %.

Přesný opak proti vlašským ořechům ukázalo skladování lískových ořechů. Ve všech formách vitamínu E byl prokázán vyšší pokles během skladování loupáných vzorků v lednici oproti skladování neloupaných vzorků při pokojové teplotě. Toto mohlo být pravděpodobně způsobeno uskladněním lískových ořechů v lednici (v blízkosti světla, které se zapíná při otevření lednice), které může způsobit degradaci světlocitlivého vitamínu E. Dalším důvodem lepší stability vitamínu E v neloupaných vzorcích by mohla být pravděpodobně vysoká odolnost skořápky, která lískovým ořechům poskytuje výbornou ochranu před oxidačním poškozením, tuto skutečnost uvádějí ve své studii také San Marine et al. (2001). Z jednotlivých forem vitamínu E došlo k největšímu poklesu u δ -tokoferolu a α -tokotrienolu, které byly stanoveny pouze při výchozí analýze, a jednalo se tedy o 100 % pokles. Také u α -tokoferolu došlo k významné degradaci, v případě loupáného vzorku o 70,8 %, v případě neloupaného vzorku o 65,6 %. K nejmenšímu poklesu došlo u γ -tokoferolu – u loupáného vzorku o 64,3 %, u neloupaného vzorku o 45,1 %.

Různá citlivost forem vitamínu E na světlo a chlad v lískových ořeších a vlašských ořeších je pravděpodobně dána rozdílnou matricí lískových a vlašských ořechů. Údaje o vlivu skladování na obsah vitamínu E v lískových ořeších s podobnými parametry, které by mohly být porovnány s touto analýzou, nejsou z literatury známy.

7. Závěr

Na základě analýzy HPLC byly zjištěny významné rozdíly v obsahu a složení jednotlivých forem vitamínu E mezi zkoumanými druhy suchých skořápkových plodů. Nejvýznamnějšími a nejhojněji zastoupenými izomery vitamínu E byly z tokoferolů α -tokoferol (mandle) a γ -tokoferol (pistácie), naopak tokotrienoly (α a γ) byly nalezeny jen u několika vybraných druhů suchých skořápkových plodů a γ a δ tokotrienoly byly ve všech vzorcích pod hranicí meze detekce.

V ČR se nejvíce pěstují a konzumují vlašské a lískové ořechy. Na základě statistického vyhodnocení byl nalezen statisticky významný rozdíl v obsahu jednotlivých forem vitamínu E mezi vzorky vlašských a lískových ořechů, které pocházeli z různých geografických oblastí. Tato analýza prokázala, mimo jiné vliv geografické oblasti na obsah jednotlivých forem vitamínu E. Průměrný obsah tokoferolů ve vzorcích vlašských ořechů činil $560,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, nejvýznamnější byl obsah γ -tokoferolu (průměrně $459,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), průměrný obsah tokoferolů ve vzorcích lískových ořechů byl $916,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, nejvýznamnějším izomerem byl α -tokoferol s průměrným obsahem $875,9584 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Tokotrienoly byly zastoupeny jak ve vlašských, tak v lískových ořeších v minoritním množství.

Posledním aspektem, který byl v práci hodnocen, byl vliv různého způsobu skladování na obsah vitamínu E ve vzorcích vlašských a lískových ořechů. Ořechy byly skladovány buď vyloupané v chladu, nebo nevylopané při pokojové teplotě po dobu 124 dní, v průběhu skladování byly vzorky pravidelně analyzovány. Ve vzorcích vlašských ořechů byl prokázán jednoznačně pozitivní vliv skladování v chladu na stabilitu vitamínu E. Ve vzorcích lískových ořechů byla naopak zjištěna menší degradace vitamínu E při skladování za pokojové teploty. Tato skutečnost může pravděpodobně souviset s místem skladování lískových ořechů v lednici blízko světla a skutečností, že vitamín E je velmi citlivý na světlo, odolností skořápky, případně rozdílnou citlivostí různých forem vitamínu E na chlad a světlo v důsledku jiné matrice lískových ořechů.

Závěrem lze jednoznačně říct, že suché skořápkové plody představují výborný zdroj vitamínu E. Zařazením pravidelné konzumace doporučeného množství těchto plodů do vyvážené denní stravy má pozitivní vliv na lidské zdraví a může být pravděpodobně prevencí vzniku civilizačních onemocnění.

8. Seznam literatury

Amaral J. S., RuiAlvez, M., Seabra, R. M., Oliveira, B., P., P. 2005. Vitamin E composition of walnut (*Juglans regia* L): a 3-year comparative study of different cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53. 5467 – 5472.

Amaral J.S., Casal, S., Pereira, J., A., Seabra, R., M., Oliveira, B., P., P. 2003. Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L) cultivars grown in Portugal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51. 7698 – 7702.

Amaral, J., S., Casal, S., Citova, I., Santos, A., Seabra, R., M., Oliveira, B., P., P. 2006. Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. *European Food Research and Technology*. 222. 274 – 280.

Bakkalbasi, E., Yilmaz, O., M., Poyrazoglu, E., S., Artik, N. 2014. Tocopherol contents of walnut varieties grown in turkey and the effect of storage on tocopherol content. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38. 518 – 526.

Blomhoff, R., Carlsen, M., H., Frost Andersen, L., Jacobs, D., R., Jr. 2006. Health benefits of nuts, potential role of antioxidants. *British Journal of Nutrition*. 96. 52 – 60.

Brigelius-Flohe, R. Traber, M. G. 1999. Vitamin E: function and metabolism. *Faseb Journal*. 13. 1145 – 1155.

Brufau, G., Boatella, J., Rafecas, M. 2006. Nuts, source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*. 96. 24 – 28.

Calderari, T. O., Iamanaka, B. T., Frisvad, J. C., John Pitt, I., Sartori, D., Pereira, J. L., Fungaro, M. H. P., Taniwaki, M. H. 2012. The biodiversity of *Aspergillus* section *Flavi* in brazil nuts: From rainforest to consumer. *International Journal of Food Microbiology*. 2013. 267 – 272.

Campos-Mondragón, M. G., Calderón De La Barca, A. M., Durán-prado, A., Campos-Reyes, L. C., Oliart-Ros, R. M., Ortega-García, J., Medina-Juárez, L. A., Angulo, O. 2009. Nutritional composition of new Peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Grasas y Aceites*. 60. 161 – 167.

Clement, I.P., Donald J. L. 1994. Bioactivity of selenium from Brazil nut for cancer prevention and selenoenzyme maintenance. *Nutrition and Cancer*. 21. 2689 – 2689.

Coombes, A. J. Stromy. 1996. Osveta. Martin. 320 s. ISBN: 80-888-2416-8.

Cunnane, S., C., Ganguli, S., Menard, C., Liede, A., C., Hamadeh, M., J., Chen, Z., Wolever, T., M., S., Jerkins, D., J., A. 1993. Highlinolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): somenutritionalproperties in humans. *British Journal Nutrition*. 69. 433 – 453.

Curb, J., D., Wergowske, G., Dobbs, J., C., Abbott, R., D., Huang, B. 2000. Serum Lipid Effects of a High–Monounsaturated Fat Diet Based on Macadamia Nuts. *Archives of Internal Medicine*. 160. 1154 – 1158.

Česko. Vyhláška č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování. částka 59/2003 Sb. In: Sbíрка zákonů České Republiky. 2003. Dostupné také z <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1006197&docType=ART&nid=11816>

Česko. Vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin Příl. 5. In: Sbíрка zákonů České Republiky. 2008. Dostupné také z <http://www.google.com/cse?cx=015489265366623571386%3Aizzrwwg3bmqm&q=Vyh1%C3%A1%C5%A1ka+%C4%8D.+225%2F2008+Sb&ok.x=8&ok.y=1#gsc.tab=0&gsc.q=Vyh1%C3%A1%C5%A1ka%20%C4%8D.%20225%2F2008%20Sb>

Darvish, R., Shidfar, F., Rajab, A., Mohammadi, V., Hosseini, S. H. 2012. The effects of cashew consumption on serum glucose, insulin and lipoprotein in type 2 diabetic patients. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism (IJEM)*. 14. 325 – 334.

Davis, J. P., Dean, L. O., Faircloth, W. H., Sanders, T. H. 2008. Physical and Chemical Characterizations of Normal and High-Oleic Oils from Nine Commercial Cultivars of Peanut. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 85. 235 – 243.

Davis, L., Stonehouse, W., Loots, D., T., Mukuddem-Petersen, J., van derWesthuizen, F., H., Hanekom, S., M., Jerling, J., C. 2007. Theeffectsofhighwalnut andcashewnutdiets on the antioxidant status ofsubjectswithmetabolic syndrome. *EuropeanJournalofNutrition*. 46. 155 – 164.

- Demo, A., Petrakis, C., Kefalas, P., Boskou, D. 1998. Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. *Food Research International*. 31. 351 – 354.
- Dlouhá, J., Richter, M., Valíček, P., Liška, P. 1997. *Ovoce*. Aventinum. Praha. 223 s. ISBN: 8071517682.
- Dlouhá, J., Valíček, P., Richter, M. *Ovoce*. 1997. Aventinum. Praha. 223 s. ISBN 80-7151-768-2.
- Dolde, D., Vlahakis, C., Hazebroek, J. 1999. Tocopherols in breeding lines and effects of planting location, fatty acid composition, and temperature during development. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 76. 349 – 355.
- Dreher, M. L., Maher, C. V., Kearney, P. 1996. The Traditional and Emerging Role of Nuts in Healthful Diets. *Nutrition Reviews*. 54. 241 – 245.
- Edwards, K., Kwaw, I., Matud, J., Kurtz, I., Ros, E. 1999. Effect of Pistachio Nuts on Serum Lipid Levels in Patients with Moderate Hypercholesterolemia. *Journal of the American College of Nutrition* 18. 229 – 232.
- Evaristo, I., Batista, D., Correia, I., Correia, P., Costa, R. 2010. Chemical profiling of Portuguese *Pinus pinea* L. nuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90. 1041 – 1049.
- Fraser, G. E., Sabate, J., Beesen, W. L., Strahan, T. M. 1992. A Possible Protective Effect of Nut Consumption on Risk of Coronary Heart-Disease - The Adventist Health Study. *Archives of Internal Medicine*. 152. 1416 – 1424.
- Freitas-Silva, O., Venâncio, A., 2011. Brazil nuts: Benefits and risks associated with contamination by fungi and mycotoxins. *Food Research International*. 44. 1434 – 1440.
- Fukuba, H., Murota, T. 1985. Determination of tocopherols in foodstuffs, especially nuts and spices, by high-performance liquid chromatography. *Journal of Micronutrient Analysis*. 1 (2). 93 – 105.
- Garcia-Pascual, P., Mateos, M., Carbonell, V., Salazar, D., M. 2003. Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds. *Biosystems Engineering*. 84. 201 – 209.

- Garg, M.,L., Blake, R.,J., Wills, R.,B.,H. 2003. Macadamia nut consumption lowers plasma total and LDL cholesterol levels in hypercholesterolemic men. *Journal of nutrition*. 133. 1060 – 1063.
- Garrido, I., Monagas, M., Gómez-Cordovés, C., Bartolomé, B. 2008. Polyphenols and antioxidant properties of almond skins: influence of industrial processing. *Journal of Food Science*. 73. 106 – 115.
- Ghirardello, D., Contessa, C., Valentini, N., Zeppa, G., Rolle, L., Gerbi, V., Botta, R. 2013. Effect of storage conditions on chemical and physical characteristics of hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Postharvest Biology and Technology*. 81. 37 – 43.
- Hecker, U. *Stromy a keře*. 2003. Rebo. Praha. 238s. ISBN: 978-80-255-0594-6.
- Hladík F. *Malá pomologie 4 – meruňky, broskve, mandle, ořechy vlašské a lískové*. 1966. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 321 s. ISBN 07-002-66.
- Hogarty, C. J., Ang, C., Eitenmiller, R. R. 1989. Tocopherol content of selected foods by HPLC/fluorescence quantitation. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2 (3). 200 – 209.
- Christopoulos, M., V., Tsantili, E. 2012. Storage of fresh walnuts (*Juglans regia* L.) – Low temperature and phenolic compounds. *Postharvest Biology and Technology*. 73. 80 – 88.
- Chun, J., Lee, J., Eitenmiller, R. R. 2005. Vitamin E and Oxidative Stability During Storage of Raw and Dry Roasted Peanuts Packaged under Air and Vacuum. *Journal of Food Science* [online]. 70. 292 – 297.
- Jambazian, P., R., Haddad, E., Rajaram, S., Tanzman, J., Sabate, J. 2005. Almonds in the diet simultaneously improve plasma alpha-tocopherol, concentrations and reduce plasma lipids. *Journal of the American Dietetic Association*. 105. 449 – 454.
- Jiang, Q., Christen, S., Shigenaga, M. K., Ames, B. N. 2001. γ -Tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. *American Journal of Clinical Nutrition*. 74. 714 – 722.
- Jones, J. B., Provost, M., Keaver, L., Breen, C., Ludy, M.-J., Mattes, D. 2013. A randomized trial on the effects of flavorings on the health benefits of daily peanut consumption. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2013. 99. 490 – 496.

- Kaijser, A., Dutta, P., Savage, G. 2000. Oxidative stability and lipid composition of macadamia nuts grown in New Zealand. *Food Chemistry*. 71. 67 – 70.
- Kang, Y. H., Kim, K. K., Kim, T. W., Choe, M. 2015. Anti-atherosclerosis effect of pine nut oil in high-cholesterol and high-fat diet fed rats and its mechanism studies in human umbilical vein endothelial cells. *Food Science and Biotechnology*. 24., 323 – 332.
- Koch, K., Eitenmiller, R. R.; Pegg, R., B. 2009. Compositional Characteristics and Health Effects of Pecan (*Carya illinoensis*). *Nutraceutical science and technology*. 9. 259 – 283.
- Koksal, A., H., Artik, N., Simsek, A., Gunes, N. 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey *Food Chemistry*. 99. 509 – 515.
- Kornsteiner, M., Wagner, K.H., Elmadfa, I. 2006. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chemistry*. 98. 381 – 387.
- Koyuncu, M., A. Change of fat content and fatty acid composition of Turkish hazelnuts (*Corylus avellana* L.) during storage. 2004. *Journal of Food Quality*. 27. 304 – 309.
- Kremer, P. B. Stromy. 2003. Ikar. Praha. 287 s. ISBN: 80-2423-1003-7
- Kris-Etherton, P. M., Yu-Poth, S., Sabaté, J., Ratcliffe, H. E., Zhao, G., Etherton, T.D. 1999. Nuts and their bioactive constituents: effects on serum lipids and other factors that affect disease risk. *American Society for Clinical Nutrition*. 70. 504 – 511.
- Lavedrine, F., Ravel, A., Poupard, A., Alary, J. 1997. Effect of geographic origin, variety and storage on tocopherol concentrations in walnuts by HPLC. *Food Chemistry*. 58. 135 – 140.
- Lavedrine, F., Zmirou, D., Ravel, A., Balducci, F., Blood, A., J. 1999. cholesterol and walnut consumption: a cross-sectional survey in France. *Preventive Medicine*. 28. 333 – 339.
- Lee, J., Landen, W. O., Phillips, R. D., Eitenmiller, R. R. 1998. Application of Direct Solvent Extraction to the LC Quantification of Vitamin E in Peanuts, Peanut Butter, and Selected Nuts. *Peanut Science*. 25 (2). 123 – 128.
- Lehari, G., Colditz, P. Exotické plody: ovoce, zelenina, ořechy. NS Svoboda. Praha. 2002. 95 s. ISBN 80-205-1032-X.

- Leonard, S. W., Good, C. K., Gugger, E. T., Traber, M. G. 2004. Vitamin E bioavailability from fortified breakfast cereal is greater than that from encapsulated supplements. *American Journal of Clinical Nutrition*. 79. 86 – 92.
- Levin S., 2010. High Performance Liquid Chromatography (HPLC) in the pharmaceutical analysis. *Medtechnica*. 23. 234 – 237.
- Li, L., Tsao, R., Yang, R., Kramer, J. K. G., Hernandez, M. 2007. Fatty acid profiles, tocopherol contents, and antioxidant activities of heartnut (*Juglans ailanthifolia* var. *Cordiformis*) and persian walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55. 1164 – 1169.
- Lima, J. R., Goncalves, L. A. G., Silva, M. A. A. P., Campos, S. D. S., Garcia, E. E. C. 1998. Effect of different packaging conditions on storage of roasted and salted cashew nut. *Acta Alimentaria*. 27. 329 – 339.
- Maguire, L. S., O'sullivan, S. M., Galvin, K., O'connor, T. P., O'brien, N. M., Fallico, B., Ballistreri, G., Arena, E., Tokuşoğlu, Ö. 2004. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 55. 185 – 212.
- Martínez, M. L., Labuckas D. O, Lamarque A. L., Maestri, D. M. 2010. Walnut (*Juglansregia* L.): geneticresources, chemistry, by-products. *Journalofthe Science of Food and Agriculture*. 90. 1959 – 1967.
- Maskan, M. 1999. Storage stability of whole-split pistachio nuts (*Pistachia vera* L.) at various conditions. *Food Chemistry*. 66. 227 – 233.
- Maskan, M., Karataş, S. 1998. Fatty acid oxidation of pistachio nuts stored under various atmospheric conditions and different temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 77. 334 – 340.
- Matuszewski, B. K. , Constanzer, M. L., Chavez-Eng, C. M. 2003. Strategies for the assessment of matrix effect in quantitative bioanalytical methods based on HPLC–MS/MS. *Anal. Chem*. 75 (13). 3019 – 3030.
- Mehlenbacher, S., A., Olsen, J. 1996. The hazelnut industry in Oregon, USA. *Acta Horticulturae*. 445. 337 – 345.

- Mercan, S., M., Arslan, P., C., Alasalvar, E., Okut, E., Akgül, A., P., Geyik, P., Ö., Tokgözo, L., Shahidi, F. 2007. Effects of hazelnut-enriched diet on plasma cholesterol and lipoprotein profiles in hypercholesterolemic adult men. *European Journal of Clinical Nutrition*. 61. 212 – 220.
- Miraliakbari, H., Shahidi, F. 2008. lipid class compositions, tocopherols and sterols of tree nut oils extracted with different solvents. 15 (1). 81 – 96.
- Morgan, W., A., Clayshulte, B., J. 2000. Pecans Lower Low Density Lipoprotein Cholesterol in People with Normal Lipid Levels. *American Dietetic Association*. 100. 312 – 318.
- Oliveira, R., Rodrigues, M., and Bernardo-Gil, M. 2002. Characterization and supercritical carbon dioxide extraction of walnut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 79. 225 – 230.
- Opekar, F., Jelínek, I., Rychlovský, Z., Plzák, Z. 2007. *Základy analytické chemie*. Univerzita Karlova. Praha. 201 s. ISBN: 9788024605531
- Özgülven, F., Vursavuş, K., Correia, I., Correia, P., Costa, R. 2005. Some physical, mechanical and aerodynamic properties of pine (*Pinus pinea*) nuts. *Journal of Food Engineering*. 68. 191 – 196.
- Parcerisa, J., Richardson, D. G., Rafecas, M., Codony, R., Boatella, J. 1998. Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) harvested in Oregon (USA). *Journal of Chromatography A*. 805. 259 – 268.
- Prineas, R. J., Kushi, L. H., Folsom, A. R., Bostick, R. M., Wu, Y. 1993. Walnuts and Serum-Lipids. *New England Journal of Medicine*. 329. 359 – 359.
- Ribeiro, M. A. A., Regitanodarce, M. A. B, Lima, U. A., Nogueira, M. C. S. 1993. Storage of canned shelled brazil nuts (*bertholletia-excelsa*) - effects on the quality. *Acta Alimentaria*. 22. 292 – 303.
- Ros, E. 2004. Walnut diet improves endothelial function in hypercholesterolemic subjects: a randomized crossover trial. *Circulation*. 109. 1609 – 1614.
- Ros, E., Mataix, J. 2006. Fatty acid composition of nuts. Implications for cardiovascular health. *British Journal of Nutrition*. 96. 29 – 35.

- Ryan, E., Galvin, K., O'connor, T. P., Maguire, A. R., O'brien, N. M. 2006. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 57. 219 – 228.
- Sabate, J., Haddad, E., Tanzman, J., S., Jambazian, P., Rajaram, S. 2003. Serum lipid response to the graduated enrichment of a Step I diet with almonds: a randomized feeding trial. *American Journal of Clinical Nutrition*. 77. 1379 – 1384.
- Sajilata, M.G., Singhal R.S., Pourazarang, H. 2006. Effect of irradiation and storage on the antioxidative activity of cashew nuts. *Radiation Physics and Chemistry*. 75. s. 297 – 300.
- Salas-Salvadó, J., Bulló, M., Pérez-Heras, A., Ros, E. 2006. Dietary fibre, nuts and cardiovascular disease. *British Journal of Nutrition*. 96. 45 – 51.
- San Martin, M., B., Fernandez-Garcia, T., Romero, A., Lopez, A. 2001. Effect of modified atmosphere storage on hazelnut quality. *Journal of Food Processing and Preservation*. 25. 309 – 321.
- Sari, I., Baltaci, Y., Bagci, C., Davutoglu, V., Erel, O., Celik, H., Ozer, O., Aksoy, N., Aksoy, M. 2010. Effect of pistachio diet on lipid parameters, endothelial function, inflammation, and oxidative status: A prospective study. *Nutrition* . 26. 399 – 404.
- Savage, G. P., Dutta, P. C. McNeil, D. L. 1999. Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. *Journal of The American Oil Chemists Society*. 76 (9). 1059 – 1063.
- Scussel, V. M., Giordano, B. N., Simao, V., Manfio, D., Galvao, S., Rodrigues, M. N. F. 2011. Effect of Oxygen-Reducing Atmospheres on the Safety of Packaged Shelled Brazil Nuts during Storage. *International Journal of Analytical Chemistry*. 1 – 9.
- Segura, R., Javierre, C., Lizarraga, M.A., Ros, E. 2006. Other relevant components of nuts, phytosterols, folate and minerals. *British Journal of Nutrition*. 96. 36 – 44.
- Senesi, E., Rizzolo, A., Colombo, C., Testoni, A. 1996. Influence of pre-processing: Storage conditions on peeledalmondquality. *Italian Journal of Food Science*. 8. 115 – 125.
- Schutte, A., Vanrooyen, J., Huisman, H., Mukuddempetersen, J., Oosthuizen, W., Hanekom S., Jerling, J., Stonehouse, W. 2006. Modulation of Baroreflex Sensitivity by Walnuts Versus

- Cashew Nuts in Subjects With Metabolic Syndrome. *American Journal of Hypertension*. 19. 1141 – 1148.
- Silva, M. P., Martinez, M. J., Casini, C., Grosso, N. R. 2010. Tocopherol content, peroxide value and sensory attributes in roasted peanuts during storage. *International Journal of Food Science*. 45. 1499 – 1504.
- Simopoulos, A. P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*. 56. 365 – 379.
- Simsek, A., Aykut, O. 2007. Evaluation of the microelement profile of Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties for human nutrition and health. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 58. 677 – 688.
- Strunz, C. C., Oliveira, T. V., Vinagre, J. C. M., Lima, A., Cozzolino, S., Maranhão, R. C. 2008. Brazil nut ingestion increased plasma selenium but had minimal effects on lipids, apolipoproteins, and high-density lipoprotein function in human subjects. *Nutrition Research*. 28. 151 – 155.
- Theriault, A., Chao, J. T., Wang, Q., Gapor, A., Adeli, K. 1999. Tocotrienol: A review of its therapeutic potential. *Clinical Biochemistry*. 32. 309 – 319.
- US Food and Drug Administration. 2003. Qualified Health Claims, Letter of Enforcement Discretion – Nuts and Coronary Heart Disease. US Food & Drug Administration. Rockville, MD, USA, 1 – 4.
- Vaidya, B., Eun, J., B. 2013. Effect of roasting on oxidative and tocopherol stability of walnut oil during storage in the dark. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 115. 348 – 355.
- Vermeulen, N. *Encyklopedie stromů a keřů*. 1998. ReboProductions. Čestlice. 287 s. ISBN 80-723-4093-X.
- Wagner, K.H., Kamal-Eldin, A., Elmadfa, I.U. 2004. Gamma-tocopherol - An underestimated vitamin? *Annals of Nutrition and Metabolism*. 48. 169 – 188.
- Welch, G. N., Loscalzo, J. 1998. Homocysteine and atherothrombosis. *New England Journal of Medicine*. 338. 1042 – 1050.

Yada, S., Lapsley, K., Huang, G., W. 2011. A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24. 469 – 480.

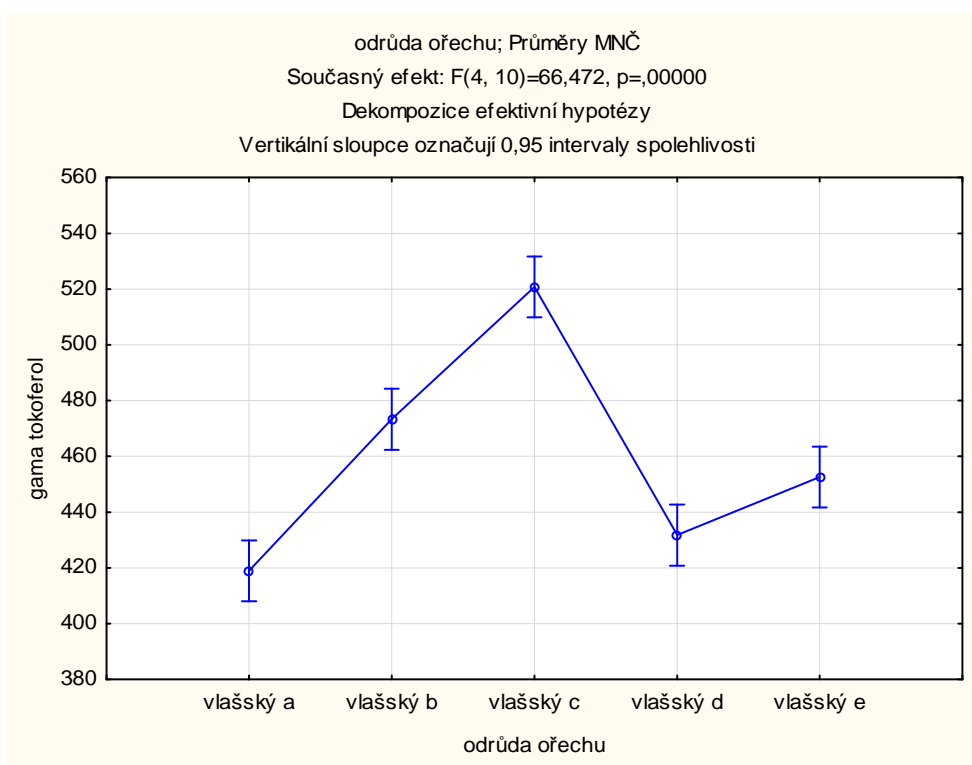
Yang, J., Shahidi, F., Tan, Z. 2009. Brazil nuts and associated health benefits: A review. *LWT - Food Science and Technology*. 42. 1573 – 1580.

Zuidema, P. A., Boot, R. G. A. 2002. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. *Journal of Tropical Ecology*. 18. 1 – 31.

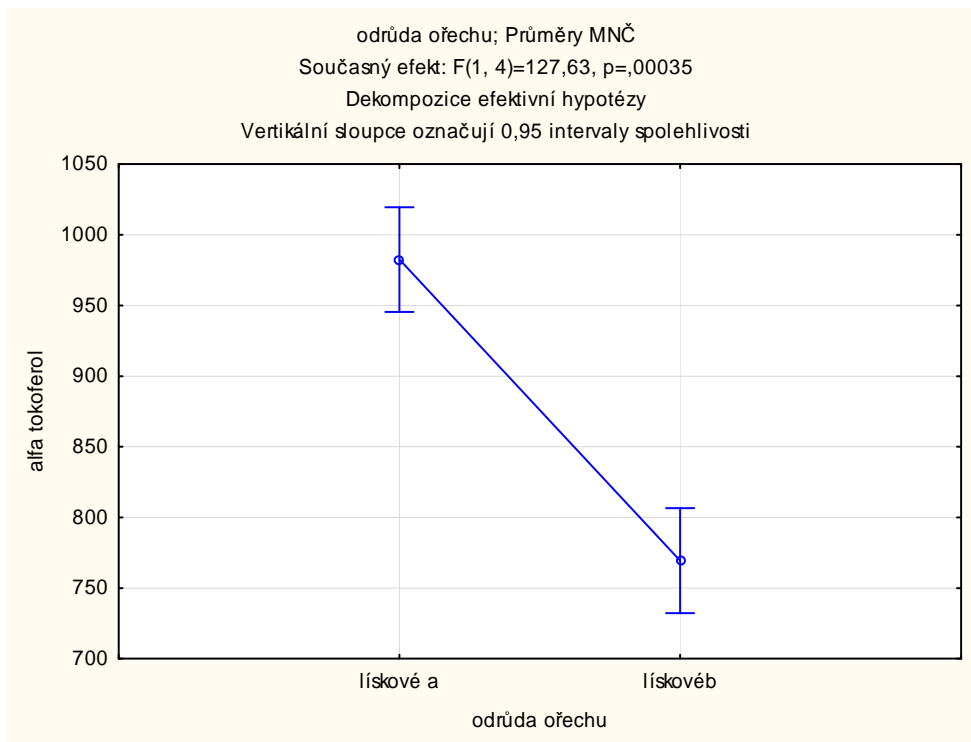
9. Přílohy

Příloha 1: Ukázky grafů statistického zhodnocení

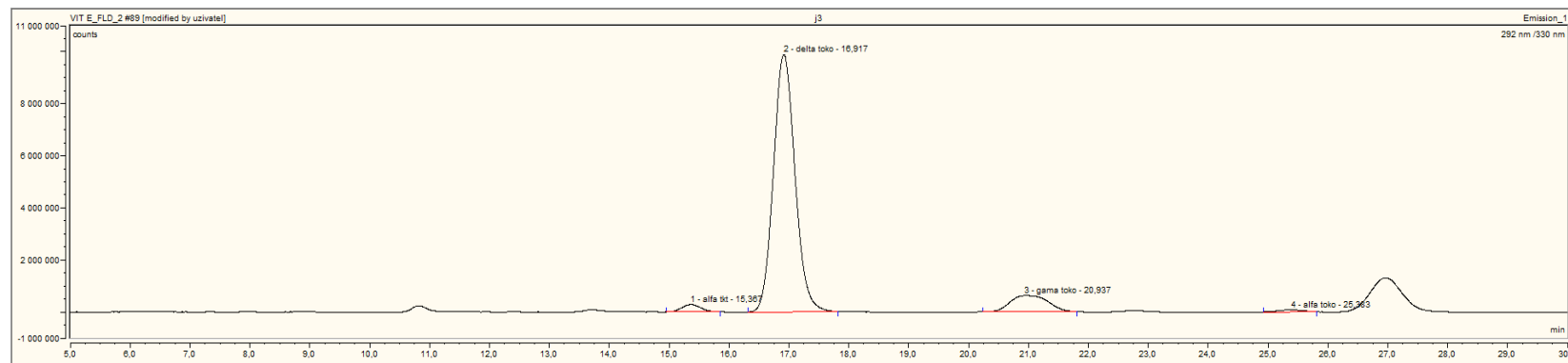
Graf č. 1: Statistické vyhodnocení γ -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve vzorcích vlašských ořechů



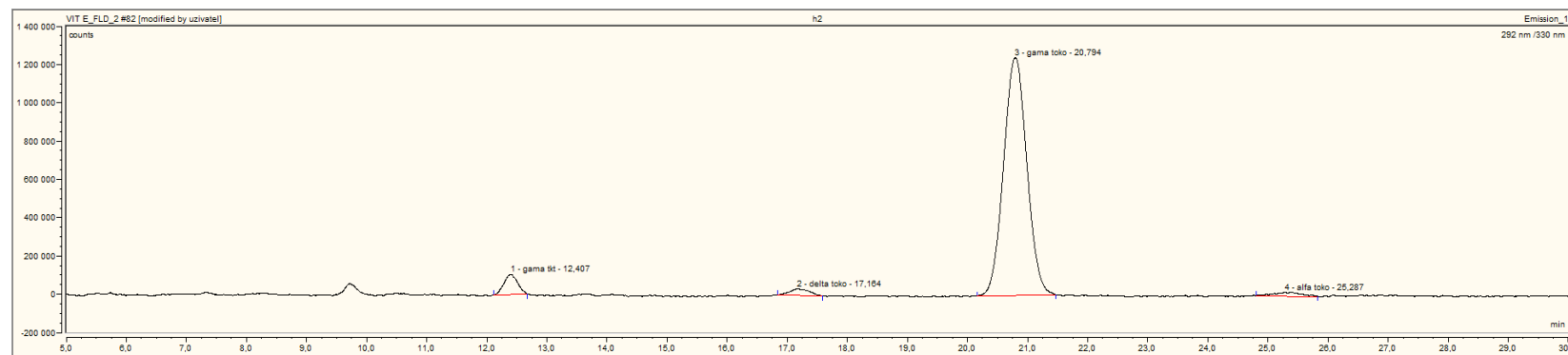
Graf č. 2: Statistické vyhodnocení α -tokoferolu v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ve vzorcích lískových ořechů



Chromatogram č. 1: Zobrazení forem vitamínu E ve vzorku para ořechů



Chromatogram č. 2: Zobrazení forem vitamínu E ve vzorku pistácií



Seznam příloh

Příloha 1: Ukázky grafů statistického zhodnocení

Příloha 2: Ukázka chromatogramů