

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chemie**



**Zastoupení vybraných minerálních látek v různých  
druzích suchých skořápkových plodů**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Martina Suchá**

**Obor studia: Výživa a potraviny**

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

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Zastoupení vybraných minerálních látek v různých druzích suchých skořápkových plodů" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího 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 autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Rád(a) bych touto cestou poděkoval(a) především vedoucí své práce paní doc. Ing. Aleně Hejtmánkové, CSc. za odborné vedení mé diplomové práce, za ochotu, vstřícnost, milé jednání a cenné rady. Mé poděkování patří také paní Ing. Tereze Michlové, Ph.D. za její pomoc při zpracování mé diplomové práce, za příjemné jednání a užitečné rady. V neposlední řadě patří poděkování také mé rodině za podporu během celého mého studia.

# Zastoupení vybraných minerálních látek v různých druzích suchých skořápkových plodů

## Souhrn

Suché skořápkové plody neboli ořechy jsou součástí lidské stravy již od nepaměti. Vzhledem ke svému složení makronutrientů a mikronutrientů jsou ideální součástí zdravého stravovacího režimu.

Byly zjištěny a vzájemně porovnány obsahy K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn a Se v různých druzích suchých skořápkových plodů a statisticky vyhodnoceny experimentálně zjištěné rozdíly v obsahu sledovaných minerálních látek v závislosti na druhu a původu ořechů. Obsahy sledovaných minerálních látek byly stanoveny metodou AAS po mikrovlnné mineralizaci vzorků.

Celkový obsah minerálních látek v různých druzích se pohyboval v rozmezí od 5,41 g.kg<sup>-1</sup> ve vlašských ořeších do 16,232 g.kg<sup>-1</sup> v pistáciích. Největší obsah Ca (2536 mg.kg<sup>-1</sup>) byl stanoven v mandlích. Nejbohatším zdrojem Mg (3848 mg.kg<sup>-1</sup>) jsou para ořechy a největší množství K (14526 mg.kg<sup>-1</sup>) bylo stanoveno v pistáciích. Bylo zjištěno, že nejvýznamnějším zdrojem Mn jsou lískové ořechy s obsahem 53 mg.kg<sup>-1</sup> a kešu ořechy obsahovaly největší množství Zn (59 mg.kg<sup>-1</sup>) a Na (124 mg.kg<sup>-1</sup>). Nejvýznamnějším zdrojem Fe jsou lískové ořechy s obsahem 109 mg.kg<sup>-1</sup> a para ořechy obsahovaly nejvíce Cu (19 mg.kg<sup>-1</sup>) a Se s obsahem 2,508 mg.kg<sup>-1</sup>.

V České republice jsou nejvíce konzumovány vlašské a lískové ořechy. Porovnáním bylo zjištěno, že lískové ořechy jsou celkově bohatším zdrojem minerálních látek a současně Mg, Mn, Na, K, Fe a Cu. Vlašské ořechy jsou naopak bohatším zdrojem Ca a Se. V lískových ořeších byl nejvíce variabilní obsah Mn, Na, Se, Cu, ve vlašských ořeších obsah Se a Cu, ale také Ca.

Analýzou bylo zjištěno, že existuje značná variabilita v obsahu minerálních látek v různých druzích suchých skořápkových plodů a také, že obsah minerálních látek ve stejném druhu ořechů je významně ovlivněn jejich původem a rokem sklizně.

**Klíčová slova:** ořechy, makroelementy, mikroelementy, AAS

# Representation of selected minerals in various types of nuts

## Summary

Dry nutshell fruit or nuts have been part of human diet since time immemorial. Due to their composition of macronutrients and micronutrients, they are an ideal part of a healthy eating regimen.

The content of K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn and Se was compared in different types of dry nuts. The experimentally observed differences in the content of monitored minerals (depending on the type and origin of nuts) were statistically evaluated. The contents of the monitored minerals were determined by the AAS method after microwave mineralization of samples.

The total content of minerals in different types ranges from 5,41 g.kg<sup>-1</sup> in walnuts to 16,232 g.kg<sup>-1</sup> in the pistachios. The highest content of Ca (2536 mg.kg<sup>-1</sup>) was determined in almonds. The richest source of Mg (3848 mg.kg<sup>-1</sup>) are brazil nuts, and the highest amount of K (14526 mg.kg<sup>-1</sup>) was determined in the pistachios. It has been found that the most important source of Mn are hazelnuts containing 53 mg.kg<sup>-1</sup> and cashew nuts containing the largest amount of Zn (59 mg.kg<sup>-1</sup>) and Na (124 mg.kg<sup>-1</sup>). The most important and richest source of Fe is hazelnuts containing 109 mg.kg<sup>-1</sup>. Brazil nuts contained the highest amount of Cu (19 mg.kg<sup>-1</sup>) and Se (2,508 mg.kg<sup>-1</sup>).

Walnuts and hazelnuts are the most consumed nuts in the Czech Republic. In comparison it was found out that hazelnuts are generally a richer source of minerals and also Mg, Mn, Na, K, Fe and Cu. On the contrary, walnuts are a richer source of Ca and Se. In hazelnuts, the most variable content was in the Mn, Na, Se, Cu. In walnuts, the most variable content was in the Se and Cu as well as Ca.

The analysis revealed that there is considerable variability in the mineral content of different types of dry nuts and the mineral content of the same nut type is significantly influenced by their origin and harvest year.

**Keywords:** nuts, macroelements, microelements, AAS

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Suché skořápkové plody</b> .....	<b>10</b>
3.1.1 Význam ořechů ve výživě.....	11
<b>3.2 Minerální látky</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3 Vápník (Ca)</b> .....	<b>14</b>
3.3.1 Význam vápníku v těle .....	15
3.3.1.2 Příjem vápníku a DDD.....	15
3.3.1.3 Nedostatek vápníku .....	15
3.3.1.4 Zdroje vápníku.....	16
3.3.1.5 Vliv vápníku na organismus.....	16
3.3.2 Hořčík (Mg) .....	16
3.3.2.1 Význam hořčíku v těle .....	17
3.3.2.2 Příjem hořčíku, DDD .....	17
3.3.2.3 Nedostatek hořčíku .....	17
3.3.2.4 Zdroje hořčíku .....	18
3.3.3 Sodík (Na).....	18
3.3.3.1 Význam sodíku v těle.....	18
3.3.3.2 Příjem sodíku, DDD .....	19
3.3.3.3 Nedostatek sodíku.....	19
3.3.3.4 Nadměrný příjem sodíku.....	19
3.3.4 Draslík (K) .....	20
3.3.4.1 Význam draslíku v těle .....	20
3.3.4.2 Příjem draslíku, DDD .....	20
3.3.4.3 Nedostatek draslíku .....	21
3.3.4.4 Zdroje draslíku.....	21
3.3.4.5 Vztah sodíku a draslíku ve stravě .....	21
3.3.5 Železo (Fe).....	22
3.3.5.1 Význam železa v těle .....	22
3.3.5.2 Příjem železa, DDD .....	22
3.3.5.3 Nedostatek železa .....	23

3.3.5.4	Zdroje železa .....	23
3.3.5.5	Hemoglobin .....	24
3.3.6	Měď (Cu) .....	24
3.3.6.1	Význam mědi v těle .....	24
3.3.6.2	Příjem mědi, DDD .....	24
3.3.6.3	CuZnSOD (superoxid dismutáza) .....	25
3.3.6.4	Nedostatek mědi .....	25
3.3.6.5	Zdroje mědi .....	25
3.3.7	Zinek (Zn) .....	25
3.3.7.1	Význam zinku v těle .....	25
3.3.7.2	Příjem zinku, DDD .....	26
3.3.7.3	Nedostatek zinku .....	26
3.3.7.4	Nadměrný příjem zinku .....	27
3.3.7.5	Zdroje zinku .....	27
3.3.8	Mangan (Mn) .....	27
3.3.8.1	Význam manganu v těle .....	27
3.3.8.2	Příjem manganu, DDD .....	28
3.3.8.3	Nedostatek manganu .....	28
3.3.8.4	Zdroje manganu .....	28
3.3.9	Selen (Se) .....	28
3.3.9.1	Význam selenu v těle .....	28
3.3.9.2	Příjem selenu, DDD .....	29
3.3.9.3	Nedostatek selenu .....	30
3.3.9.4	Zdroje selenu .....	30
3.3.10	Vliv minerálních látek na organismus .....	30
<b>3.4</b>	<b>Variabilita minerálního složení .....</b>	<b>31</b>
<b>3.5</b>	<b>Suché skořápkové plody a obsah minerálních látek .....</b>	<b>32</b>
3.5.1	Vlašské ořechy .....	32
3.5.1.1	Ořešák královský ( <i>Juglans regia</i> L.) .....	32
3.5.1.2	Minerální složení vlašských ořechů .....	32
3.5.2	Lískové ořechy .....	33
3.5.2.1	Líska obecná ( <i>Corylus avellana</i> L.) .....	33
3.5.2.2	Minerální složení lískových ořechů .....	33
3.5.3	Mandle .....	34
3.5.3.1	Mandloň obecná ( <i>Prunus amygdalus</i> ) .....	34

3.5.3.2	Minerální složení mandlí .....	35
3.5.4	Kešu ořechy .....	36
3.5.4.1	Ledvinovník západní ( <i>Anacardium occidentale</i> ).....	36
3.5.4.2	Minerální složení kešu ořechů .....	36
3.5.5	Para ořechy .....	36
3.5.5.1	Juvie ztepilá ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) .....	36
3.5.5.2	Minerální složení para ořechů.....	37
3.5.6	Pistácie .....	37
3.5.6.1	Pistácie pravá ( <i>Pistacia vera</i> ) .....	37
3.5.6.2	Minerální složení pistácií.....	37
3.5.7	Pekanové ořechy.....	38
3.5.7.1	Ořechovec pekanový ( <i>Carya illinoensis</i> ).....	38
3.5.7.2	Minerální složení pekanových ořechů .....	38
<b>3.6</b>	<b>Příjem minerálních látek v souvislosti s konzumací ořechů .....</b>	<b>41</b>
<b>3.7</b>	<b>Použité laboratorní metody .....</b>	<b>42</b>
3.7.1	Mikrovlňná mineralizace .....	42
3.7.2	Atomová absorpční spektrometrie (AAS) .....	42
3.7.2.1	Historie metody AAS .....	42
3.7.2.2	Použití AAS .....	42
3.7.2.3	Princip metody AAS.....	43
<b>4</b>	<b>Praktická část.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>Materiál, pomůcky a přístroje.....</b>	<b>44</b>
4.1.1	Použité chemikálie .....	44
4.1.2	Použité pomůcky a přístroje .....	44
4.1.3	Použitý rostlinný materiál .....	45
<b>4.2</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>48</b>
4.2.1	Příprava vzorků k analýze .....	48
4.2.1.1	Mikrovlňná mineralizace.....	48
4.2.1.2	Odpařování mineralizátů.....	48
4.2.1.3	Odpařování mineralizátů pro následné stanovení selenu .....	49
4.2.2	Analýza pomocí AAS .....	49
4.2.3	Statistické vyhodnocení .....	50
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>51</b>
<b>5.1</b>	<b>Vápník (Ca).....</b>	<b>51</b>
<b>5.2</b>	<b>Hořčík (Mg) .....</b>	<b>54</b>



5.3	Mangan (Mn) .....	57
5.4	Zinek (Zn) .....	60
5.5	Sodík (Na) .....	63
5.6	Draslík (K).....	66
5.7	Železo (Fe).....	69
5.8	Měď (Cu).....	72
5.9	Selen (Se) .....	75
6	Diskuze .....	79
6.1	Různé druhy suchých skořápkových plodů .....	79
6.2	Ořechy z domácí produkce.....	83
6.2.1	Vlašské ořechy .....	83
6.2.2	Lískové ořechy.....	86
6.3	Porovnání vlašských a lískových ořechů z domácí produkce .....	89
7	Závěr .....	90
8	Bibliografie .....	91
9	Přílohy .....	96
10	Seznam tabulek.....	109
11	Seznam obrázků .....	110
12	Seznam příloh .....	111

# 1 Úvod

Suché skořápkové plody neboli ořechy zahrnují vlašské a lískové ořechy, mandle, pekanové ořechy, para ořechy, pistácie, piniové ořechy nebo ořechy kešu. Suché skořápkové plody jsou především vynikající zásobárnou energie, obsahují zejména rostlinné oleje složené hlavně z nenasycených mastných kyselin. Dále ořechy obsahují růstové látky, vitaminy skupiny B a řadu minerálních látek, z nichž nejvýznamnější je především obsah draslíku, vápníku a fosforu.

Minerální látky stejně jako vitaminy jsou důležité pro fungování živého organismu, který si minerální látky nedokáže sám vytvořit, a proto jsou přijímány potravou a vodou. Hrají významnou roli při růstu, a hlavně v metabolismu celého organismu. Podílejí se na výstavbě tělesných tkání, podmiňují osmotický tlak v tělesných tekutinách, regulují, aktivují a kontrolují metabolické pochody a jsou důležité pro vedení nervových vzruchů. Jsou také součástí mnoha hormonů a enzymů nebo se uplatňují jako jejich aktivátory. Minerální látky jsou také důležité v prevenci civilizačních onemocnění.

Podle množství lze minerální látky dělit do tří skupin. První skupinu tvoří majoritní minerální prvky (dříve nazývané makroelementy), které se v potravinách vyskytují ve větším množství, obvykle v setinách až jednotkách hmotnostních procent (ve stovkách až deseti tisících  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Mezi majoritní minerální prvky patří Na, K, Mg, Ca, Cl, P a S. Druhou skupinou minerálních látek jsou minoritní minerální prvky, které jsou v potravinách obsaženy v menších množstvích (několik desítek až stovek  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Tato skupina tvoří přechod mezi majoritními a stopovými prvky a řadí se sem Fe a Zn. Třetí skupinou minerálních látek jsou stopové prvky čili mikroelementy, které jsou zastoupeny v ještě nižších koncentracích (desítky  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  a méně). Mezi potravinářsky významné stopové prvky patří Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, F, (Fe), Hg, I, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn a (Zn). Termín ultrastopové prvky označuje podskupinu stopových prvků se zvláště nízkým obsahem (jednotky  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  a méně).

Lidský organismus je schopen krátkodobě udržet rovnováhu minerálních látek, avšak jejich nedostatek, nadbytek nebo nesprávný poměr vede ke zdravotním problémům. Častý je zejména nedostatek některých prvků (Zn, Fe, Ca), který je důsledkem především špatné výživy.

Atomová absorpční spektrometrie je jednou z nejčastěji používaných metod kvantitativní prvkové analýzy, která umožňuje stanovení téměř všech kovových prvků. Tato metoda je založena na měření absorpce charakteristického monochromatického záření volnými atomy určitého prvku v základním energetickém stavu.

## **2 Cíl práce**

Hypotézy:

Různé druhy suchých skořápkových plodů se liší v zastoupení a obsahu minerálních látek. Obsah minerálních látek v suchých skořápkových plodech může být ovlivněn jejich původem.

Cílem práce je porovnání zastoupení draslíku, sodíku, vápníku, hořčíku, železa, mědi a zinku v různých druzích suchých skořápkových plodů a statistické vyhodnocení experimentálně zjištěných rozdílů v obsahu sledovaných minerálních látek v závislosti na druhu suchých skořápkových plodů a jejich původu.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Suché skořápkové plody

Suché skořápkové plody jsou součástí lidské stravy již od nepaměti. Na základě archeologických prací byla nedávno objevena existence 10 000 let staré vesnice na východě Turecka, jejíž společnost se zabývala pěstováním mandlí a pistácií. Ještě dlouho předtím, než se rozvinulo zemědělství, byly ořechy sbírány a skladovány, jelikož jsou významným zdrojem energie, esenciálních mastných kyselin, bílkovin a důležitých nutrientů. Dalším důvodem byla možnost skladování ořechů v průběhu dlouhé zimy (Dreher et al., 1996). Také konzumace pistácií je známá již z doby kamenné, kdy zmínky o tomto druhu suchých skořápkových plodů pochází z období okolo roku 7000 př. n. l. Ořechy ve stravě využívali zejména Římané nebo Peršané, později byly ořechy rozšířeny do Evropy, Číny a staly se vysoce ceněnou pochoutkou (King et al., 2008).

Ořechy neboli suché skořápkové plody tvoří zvláštní skupinu ovoce, která se vyznačuje tím, že plody (ořechy), jsou vlastně semena, která nejsou v ostatních skupinách ovoce konzumována. Skupina skořápkového ovoce nebo také skořápkových plodů zahrnuje vlašské, lískové a kokosové ořechy, ale také mandle, jedlé kaštiny, pekanové ořechy, para ořechy, pistácie, piniové ořechy a kešu ořechy (Anon., 2015). Přestože jsou ořechy součástí středomořské stravy již od nepaměti, jejich konzumace je poměrně nízká (2 – 9 kg/rok) (Brufau et al., 2006).

Suché skořápkové plody neboli ořechy jsou bohatým zdrojem energie, rostlinných bílkovin, pro srdce prospěšných olejů včetně monoenových mastných kyselin (MUFA) a polyenových mastných kyselin (PUFA), vlákniny, vápníku, draslíku, kyseliny listové, hořčíku, selenu, a vitamínu E. Charakteristické jsou nízkým obsahem sodíku a žádným cholesterolem. Ořechy dále obsahují fenoly, fytosteroly, flavonoidy, resveratrol a další bioaktivní látky, které ve spojení s vitamínem E a selenem působí jako antioxidanty. Antioxidanty by měly snižovat riziko kardiovaskulárních rizikových faktorů a kardiovaskulárních onemocnění (O'Neil et al., 2015).

Suché skořápkové plody jsou součástí stravy s nízkým obsahem nasycených mastných kyselin a cholesterolu, čímž přispívají ke snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění (King et al., 2008). Bylo zjištěno, že ořechy mají velice silný inverzní vztah ke vzniku infarktu myokardu a ischemické choroby srdeční. Při porovnání těch, kteří konzumovali ořechy až čtyřikrát týdně, bylo riziko úmrtí na ischemickou chorobu srdeční sníženo o 25 %, než u těch, kteří

konzumovali ořechy méně než jednou týdně. U osob s příjmem ořechů častějším než pětikrát týdně, bylo riziko sníženo až o 50 %. Tento ochranný efekt byl pozorován u mužů i žen, bez ohledu na jiné rizikové faktory, jako jsou krevní tlak nebo hmotnost (Dreher et al., 1996). Pro dosažení tohoto pozitivního efektu je doporučená denní dávka ořechů okolo 42 g, čímž pokrývají energetický příjem 250 kcal za den. Konzumace této dávky poskytuje více než 10 % doporučeného denního příjmu bílkovin, železa, hořčíku, fosforu, zinku, mědi, thiaminu (B1) a vitamínu E (King et al., 2008).

Z důvodu, že ořechy mají nízký obsah vody, s aktivitou vody mezi 0,6 a 0,7, lze je dlouhodobě uchovávat, avšak vysoký obsah nenasycených tuků zvyšuje riziko žluknutí, především během pražení, což vede ke ztrátě chuti během skladování (Brufau et al., 2006).

Arašídy jsou plody podzemnice olejné (*Arachis hypogaea*), rostliny z čeledi bobovitých (*Fabaceae*) a plodem je lusk. Arašídy tedy patří mezi luštěniny, ačkoli jsou často řazeny mezi skupinu ořechů, zejména pro jejich nutriční vlastnosti a využití v gastronomii (Anon., 2015).

### **3.1.1 Význam ořechů ve výživě**

Vzhledem k dnešnímu rušnému životnímu stylu jsou ořechy vhodnou, chutnou a snadno připravitelnou svačinou, která přispívá ke zdravému životnímu stylu (Brufau et al., 2006). Z důvodu vysokého obsahu energie je vhodné zařazení ořechů do sportovních svačin a doplňků. Ořechy jsou také vhodnou potravinou pro redukční diety a pro regulaci hmotnosti z důvodu jejich nutričního složení (vysoký obsah bílkovin, nízký obsah sacharidů) (Brufau et al., 2006). Konzumace ideálně nesolených a nepražených ořechů by neměla zvyšovat celkové množství přijaté energie za den, proto je vhodné zařadit ořechy jako přesnídávku či svačinu (Hudcová, 2013).

Obecně je odborníky doporučována každodenní konzumace rozmanité stravy z pěti skupin potravin, aby organismus získal všechny potřebné živiny. V rámci potravinové pyramidy spadají ořechy do skupiny „maso, drůbež, ryby, suché fazole, vejce a ořechy“ a tudíž mohou být konzumovány každý den, kdy doporučené denní množství ořechů je jedna třetina šálku nebo dvě lžice arašídového másla (Brufau et al., 2006).

Velké množství studií naznačuje, že konzumace ořechů hraje významnou roli ve snižování rizika kardiovaskulárních chorob a bylo zjištěno, že konzumenti, kteří jedli ořechy dvakrát týdně, měli o 47 % nižší riziko náhlé srdeční smrti a o 30 % nižší riziko celkové ischemické choroby srdeční v porovnání s těmi, kteří konzumovali ořechy zřídka nebo vůbec (Brufau et al., 2006). WHO (The World Health Organisation) předpokládá, že ořechy společně

s luštěninami a různými semeny v minimálním denním množství 30 g, mohou hrát důležitou roli v prevenci některých typů rakoviny a ischemické choroby srdeční (Ternus et al., 2009). Existují ovšem značné rozdíly v konzumaci ořechů mezi severskými a jižními státy. Rozdíl je patrný při porovnání průměrné velikosti denní porce ořechů ve Švédsku, která je asi 15,1 g, zatímco průměrná denní spotřeba ořechů ve Španělsku je 34,7 g (Alasalvar et Shahidi, 2009). Suché skořápkové plody mají řadu výhod, ale i řadu nevýhod. Pozitivně působí na lidský organismus, mají báječnou chuť, podporují trávení, mají vysokou nutriční hodnotu a výhodou může být i jejich trvanlivost, ale na druhé straně značnou nevýhodou je riziko kontaminace toxinogenními plísněmi (Babička, 2006). Podrobnější informace o chemickém i nutričním složení, botanické charakteristice, skladování a významu suchých skořápkových plodů ve výživě byly již shrnuty v mé bakalářské práci „Význam suchých skořápkových plodů ve výživě“ (2016).

## 3.2 Minerální látky

Minerální látky potravin jsou obvykle definovány jako prvky obsažené v popelu potravin. Přesněji lze minerální látky definovat jako prvky, které zůstávají ve vzorku potravin po úplné oxidaci organického podílu na oxid uhličitý, vodu aj. U většiny potravin tvoří minerální podíl 0,5 – 3 hmotnostních procent (Velíšek et Hajšlová, 2009).

V minulosti byl odborníky na výživu zdůrazňován zejména význam vyvážené stravy a vhodný příjem živin jako jsou sacharidy, tuky a bílkoviny pro dosažení dobrého zdravotního stavu. Menší pozornost byla věnována vitaminům, minerálním látkám a ostatním minoritním složkám potravy. Nicméně nutriční, kulturní a fyzické aktivity celé společnosti vedly ke změně stravovacích návyků včetně snížení příjmu mikronutrientů a také ke snížení energetického výdaje oproti společnosti lovců a sběračů. Zároveň se zvýšil počet výroků, že mikronutrienty, pokud jsou přijímány v doporučených množstvích, mohou mít prospěšné účinky na lidské zdraví (Segura et al., 2006).

Důležitost vitaminů a minerálních látek pro lidské zdraví byla objasněna až v nedávných letech. Celkem existuje 104 různých prvků, přičemž alespoň 50 z nich by mělo být přijímáno ve stravě, jelikož jsou pro lidský organismus životně důležité. Esenciální prvky se nachází v krvi, tkáních, orgánech a tělních tekutinách. Naopak jiné prvky jsou pro organismus cizí a představují nebezpečí, avšak mnoho léků se skládá z prvků cizích pro organismus. Mezi poslední objevené esenciální prvky patří selen, chrom, fluor, molybden a mangan. Minerální látky spolu s vitaminy tvoří velmi malou část tělesné hmotnosti, okolo 4 %. Ostatních 96 % hmotnosti tvoří kyslík, vodík, uhlík a dusík, přičemž kyslík a vodík tvoří více než 2/3 celkové tělesné hmotnosti, z důvodu, že tyto dva prvky tvoří vodu, která se vyskytuje ve velkém množství v krvi a ostatních tělních tekutinách (Tolonen, 1990).

Řada minerálních iontů je považována za nezbytné rostlinné živiny, které jsou přímo začleňovány do organických sloučenin syntetizovaných rostlinami (Harmankaya et al., 2014). Minerální látky přijímané ve stravě jsou velice důležité, přestože tvoří pouze 4 – 6 % lidského těla. Plní řadu funkcí v organismu. Slouží především jako kofaktory mnoha fyziologických a metabolických funkcí (Agatemor et Ukhun, 2006). Hlavní minerální látky slouží jako strukturní složky tkání, plní důležitou funkci v buňkách, bazálním metabolismu, acidobazické rovnováze a při hospodaření s vodou (Harmankaya et al. 2014).

Minerální látky mohou být klasifikovány podle různých kritérií (množství, biologický a nutriční význam, účinky ve stravě, původ). Podle množství lze minerální látky dělit do tří skupin. První skupinu tvoří majoritní minerální prvky (dříve nazývané makroelementy), které

se v potravinách vyskytují ve větším množství, obvykle v setinách až jednotkách hmotnostních procent (ve stovkách až deseti tisících  $\text{mg.kg}^{-1}$ ). Mezi majoritní minerální prvky patří Na, K, Mg, Ca, Cl, P a S. Druhou skupinou minerálních látek jsou minoritní minerální prvky, které jsou v potravinách obsaženy v menších množstvích (několik desítek až stovek  $\text{mg.kg}^{-1}$ ). Tato skupina tvoří přechod mezi majoritními a stopovými prvky a řadí se sem Fe a Zn. Třetí skupinou minerálních látek jsou stopové prvky čili mikroelementy, které jsou zastoupeny v ještě nižších koncentracích (desítky  $\text{mg.kg}^{-1}$  a méně). Mezi potravinářsky významné stopové prvky patří Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, F, (Fe), Hg, I, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn a (Zn). Termín ultrastopové prvky označuje podskupinu stopových prvků se zvláště nízkým obsahem (jednotky  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  a méně) (Velíšek et Hajšlová, 2009).

Přestože se minerální látky vyskytují v těle ve velmi malém množství, jejich důležitost je enormní. Podílí se na velkém množství enzymatických a metabolických procesů. Mohou se v organismu vzájemně podporovat nebo naopak působit proti sobě, avšak množství, ve kterém se jednotlivé prvky v organismu nacházejí, nemají vypovídací hodnotu o tom, jak důležité pro zdraví jsou. Minerální látky jsou stavebními kameny tisíců enzymů a chemických sloučenin, podílejí se na výstavbě tkání. Vápník, fosfor, zinek, hořčík a fluor jsou komponenty kostí a zubů. Síra je součástí aminokyselin, které jsou stavebními bloky vlasů, nehtů, kůže a železo společně s mědí jsou esenciálními složkami hemoglobinu a myoglobinu v krvi. Sodík, draslík, vápník a fosfor regulují acidobazickou rovnováhu. Navíc sodík a draslík mají vliv na osmotický tlak a na odstraňování různých tekutin z organismu (Tolonen, 1990).

Je známo, že nadměrný příjem některých minerálních látek např. sodíku, je spojen s nižším příjmem dalších minerálních látek jako vápníku, hořčíku a draslíku. Tento případ je častý zejména v populaci se západními stravovacími návyky, které se vyznačují zvýšenou spotřebou tuků, ale sníženým příjmem zeleniny. Výkyvy v příjmu jednotlivých minerálních látek mohou zvýšit riziko kardiovaskulárních onemocnění, cukrovky, rakoviny, osteoporózy a dalších chronických onemocnění (Segura et al, 2006).

### **3.3 Vápník (Ca)**

Vápník patří mezi esenciální živiny. Je nejvíce zastoupeným minerálem v lidském těle a životně důležitým elektrolytem. V těle zdravého dospělého člověka je asi 1000 až 1400 g vápníku, přičemž až 99 % je uloženo v kostech a zubech, zatímco zbývající 1 % připadá orgánům a tkáním (Segura et al., 2006).



### 3.3.1.1 Význam vápníku v těle

Vápník je významný pro chod životně důležitých biologických funkcí, jako jsou svalová kontrakce, vedení nervového vzruchu, mitóza, produkce hormonů, krevní koagulace a sekrece mléka (Segura et al., 2006). Ionty vápníku jsou nezbytné pro život každé buňky, plní důležité funkce při stabilizaci buněčných membrán, podílí se na intracelulární signalizaci a na přenosu akčního potenciálu v nervovém systému a zprostředkuje elektromechanické spojení ve svalech. Vápníkové ionty také stabilizují tvrdé tkáně u obratlovců, přičemž kostí tkáň je důležitou zásobárnou vápníku v období nedostatku (Společnost pro výživu, 2011). Hladina vápníku je závislá na jeho absorpci střevní stěnou, která je závislá na aktuálním stavu zásobení vápníkem, na přítomnosti vitamínu D a mnoho dalších faktorech (příjem proteinů a vlákniny). Hladina vápníku v séru je regulována hormonem, který je vylučován příštítnými tělisky. V případě zvýšené sekrece tohoto hormonu dochází ke zvyšování obsahu vápníku v séru. Vápník a hořčík jsou konkurenčními minerálními látkami, které musí být v organismu přítomny ve správném poměru (Tolonen, 1990).

### 3.3.1.2 Příjem vápníku a DDD

Příjem vápníku je důležitý především u dětí pro růst a vývoj kostí a zubů (Tolonen, 1990). Doporučená denní dávka vápníku byla dlouhou dobu okolo 800 mg, ale poznáním mnoha zdravých prospěšných účinků se doporučený denní příjem vápníku zvýšil na 1500 mg (Segura et al., 2006). Podle doporučení WHO/FAO je denní příjem vápníku pro dospělé 400 – 500 mg a do 24 let věku je doporučený denní příjem vápníku 1200 mg (Agatemor et Ukhun, 2006). U dospělých je průměrný rozsah absorpce okolo 20 – 40 %. Biologická využitelnost vápníku může být omezena některými složkami stravy, jako jsou oxaláty, fytáty, lignin a uronové kyseliny. Retence vápníku je důležitá pro stavbu kostí a odpovídá rozdílu mezi příjmem a vylučováním vápníku stolicí, močí a kůží. Příjem vápníku by měl být rozdělen do několika porcí v průběhu dne, čímž se zvýší jeho resorpce. Adekvátním příjmem energie a vyváženou stravou lze dosáhnout doporučeného příjmu vápníku (Společnost pro výživu, 2011).

### 3.3.1.3 Nedostatek vápníku

Nedostatečný příjem vápníku je velmi častým jevem a je spojen s mnoha patologickými stavy, jako jsou osteoporóza, hypertenze, obezita, diabetes a vývoj rakoviny (Segura et al., 2006). Prevencí osteoporózy je dosažení maximální kostní hmoty v mládí a minimální odbourávání ve stáří. Dostatečné zásobení látkami pro stavbu kostí je potřeba doplnit tělesnou

aktivitou a ženy ve vyšším věku musí také dbát na příjem bílkovin (Společnost pro výživu, 2011). Nedostatek vápníku vede u dětí k rachitis neboli křivici a u dospělých může vést k osteomalacii (Agatemor et Ukhun, 2006). Nadbytek vápníku je vyloučen stolicí a v nepatrné míře močí (Společnost pro výživu, 2011).

#### 3.3.1.4 Zdroje vápníku

Mezi potraviny bohaté na vápník patří zejména mléko a mléčné výrobky, luštěniny, malé druhy ryb konzumované celé (konzervované sardinky) a ořechy. Pozoruhodné je, že obsah vápníku v mandlích je více než dvojnásobný oproti hodnotám vápníku v plnotučném mléce (140 – 160 mg/100 g). Z toho vyplývá, že konzumace ořechů přispívá k dosažení denní potřeby vápníku, který přispívá ke stálému snížení hladiny cholesterolu (Segura et al., 2006). Stejně tak některé druhy zeleniny (např. brokolice, kapusta, fenykl, pórek) a některé minerální vody mohou přispět k pokrytí potřeb vápníku (Společnost pro výživu, 2011).

#### 3.3.1.5 Vliv vápníku na organismus

Většina výzkumů zaměřená na vápník se zabývá osteoporózou nebo hypertenzí, ale zjišťuje se, že zvýšený příjem vápníku má významný účinek na snížení hladiny cholesterolu. Byla provedena zkouška, kdy po dobu 1 roku byl doplňován vápník 1 g/den 223 ženám po menopauze. Tato zkouška ukázala snížení LDL cholesterolu a zvýšení HDL cholesterolu, což předpovídá pokles kardiovaskulárních příhod o 20 – 30 %. Tohoto efektu je dosaženo pravděpodobně zvýšením fekálního vylučování žlučových kyselin, cholesterolu a mastných kyselin (Segura et al., 2006).

Ačkoli meta-analýza neukázala, že by příjem vápníku souvisel se ztrátou tělesné hmotnosti, přibývá náznaků, že vápník souvisí s nižším množstvím tukové hmoty a redukuje prevalenci metabolického syndromu. Příjem vápníku má zřejmě také antikarcinogenní účinek (Segura et al., 2006). Uvádí se, že za určitých okolností může vysoký příjem vápníku ovlivnit vznik ledvinových kamenů u pacientů se sklonem k jejich tvorbě, a proto by lidé s rizikem tvorby močových kamenů neměli překračovat doporučený příjem vápníku. EFSA udává horní hranici příjmu vápníku 2500 mg/den (Společnost pro výživu, 2011).

### 3.3.2 Hořčík (Mg)

Hořčík je čtvrtým nejčastějším kationtem v lidském organismu a zároveň nejhojnějším intracelulárním dvojmocným kationtem. Tělo obsahuje asi 20 – 28 g hořčíku, přičemž více

než jeho polovina je uložena v kostech a okolo 30 % ve svalovině (Agatemor et Ukhun, 2006) a pouze 1 % se nachází v mezibuněčné tekutině nebo v séru (Tolonen, 1990).

### 3.3.2.1 Význam hořčíku v těle

Tento prvek je nezbytnou součástí mnoha enzymatických systémů a je také důležitý pro udržování elektrického potenciálu na svalové a nervové membráně (Agatemor et Ukhun, 2006). Hořčík aktivuje řadu enzymů a působí jako kofaktor fosforylovaných nukleotidů, podílí se na syntéze nukleových kyselin, hraje důležitou roli při mineralizaci kostí a v činnosti membrán, při přenosu nervosvalového vzruchu na synapsích a při svalových kontrakcích (Společnost pro výživu, 2011). Jedná se o esenciální kofaktor pro více než 300 enzymatických reakcí. Hořčík je významný pro energetický metabolismus, využití glukózy, syntézu bílkovin, syntézu a rozklad mastných kyselin, funkci ATPázy a všechny hormonální reakce. Koncentrace hořčíku v séru je úzce regulována v rozmezí od 0,7 do 1,1 mmol.l<sup>-1</sup> jako výsledek účinnosti střevní absorpce (vstřebávání) a ledvinového zachování hořčíku (Segura et al., 2006). Na koncentraci hořčíku v krvi působí parathormon a vitamin D, jak přímo, tak i nepřímo, avšak regulační mechanismus není přesně znám (Společnost pro výživu, 2011), dále je vylučování hořčíku močí ovlivněno také ztrátami vápníku a sodíku. Denní ztráty hořčíku se pohybují okolo 100 – 150 mg. Jestliže se hladina hořčíku v séru zvýší, odpovídajícím způsobem se zvýší také jeho vylučování (Tolonen, 1990).

### 3.3.2.2 Příjem hořčíku, DDD

Aktuální doporučená denní dávka hořčíku je 400 mg, přičemž ořechy obsahují více hořčíku než ostatní běžné jedlé rostliny (Segura et al., 2006). 30 – 40 % přijatého hořčíku je absorbováno aktivním transportem nebo prostou difuzí, přičemž rozsah absorpce závisí na mnoha faktorech, jako jsou množství a rozpustnost solí hořčíku, přítomnost fyátů, vlákniny, vápníku a triacylglycerolů s dlouhým řetězcem. Absorpce se zvyšuje, jestliže dochází ke snížení příjmu hořčíku (Tolonen, 1990).

### 3.3.2.3 Nedostatek hořčíku

U zdravých lidí s běžnými stravovacími návyky a běžným životním stylem nebyl zatím nedostatek hořčíku prokázán. K nedostatku hořčíku může vést chronická konzumace alkoholu, onemocnění trávicího traktu při déle trvající poruše absorpce a také chronické užívání některých léčiv (např. diuretika, kortikoidy) (Společnost pro výživu, 2011). Také řada onemocnění jako je diabetes, onemocnění ledvin nebo hormonální poruchy způsobují zvýšené

vylučování hořčíku močí (Tolonen, 1990). Mezi stavy, které mohou být spojovány s nedostatkem hořčíku, patří poruchy funkce srdečního i kosterního svalstva se sklonem ke svalovým křečím, osteoporóza, hypertenze, koronární choroba srdeční, arytmie, diabetes a astma. V mnoha těchto případech příznivě působí suplementace hořčíku (Segura et al., 2006). Řada studií také uvádí, že suplementace hořčíkem snižuje riziko infarktu myokardu a opakovaný výskyt infarktu v dalších letech života. Nedostatek hořčíku má negativní vliv na permeabilitu buněčných membrán, kdy dochází k vytlačování hořčíku a draslíku z buněk, a naopak vápník se sodíkem putují do buněk. Příliv sodíku a vápníku z mitochondrií způsobí vzestup látky AMP, která zvýší propustnost membrán, což může vést až ke smrti buněk. Deficit hořčíku je také spojován s astmatem nebo jinými alergickými reakcemi. U pacientů trpících astmatem nebo atopickým ekzémem, byla velmi často zjištěna nízká hladina hořčíku v krvi. Po suplementaci se hladina hořčíku zvýšila a příznaky se zmírnily nebo úplně zmizely. Stejně tak příznaky fyzické nebo psychické únavy často nastávají v důsledku nedostatečného příjmu hořčíku (Tolonen, 1990).

#### 3.3.2.4 Zdroje hořčíku

Zdrojem hořčíku jsou především potraviny rostlinného původu, celozrnné výrobky, mléko a mléčné výrobky, játra, drůbež, ryby, brambory, sójové boby, bobuloviny, banány, pomeranče, zelenina, ale také káva a čaj. Avšak v průběhu opracování a zpracování dochází ke ztrátám hořčíku (Společnost pro výživu, 2011).

### 3.3.3 Sodík (Na)

Tělo dospělého člověka obsahuje asi 100 g sodíku. Polovina z celkového množství je lokalizována v buňkách, primárně v kostech a zbytek je obsažen ve tkáňových tekutinách, které obklopují buňky (Tolonen, 1990).

#### 3.3.3.1 Význam sodíku v těle

Sodík je nejčastějším kationtem extracelulární tekutiny, určuje její objem a osmotický tlak. Tento prvek hraje důležitou roli v acidobazické rovnováze a trávicích šťávách. Jen nepatrná část sodíku je součástí intracelulární tekutiny, kde je významný pro membránový potenciál buněčných stěn a také pro enzymatickou aktivitu. Mezi extracelulárním a intracelulárním sodíkem je koncentrační gradient udržován aktivním transportem závislým na energii. Zásoba sodíku je stejně jako jeho koncentrace v extracelulární tekutině řízena systémem aldosteron-angiotensin-renin společně s atriálním natriuretickým peptidem a je regulována ledvinami

(Společnost pro výživu, 2011). Většina sodíku je absorbována v tenkém střevě a malé množství také v žaludku. Z krve je filtrován prostřednictvím ledvin a znovu propouštěn do organismu podle potřeby. Ledviny jsou tedy zodpovědné za regulaci sodíku a přes 90 % přijatého sodíku je vyloučeno močí (Agatemor et Ukhun, 2006).

#### 3.3.3.2 Příjem sodíku, DDD

Sodík je nejčastěji přijímán ve formě kuchyňské soli (NaCl). Organismus tak získává denní potřebu sodíku prostřednictvím kuchyňské soli, avšak příjem je obvykle mnohem vyšší, než je doporučené množství a příjem sodíku napříč populací značně kolísá. Sůl je běžnou přísadou téměř ve všech potravinách a v důsledku toho je velmi obtížné ovlivnit nebo kontrolovat příjem soli (Tolonen, 1990). Za dostatečný příjem se považuje 6 g kuchyňské soli, což odpovídá 2,4 g Na/den (Společnost pro výživu, 2011). Tolonen (1990) uvádí doporučený příjem sodíku 3 g za den, přičemž většina lidí konzumuje 5 až 15 g i více. Polovina přijaté soli pochází ze zpracovaných potravin a asi 40 % denního množství soli je přidáno do pokrmu v průběhu jeho přípravy. Pouze 12 % denního příjmu pochází z přirozených zdrojů sodíku (Agatemor et Ukhun, 2006).

#### 3.3.3.3 Nedostatek sodíku

Deficit sodíku nastává zejména během horkého počasí nebo jako následek těžké práce v teplém klimatu, kdy dochází k nadměrnému pocení (Agatemor et Ukhun, 2006). Deficit bývá extrémně vzácný a mezi symptomy patří závratě, svalová slabost, ztráta hmotnosti, dýchací obtíže a mírná horečka (Tolonen, 1990).

#### 3.3.3.4 Nadměrný příjem sodíku

Velké množství epidemiologických, klinických a experimentálních studií naznačuje souvislost mezi vysokým příjmem soli a prevalencí hypertenze. Nezávisle na vzrůstu krevního tlaku dochází zvýšeným příjmem soli z potravy ke zvětšování levé srdeční komory, arteriální ztuhlosti, mrtvici nebo vážnému srdečnímu selhání (Segura et al., 2006). Kromě příjmu chloridu sodného má vliv na výši krevního tlaku také poměr mezi příjmem sodíku a draslíku. Především strava s velkým podílem ovoce a zeleniny snižuje krevní tlak a tento efekt se zvyšuje se současně omezeným příjmem sodíku. Vyšší příjem kuchyňské soli způsobuje zvýšené vylučování sodíku močí doprovázené zvýšeným vylučováním vápníku. U postmenopauzálních žen může zvýšený příjem soli urychlit proces odbourávání kostí. Prevencí osteoporózy je vyšší příjem vápníku (Společnost pro výživu, 2011).

### 3.3.4 Draslík (K)

Draslík patří mezi minerální látky nejvíce obsažené v lidském organismu (ženy 115 g, muži 150 g K v těle). Téměř 98 % z celkového množství draslíku v těle je umístěno v buňkách (Tolonen, 1990).

#### 3.3.4.1 Význam draslíku v těle

Draslík je nejčastější kationt intracelulární tekutiny. Má v organismu opačný efekt než sodík. Draslík je zodpovědný za normální funkci nervů a svalů, metabolismus sacharidů, acidobazickou rovnováhu a metabolismus kyslíku v mozku. Stejně tak srdce potřebuje draslík, jelikož správná rovnováha draslíku chrání před arytmií a poškozením, které vyplývá z abnormálního rytmu. Navíc draslík je důležitý v enzymatickém systému a také metabolismu proteinů (Tolonen, 1990). Existují důkazy, že zvýšený příjem draslíku snižuje krevní tlak a riziko mrtvice. Optimální hodnoty draslíku jsou prospěšné pro činnost srdce, mineralizaci kostí, funkci inzulínu, ale také pro zpětnou resorpci vápníku v ledvinách (Segura et al., 2006). Lidský organismus reaguje velmi citlivě na výkyvy extracelulárního draslíku, přestože činí pouze 2 % z celkového množství draslíku. Po ukončení růstu je obsah draslíku v přímém vztahu k velikosti povrchu těla a je ukazatelem metabolicky aktivní části tělesné hmoty (netukové tělesné hmoty). Více než 90 % přijatého draslíku je absorbováno v horní části tenkého střeva a 90 % draslíku je vylučováno ledvinami, zbytek je vylučován převážně střevem (Společnost pro výživu, 2011).

#### 3.3.4.2 Příjem draslíku, DDD

Dostatečný příjem draslíku je důležitý pro zachování homeostázy elektrolytů a pro růst buněčné hmoty (Společnost pro výživu, 2011). Průměrný denní příjem draslíku se pohybuje mezi 2 – 4 g. Čtvrtina celkového příjmu přichází z mléčných produktů, čtvrtina ze zeleniny a rostlinných produktů, 15 % z obilovin a 15 % z kávy (Tolonen, 1990). Pokud je příjem draslíku menší než jeho vyloučené množství, obsah draslíku uvnitř buněk a v séru poklesne. Buňky potom začnou využívat protony ( $H^+$ ) místo draslíku ( $K^+$ ), což vede k acidóze. Zvýšené vylučování draslíku může být způsobeno několika faktory, jako je zvýšená konzumace kávy, cukru a alkoholu. Obdobně diuretika mohou zvýšit vylučování draslíku, který je následně nutné doplnit. Zvýšené vylučování draslíku je často spojené také se ztrátou hořčičku (Tolonen, 1990).

### 3.3.4.3 Nedostatek draslíku

Při těžkých průjmech nebo zvracení dochází k velkým ztrátám draslíku, což je nutné vyrovnat vyšším příjmem. Stejně tak diuretika a projímadla mohou zvýšit potřebu draslíku. Nedostatek draslíku může vést k neuromuskulárním poruchám, jako jsou slabost kosterních svalů, atonie hladkého svalstva až paralýza střev a funkční poruchy srdečního svalu. Intoxikace draslíkem hrozí při insuficienci ledvin s poruchou vylučování draslíku, zvláště po podání diuretik šetřící draslík a zvýšená koncentrace draslíku způsobuje poruchy srdeční funkce.

Deficit draslíku a hořčíku se projevuje podobnými příznaky a většinou nedostatek jednoho znamená nedostatek i druhého. Je tudíž doporučeno přijímat draslík s hořčíkem společně, jelikož suplementace draslíku zvýší pouze jeho koncentraci v krvi, ale ne v buňkách. Deficit draslíku v buňkách může být vyřešen pouze v kombinaci suplementace draslíku i hořčíku. Pacienti se selháním ledvin mají velmi nízkou toleranci pro suplementaci draslíkem (Tolonen, 1990).

### 3.3.4.4 Zdroje draslíku

Vysoké koncentrace draslíku se nachází v citrusových plodech, džusech, zelené zelenině, banánech a bramborách (Tolonen, 1990). Dostatečné množství se vyskytuje v potravinách rostlinného původu, jako jsou brambory, banány, špenát, sušené ovoce nebo žampiony. Ovšem při vaření obsah draslíku v potravinách klesá, jelikož přechází do vody (Společnost pro výživu, 2011).

### 3.3.4.5 Vztah sodíku a draslíku ve stravě

V průběhu evoluce lidé přešli ze stravy s nízkým obsahem sodíku (0,5 – 1 g/den) a vysokým obsahem draslíku (8 – 10 g/den) na stravu s opačným obsahem těchto minerálů, tudíž na stravu s vysokým obsahem sodíku a nízkým obsahem draslíku, a to zejména v důsledku globální dostupnosti průmyslově zpracovaných potravin. Výhody stravy s nízkým obsahem sodíku a vysokým obsahem draslíku mohou být srovnatelné s dietou bohatou na zeleninu, která má nízký obsah masa, mléčných produktů a zpracovaných potravin a nazývá se DASH dieta, která je bohatá také na množství vápníku a hořčíku. Tato dieta je doporučována pro nefarmakologickou léčbu zvýšeného krevního tlaku, ale také pro celkově dobrý zdravotní stav (Segura et al., 2006).

### 3.3.5 Železo (Fe)

Železo je důležitou součástí organických látek (hemoglobinu, myoglobinu), které přenášejí kyslík a elektrony a také je součástí řady enzymů (cytochromy, ribonukleotidreduktáza), které katalyzují oxidační a redukční procesy v buňkách (Agatemor et Ukhun, 2006).

#### 3.3.5.1 Význam železa v těle

Železo je vyžadováno pro přenos kyslíku, funkci mnoha enzymů, pro vznik červených krvinek, metabolismus vitaminů skupiny B. Železo je také významným oxidantem vitaminu A, C a E a urychluje oxidaci mastných kyselin v potravinách i v těle (Tolonen, 1990). V lidském těle je obsaženo kolem 2 – 4 g železa, přičemž asi 60 % je vázáno na hemoglobin, 25 % na feritin a hemosiderin a okolo 15 % na myoglobin nebo na enzymy (Společnost pro výživu, 2011). Zbytek železa je obsažen v játrech, slezině, ledvinách, kostní dřeni a dalších orgánech. Litř krve obsahuje asi 500 mg železa, přičemž většina z tohoto množství se nachází v červených krvinkách, ale železo je obsaženo také v séru. Pro zjištění množství železa v těle se používají hodnoty železa v séru a hladina transferinu (Tolonen, 1990).

#### 3.3.5.2 Příjem železa, DDD

Železo je esenciální minerální látka v lidské výživě a denní příjem železa by se měl pohybovat okolo 18 mg (Harmankaya et al., 2014). Potřeba železa se odvíjí od ztrát střevem, ledvinami, kůží a u žen ještě menstruací (15 mg/měsíc). Absorpce železa z potravy se pohybuje okolo 10 – 15 %, přičemž při nedostatku železa se jeho absorpce zvyšuje 2 – 3x. Při doporučení příjmu železa je nutné zohledňovat také jeho biologickou využitelnost, která v závislosti na složení stravy kolísá. Smíšená strava obsahuje 5 – 15 mg volného železa a 1 – 5 mg železa vázaného na hem. Železo, které je vázané na hemoglobin v potravinách živočišného původu (maso, ryby, drůbež), má 20% biologickou využitelnost. Absorpce nevázaného železa v potravinách rostlinného původu (obiloviny, celozrnná rýže, kukuřice, hrách, fazole, čočka) je snižována ligandy (tanin, lignin, šťavelová k., fytáty a fosfáty) a podporována askorbovou k., avšak z potravin rostlinného původu je absorbováno maximálně 5 % (Společnost pro výživu, 2011). Tolonen (1990) uvádí, že káva a čaj významně inhibují absorpci železa a stejně tak vápník obsažený v mléce konkuruje železu, a proto dostupnost železa je značně snížena, při pití mléka během jídla. Na druhé straně pomerančový džus je vynikajícím nápojem, který značně zvyšuje absorpci železa z pokrmu. Důležitý je také dostatečný příjem železa v průběhu těhotenství a v období kojení, kdy je potřeba železa zvýšená a doporučený příjem je okolo 30 – 60 mg/den. Mnoho potravin jako



například pšeničná mouka nebo náhražky mateřského mléka jsou železem fortifikovány. Železo v této formě je dobře vstřebatelné, nereaguje s ostatními složkami potravin a nezpůsobuje peroxidaci lipidů ve stravě (Tolonen, 1990).

#### 3.3.5.3 Nedostatek železa

Nedostatek železa omezuje tělesnou výkonnost, narušuje termoregulaci, zvyšuje náchylnost k malárii a také imunitní systém je závislý na dostatečném množství železa. Nedostatečný příjem železa vede k sideropenické anémii (anémie z nedostatku železa), která patří k nejčastějším deficitním stavům ve světě (Společnost pro výživu, 2011). Tolonen (1990) uvádí, že vitamin C zdvojnásobuje vstřebávání železa a blokuje tak rozvoj anémie, která je způsobená příjmem stravy s nedostatkem železa, bílkovin, listové kyseliny, vitamínu B1, B6 a C nebo dlouhodobě špatnou absorpcí těchto látek (Agatemor et Ukhun, 2006). Příčinou velkého nedostatku železa spojeného s chudokrevností jsou chronické ztráty krve při silnější menstruaci, gynekologických onemocněních a při krvácení do trávicího traktu (žaludeční vředy, hemeroidy, rakovina, dlouhotrvající infekce). Anémie je jedním z nejčastějších onemocnění ve světě. Projevuje se únavou, ztrátou síly, nervozitou, bledou kůží, zadýcháváním, zvýšeným pulsem a hromaděním mléčné kyseliny ve tkáních (Tolonen, 1990). Využití železa také omezuje přesun železa z funkčních do zásobních vazeb při zánětech nebo zhoubných nádorech. Příznaky anémie v důsledku nedostatku železa jsou u žen dvakrát častější než u mužů a často se objevují u dospívajících žen (růst, menstruace) a u seniorů (chronické záněty, rakoviny). Dostatečný příjem železa v dětství má velký význam kvůli nárokům mozku během růstu, jelikož i mírná anémie může narušit vývoj intelektu pravděpodobně ireverzibilně. Silný nedostatek železa může u mladistvých dokonce zpomalit růst (Společnost pro výživu, 2011).

#### 3.3.5.4 Zdroje železa

Existují tři hlavní zdroje přijímaného železa: hemové železo z masa, nehemové železo ze zeleniny a železo, které je přidávané do potravin. Nejlepším zdrojem železa je maso, vnitřnosti, hrách, petržel a mořské plody. 40 % z celkového obsahu železa v maso tvoří hemové železo, které je lehce vstřebatelné, avšak obecně pokryje pouze okolo 10 % celkového příjmu železa, zbytek tvoří hůře vstřebatelné nehemové železo (vejce, nekvašený chléb, zelenina) (Tolonen, 1990).

### 3.3.5.5 Hemoglobin

Železo, které se vstřebává do krve, se začne vázat na proteinové látky v červených krvinkách, čímž vzniká hemoglobin. Pro uskutečnění tohoto procesu je důležitá přítomnost mědi, kobaltu, molybdenu a vitamínu E. Nepřítomnost nebo nedostatek jednoho z těchto faktorů může vést k anémii, kterou nelze korigovat suplementací samotného železa.

Hemoglobin přenáší kyslík z plic do tkání, kde ho buňky využívají jako zdroj energie. Železo je z krve převedeno také do myoglobinu ve svalech, který stejně jako hemoglobin váže kyslík, ale železo se váže také do dalších tkání, které skladují železo (Tolonen, 1990).

### 3.3.6 Měď (Cu)

Tělo dospělého člověka obsahuje pouze okolo 80 mg mědi, nicméně se jedná o nesmírně důležitou minerální látku pro ochranu buněk. Většina mědi v lidském těle se nachází v játrech, svalech, kostech, srdci a v mozku. Obsah mědi v krvi stoupá v případě infekcí, rakoviny nebo artritidy (Tolonen, 1990).

#### 3.3.6.1 Význam mědi v těle

Měď je stejně jako železo oxidujícím kovem a má v organismu také antioxidační funkci. Je součástí celé řady metaloenzymů, které jsou součástí endogenního antioxidačního systému. Tolonen (1990) uvádí, že měď obsažená v plazmě je vázána na protein ceruloplasmin, který vzniká v játrech. Ceruloplasmin je významným antioxidantem a nejdůležitějším transportním proteinem mědi, který katalyzuje oxidaci dvojmocného železa na trojmocné, které se pak váže na transferin. Takto měď zasahuje do metabolismu železa (Společnost pro výživu, 2011). Ceruloplasmin obsahuje osm atomů mědi. Reguluje hladiny hormonů, adrenalinu, noradrenalinu, serotoninu a melatoninu v plazmě. Hladina ceruloplasminu v krvi stoupá při fyzické aktivitě. Tento protein je také potřebný pro tvorbu červených krvinek (Tolonen, 1990).

#### 3.3.6.2 Příjem mědi, DDD

Měď je esenciálním prvkem v lidské výživě s denní dávkou pro dospělé okolo 2 – 3 mg (Harmankaya et al., 2014). Avšak Referenční hodnoty pro příjem živin (2011) uvádí přiměřený příjem mědi mezi 1,0 – 1,5 mg/den. V případě, že jsou rezervy mědi v organismu naplněny, absorpce může poklesnout o 80 – 90 %. Rozsah absorpce je ovlivněn řadou faktorů, jako je vláknina, bílkoviny, zinek, železo, kadmium, kobalt a molybden. Absorpci mědi snižuje zejména vysoký příjem zinku, poněvadž se jedná o kompetitivní prvky. Přítomnost

mědi je nezbytná pro navázání železa na hemoglobin. Okolo 60 % mědi, která je obsažena v krevních buňkách, je vázáno v důležitém enzymu SOD (superoxid dismutáza) (Tolonen, 1990).

#### 3.3.6.3 CuZnSOD (superoxid dismutáza)

Jedná se o pátý nejčastější protein v lidském organismu. Superoxid dismutáza je enzym obsahující dva atomy mědi a dva atomy zinku v bezprostřední blízkosti. Chrání buňky před poškozením volnými radikály a peroxidy. Pro správnou funkci tohoto enzymu, je nutná přítomnost jak mědi, tak zinku (Tolonen, 1990).

#### 3.3.6.4 Nedostatek mědi

Nedostatek mědi může vést k ukládání železa v játrech, čímž brání jeho transportu do krevních buněk (Tolonen, 1990). Deficit mědi způsobuje hypochromní mikrocytární anémii, leukopenii, granulocytopenii, fraktury kostí v důsledku osteoporózy, spontánní ruptury cév a aneurysmat v důsledku narušené tvorby kolagenu a elastinu, sníženou pigmentaci vlasů a kůže, ale také neurologické poruchy (Společnost pro výživu, 2011). Nedostatek mědi může vést k srdečním a oběhovým potížím, zejména v kombinaci s nedostatkem selenu, jelikož aktivita obou důležitých antioxidačních enzymů CuZnSOD i glutathion peroxidázy je narušena, což umožňuje volným radikálům neomezeně poškozovat buňky. Pokud dojde ke ztrátám krve, dochází i ke ztrátám mědi. V případě deficitu mědi může docházet k Menkesiho syndromu. Jedná se o vrozenou poruchu metabolismu mědi, která nemůže být kompenzována podáváním mědi a již v dětském věku končí smrtí (Společnost pro výživu, 2011). Měď je společně se žlučí vylučována z těla stolicí (Tolonen, 1990).

#### 3.3.6.5 Zdroje mědi

Zdrojem mědi jsou především obilniny, vnitřnosti, ryby, korýši, ořechy, rozinky (Tolonen, 1990), kakao, čokoláda, káva, čaj a některé druhy listové zeleniny. Biologická využitelnost mědi se pohybuje mezi 35 – 70 %. Horní hranice pro příjem mědi se udává 5 mg/den (Společnost pro výživu, 2011).

### **3.3.7 Zinek (Zn)**

#### 3.3.7.1 Význam zinku v těle

Zinek v organismu je součástí nebo aktivátorem mnoha enzymů, které se podílí na formování kostní tkáně, na metabolismu proteinů, sacharidů, tuků, nukleových kyselin, hormonů,

receptorů, podílí se na působení inzulínu a významnou roli má také v imunitním systému. Chrání kůži a zlepšuje odolnost proti infekčním onemocněním, zánětům a alergiím. Dospělý lidský organismus obsahuje asi 2 g zinku, ale v různých tkáních a orgánech se obsah zinku výrazně liší. Okolo 70 % celkového množství zinku je obsaženo v kostech, svalech, kůži a vlasech. Zinek je důležitý pro metabolismus vitamínu A, jelikož enzym zodpovědný za přeměnu retinolu na retinal potřebuje zinek, aby bylo možné tento proces uskutečnit. Zinek je dále antagonistou mědi, a proto jeho vysoký příjem snižuje absorpci mědi. Zinek je transportován společně se sekrety slinivky břišní a žlučníku a vylučován z organismu prostřednictvím stolice (Tolonen, 1990).

Dostupnost zinku je velice variabilní z různých druhů potravin, absorpce se uvádí okolo 15 – 40 % ze smíšené stravy, ale zinek ze zeleniny je absorbován hůře. Je proto nutné upozornit vegetariány na možnost deficitu zinku a nutnost jeho suplementace v jejich stravě (Tolonen, 1990). Společnost pro výživu (2011) uvádí průměrnou absorpci zinku při smíšené stravě okolo 30 %.

#### 3.3.7.2 Příjem zinku, DDD

Denní dávka zinku pro dospělé se pohybuje okolo 15 mg (Harmankaya et al., 2014), avšak v další literatuře se lze setkat i s poloviční hodnotou. Je nezbytný jeho kontinuální příjem, poněvadž lidské tělo nedisponuje velkými rezervami zinku (Společnost pro výživu, 2011). Pro těhotné a kojící ženy stoupá potřeba zinku o 50 až 75 % (Tolonen, 1990).

#### 3.3.7.3 Nedostatek zinku

Při nedostatečném příjmu zinku se objevují poruchy chuti, dermatitida, vypadávání vlasů, průjem a neuropsychické poruchy. Dále bylo pozorováno zpomalení růstu, poruchy mužské sexuality a poruchy reprodukčních funkcí, prodloužení hojení ran a zvýšená náchylnost k infekcím v důsledku negativního ovlivnění imunitního systému. K deficitu dochází při malabsorpčních syndromech, při parenterální výživě, u rozsáhlých popálenin a při léčbě látkami, které jsou tvořeny cheláty. Absorpce zinku z potravin živočišného původu je obecně lepší než z potravin rostlinného původu. Histidin a cystein, které tvoří komplexy, mohou absorpci vápníku zlepšovat, zatímco fytová kyselina zinek váže a jeho absorpci snižuje, jelikož lidský organismus neprodukuje bakteriální enzym fytázu, který je nutný pro odštěpení zinku z fytinového komplexu. Vegetariáni ve své stravě přijímají asi o třetinu více zinku než lidé se smíšenou stravou, avšak biologická hodnota je nižší. Stejně tak vysoký obsah vápníku ve stravě může absorpci zinku snižovat (Společnost pro výživu, 2011).

Zinek je důležitý při léčbě kožních onemocnění, je složkou řady mastí pro ochranu pokožky a také je často využíván v kombinaci s dalšími minerálními látkami a vitaminy při léčbě akné. Několik studií také naznačuje spojitost nedostatku zinku s dyslexií. Byla provedena studie s 18 dětmi školního věku, které trpí dyslexií. U 13 z nich byla zjištěna nižší než normální koncentrace zinku v krvi. Po dobu 1 roku bylo dětem doplňováno 15 mg zinku a 100 µg selenu denně. Fyziologické testy ukázaly, že po 8 měsících suplementace, se 11 dětí ze skupiny výrazně zlepšilo a mělo daleko méně potíží se čtením a psaním. Podle učitelů byly změny pozorovatelné již po dvou měsících suplementace (Tolonen, 1990).

#### 3.3.7.4 Nadměrný příjem zinku

Otrava zinkem může být způsobena konzumací potravin obsahujících kyseliny nebo příjmem vody z pozinkovaných nádob. Práh toxicity je velmi vysoký. Akutní otrava se projevuje horečkou a gastrointestinálními poruchami. Chronická otrava vyvolá hypochromní anémii a neutropenii, zřejmě na základě interakce s mědí. Příjem zinku nad 25 mg/den se nedoporučuje (Společnost pro výživu, 2011).

#### 3.3.7.5 Zdroje zinku

Vhodným zdrojem zinku je především hovězí, vepřové a drůbeží maso, ryby, játra, vejce, zelenina, mléko a sýry (Tolonen, 1990). Vlivem technických opatření při zpracování potravin a při přípravě stravy může docházet k výrazným ztrátám zinku (např. při vymílání mouky). Naopak obsah tohoto prvku může i stoupat vařením nebo skladováním potravin s nižším pH nebo vařením vody v nádobách galvanotechnicky potažených zinkem (Společnost pro výživu, 2011).

### 3.3.8 Mangan (Mn)

#### 3.3.8.1 Význam manganu v těle

Tělo dospělého člověka obsahuje okolo 10 – 40 mg manganu (Společnost pro výživu, 2011). Vysoká koncentrace manganu je především v kostech, játrech, pankreatu a ledvinách nižší koncentrace manganu se nacházejí v mozku, slezině, srdci a plicích. Na subcelulární úrovni je mangan nejvíce zastoupen v mitochondriích (Velíšek et Hajšlová, 2009). Mangan je součástí řady metaloenzymů, zejména pyruvátkarboxylázy, mangan-superoxiddismutázy a glykosyltransferázy, která katalyzuje syntézu proteoglykanů v chrupavce a epifýzách kosti (Společnost pro výživu, 2011).

### 3.3.8.2 Příjem manganu, DDD

Optimální denní příjem manganu pro dospělého člověka je 2 – 5 mg. Ze studií byla také odvozena potřeba 0,74 mg manganu/den, která zajišťuje všechny fyziologické funkce, ale nezajišťuje vytváření zásob (Společnost pro výživu, 2011). Resorpce manganu z potravy probíhá ve všech částech tenkého střeva a účinnost resorpce manganu u dospělého člověka je okolo 3 – 4 %. Vysoký příjem železa v dietě ovšem může snížit účinnost resorpce manganu a také vysoké dávky vápníku a fosfátů snižují biologickou využitelnost manganu. Naopak vysoké dávky manganu snižují resorpce železa, což vede k poklesu hladiny hemoglobinu. Přestože mechanismus vstřebávání manganu není přesně znám, existují určité podobnosti s metabolismem železa. Vstřebaný mangan je v krevní plazmě přenášen pomocí transferinu (Velíšek et Hajšlová, 2009).

### 3.3.8.3 Nedostatek manganu

Deficit manganu byl u lidí popsán jen v ojedinělých případech, a to při plné parenterální výživě (Společnost pro výživu, 2011). Dlouhodobý nedostatek manganu v dietě se projevuje zpomaleným růstem, abnormálním vývojem kostí a poškozením reprodukční funkce (Velíšek et Hajšlová, 2009).

Toxické působení manganu nastává až při velmi vysokých dávkách nebo při dlouhodobé inhalační expozici, ale otrava manganem z potravy je téměř nemožná (Velíšek et Hajšlová, 2009).

### 3.3.8.4 Zdroje manganu

Dobrym zdrojem manganu jsou především ovesné vločky, čaj, zahradní jahody, pórek, hlávkový salát a špenát. Obecně potraviny rostlinného původu obsahují větší množství manganu než potraviny živočišného původu (Společnost pro výživu, 2011).

## 3.3.9 Selen (Se)

### 3.3.9.1 Význam selenu v těle

Selen je obecně považován na stopový prvek, který má velký význam pro lidské zdraví. Je jedním z nejdůležitějších antioxidantů, které chrání buňky před poškozením, působí proti rakovině, proti poškození chromozomů, mutacím, ale také zvyšuje odolnost vůči virovým a bakteriálním infekcím (Tolonen, 1990). Redukovaný glutathion má velmi významnou roli jako antioxidantní ochrana buněk a tkání před škodlivými redukovanými metabolity kyslíku

(Agatemor et Ukhun, 2006). Selen je chemicky podobný síře, a proto ji může nahradit v bílkovinách. Selenoproteiny jako je selenomethionin a selenocystein jsou složkou buněčného enzymu glutathion peroxidázy, kdy jedna molekula tohoto enzymu obsahuje čtyři atomy selenu (Tolonen, 1990). Selen plní životně nebytné funkce jako součást glutathionperoxidás, dejodás, thioredoxinreduktázy, plazmatického selenoproteinu-Pa některých dalších proteinů reprodukčních orgánů, které obsahují selenocystein. Jsou známy čtyři glutathionperoxidázy, které odbourávají peroxid vodíku, nízkomolekulární hydroperoxydy a fosfolipidhydroperoxydy. Jódtyronindejodázy jsou esenciální pro aktivaci prohormonu tyroxinu (T4) na aktivní hormon (T3) a také se podílí i na odbourávání tyroxinu a T3 (Společnost pro výživu, 2011). Selen má podle epidemiologických studií přímý antikancerogenní a protektivní účinek. Existují také poznatky o imunomodulačních efektech selenu a selenoproteinů. Selen také společně s tokoferoly působí při ochraně lipidů před oxidací (Společnost pro výživu, 2011). Vitamin E a A posilují protirakovinné účinky selenu. Testy na zvířatech ukázaly, že když byl selen užíván samostatně proti experimentálně indukované rakovině, tak úspěch se pohyboval okolo 50 %, ale v případech, kdy byl selen kombinován s vitaminem A a vitaminem E úspěšnost se pohybovala okolo 90 %. Pomocí experimentů na zvířatech bylo zjištěno, že selen také inhibuje škodlivý efekt rizikových prvků jako je arsen, kadmium nebo olovo, avšak přesný mechanismus není zcela znám. Selen má také protektivní účinky proti toxickým sloučeninám například cytotoxickým lékům používaných při chemoterapii. Obecně lze říci, že příznivé vlastnosti selenu byly pozorovány v případě jeho antioxidačních účinků, protirakovinných vlastností, při zvyšování odolnosti a jako prevence vůči infekcím, ochraně před srdečními chorobami a chronickými onemocněními. Jeden litr krev obsahuje asi 0,1 mg selenu, přičemž 60 % je lokalizováno v červených krvinkách a 40 % se nachází v séru. Selen je v těle transportován krví, přičemž tělo dospělého člověka obsahuje okolo 10 – 15 mg tohoto prvku a přibližně polovina celkového množství je situována v játrech. Ve tkáních je většina selenu vázaná na enzym glutathionperoxidázu, zbytek se váže na hemoglobin a jiné proteiny (Tolonen, 1990).

### 3.3.9.2 Příjem selenu, DDD

WHO uvedlo v roce 1996 doporučený příjem selenu pro ženy 30 µg/den a pro muže 40 µg/den (Společnost pro výživu, 2011). Tolonen (1990) uvádí ve své publikaci doporučené množství pro zajištění zdraví ženy 50 µg/den a 70 µg/den pro muže, avšak jiné studie tvrdí, že je potřeba minimálně 200 µg selenu za den, pro zajištění kontroly peroxidace lipidů. Lidé

konzumující velké množství ryb mají obecně vyšší hladiny selenu v krvi, ale selen v rybách není pro organismus snadno dostupný.

### 3.3.9.3 Nedostatek selenu

Nedostatek selenu se projevuje poruchami svalových funkcí, Kaschin-Beckovou chorobou a osteoartropatií, ovšem diskutovány jsou i další příčiny, jako deficit jódu nebo mykotoxiny (Společnost pro výživu, 2011). Mezi rizikové skupiny s deficitním příjmem selenu patří přísní vegetariáni a vegani, jelikož zelenina, obiloviny a obecně strava rostlinného původu má nízké obsahy selenu. Další rizikovou skupinou jsou starší lidé, kteří často konzumují menší množství masa, než je potřeba, což je často způsobeno špatným stavem chrupu, obtížným kousáním nebo i špatnou ekonomickou situací těchto osob. Rizikovou skupinou jsou také těhotné a kojící ženy, kuřáci, osoby s nízkoenergetickou a nízkoproteinovou dietou, ale také chronicky nemocní a lidé s onemocněním gastrointestinálního traktu (malabsorpce, celiakie). Nedostatek selenu může být zapříčiněn také léky, které snižují chuť k jídlu, ale také jednotvárnou stravou, průjmy nebo častým zvracením (Tolonen, 1990). Příznaky deficitu selenu nebyly při běžných stravovacích zvyklostech zjištěny (Společnost pro výživu, 2011).

### 3.3.9.4 Zdroje selenu

Hlavním zdrojem selenu je maso, ryby a vejce, ale také čočka a chřest. Horní hranice příjmu selenu z potravy a potravních doplňků je podle EFSA stanovena na 300 µg/den (Společnost pro výživu, 2011). V potravinách se selen vyskytuje pouze v organické formě, ale v doplňkových produktech se vyskytuje jak v organické, tak anorganické formě. Organický a anorganický selen se v těle vstřebává odlišnými cestami a také jejich biologická dostupnost se značně liší. Většina organických sloučenin selenu se vstřebává z 85 – 95 %, zatímco vstřebávání anorganické formy selenu je značně variabilní a individuální a pohybuje se mezi 40 – 70 %. Organický selen je ukládán ve tkáních, zatímco anorganický selen je vylučován močí (Tolonen, 1990).

### **3.3.10 Vliv minerálních látek na organismus**

Vysoký příjem hořčíku, společně s vápníkem a draslíkem slouží jako prevence demineralizace kostí a také ke snížení krevního tlaku a rizika kardiovaskulárních onemocnění. Nízký příjem sodíku snižuje krevní tlak a celkově zlepšuje zdravotní stav. Důležitý je vysoký příjem zeleniny a nízký příjem nasycených tuků a cholesterolu. Ořechy se tak vzhledem ke svému složení makronutrientů i mikronutrientů stávají ideální součástí zdravého stravovacího



režimu. Strava, která denně obsahuje směs ořechů, je spojena s nižším krevním tlakem, se sníženou hladinou glukózy v krvi, lepší citlivostí na inzulin, se snížením LDL cholesterolu a triglyceridů, se zvýšením hladiny HDL cholesterolu a nižším rizikem kardiovaskulárních onemocnění (Segura et al., 2006).

### **3.4 Variabilita minerálního složení**

Mezi běžnými potravinami mají ořechy jeden z nejlepších minerálních profilů pro lidské zdraví (Segura et al., 2006). Avšak obsah minerálních látek může být ovlivněn odrůdou, ale také zeměpisnou polohou (Brufau et al., 2006). Klimatické podmínky (teplota a světelná intenzita) mají silný vliv na nutriční kvalitu ovoce a zeleniny. Půdní typ, podnož použitá pro ovocné stromy, mulčování, zavlažování, hnojení a další kulturní praktiky ovlivňují zásobování rostliny vodou a živinami, což může ovlivňovat složení a kvalitu atributů (vzhled, textura, chuť, aroma) ve sklizených částech rostlin (Kader et al., 2001). Je známo, že elementární složení a také pH půdy výrazně ovlivňují absorpci minerálů rostlinami. Kyselé půdy zvyšují absorpci Cu a Mn, naopak křídové půdy snižují absorpci železa. Elementární složení ořechů může být ovlivněno genotypem, kultivarem, odlišnou ekologií, technickou a kulturní praxí, klimatickými a půdními podmínkami (Muradoglu et al., 2010).

Zralost při sklizni a metoda sklizně mohou značně ovlivnit kvalitu komodity a rozsah fyzikálních škod (zranění). Velké prodlevy mezi sklizní a spotřebou nebo zpracováním mohou způsobit ztrátu chuti a nutriční kvality. Rozsah nebo závažnost těchto ztrát se zvyšuje expozicí teplotám, relativní vlhkosti a/nebo koncentraci kyslíku, oxidu uhličitému a ethylenu mimo rozsahy, které jsou optimální pro každou komoditu během posklizňového systému. Kromě všech výše zmíněných možností může i metoda zpracování a vaření značně ovlivnit nutriční hodnotu ořechů, ovoce a zeleniny (Kader et al., 2001).

## 3.5 Suché skořápkové plody a obsah minerálních látek

### 3.5.1 Vlašské ořechy

#### 3.5.1.1 Ořešák královský (*Juglans regia* L.)

Ořešák vlašský botanicky správně ořešák královský *Juglans regia* L. patří do čeledi *Juglandaceae*. V České republice je pěstován již velmi dlouhou dobu v nížinách i ve vyšších polohách (Nesrsta et al., 2013). Jedná se o vysoký strom dosahující výšky až 30 m, jehož listy jsou složeny z 5 – 9 lístků a údajně odpuzují hmyz, takže byl často vysazován u domů a v blízkosti hospodářských stavení (Novák, 2005). Vlašské ořechy mají široké využití. Mohou být konzumovány přímo, nebo se využívají v cukrářství, při výrobě těst, nádivek nebo jako ozdoba finálních výrobků (Nesrsta et al., 2013).

#### 3.5.1.2 Minerální složení vlašských ořechů

Podle literárních zdrojů obsahují vlašské ořechy vysoké hladiny draslíku (390 až 700 mg/100 g), fosforu (310 až 510 mg/100 g), a hořčíku (90 – 140 mg/100 g). Na druhé straně mají nižší obsah sodíku (1 až 15 mg/100 g). Podle Muradoglu et al. (2010) je nejvíce variabilní obsah vápníku s hodnotami od 170,5 mg do 756,5 mg/100 g. Obsahy hořčíku a sodíku v této studii byly obecně vyšší než obsahy v jiných studiích v různých odrůdách vlašských ořechů. Hladiny mědi, manganu a zinku byly podobné s hodnotami z jiných studií, avšak v této studii u mnoha genotypů vlašských ořechů byly zjištěny vyšší obsahy fosforu, vápníku, hořčíku, železa a sodíku.

**Tabulka č. 1:** Průměrný obsah minerálních látek ve vlašských ořeších (mg/100 g)

Minerální látky	mg/100 g
Draslík (K)	684,3
Fosfor (P)	356,2
Vápník (Ca)	388,2
Hořčík (Mg)	330,8
Sodík (Na)	26,1
Železo (Fe)	4,3
Zinek (Zn)	2,7
Měď (Cu)	1,8

Zdroj: Muradoglu et al., 2010

### 3.5.2 Lískové ořechy

#### 3.5.2.1 Líska obecná (*Corylus avellana* L.)

Líska obecná (*Corylus avellana* L.) patří do čeledi *Corylaceae* a je značně rozšířená jako okrasná nebo technická dřevina, využívaná jak v soukromých zahradách, tak ve veřejné zeleni (Nesrsta et al., 2013). Keř nebo strom dosahuje výšky 7 metrů. Listy jsou široce obvejčité, zubaté, zjevně krátce řapíkaté (Novák, 2005). Líska obecná se většinou pěstuje jako keř, poněvadž dává vyšší výnosy oříšků než strom (Šrot, 1998).

Díky nutričním i senzorickým vlastnostem jsou lískové ořechy jedinečnou a ideální surovinou pro mnoho potravinářských výrobků. Jejich použití je velice široké např. výroba čokolád, zmrzlin, pekařských a mléčných výrobků. Mohou být také přidávány do široké škály jídel jako do polévek, salátů, jogurtů, cukrovinek apod. (Özenç et al., 2015).

#### 3.5.2.2 Minerální složení lískových ořechů

Lískové ořechy jsou významným zdrojem především draslíku, fosforu, vápníku, hořčíku a selenu, ale také železa, mědi, manganu a zinku. Uvádí se, že spotřeba doporučené denní dávky 42,5 g lískových ořechů pokryje 44,4 – 83,6 % mědi a 40,1 – 44,8 % manganu z doporučeného denního příjmu pro dospělé. Podle denních požadavků na příjem mikroelementů poskytuje 100 g tureckých lískových ořechů 50 % Fe a 21 % Se z doporučeného denního množství (Cosmulescu et al, 2013).

Podle Cosmulescu et al. (2013) lískové ořechy mají ze všech stanovených minerálních látek nejvyšší obsah draslíku, který je důležitý pro normální funkci nervového systému a srdeční tep. Průměrný obsah draslíku se pohyboval okolo 617,34 mg/100 g a konzumace 100 g lískových ořechů tak pokryje 13 % denního příjmu draslíku. Průměrný obsah fosforu, který je důležitou složkou kostí, buněk a energetických procesů dosahoval hodnoty 385,73 mg/100 g. Konzumací 100 g lískových ořechů lze pokrýt až 55 % denního příjmu fosforu. Hořčík má důležitou úlohu při snižování rizika kardiovaskulárních onemocnění a jeho obsah dosahoval 280,33 mg/100 g lískových ořechů a poskytují tak až 70 % hořčíku ve stravě. Průměrný obsah vápníku byl 104,81 mg/100 g, tím lískové ořechy pokryjí 10 % denního příjmu vápníku. Mangan, který je potřebný pro vývoj kostí, nervový systém, metabolismus, imunitní systém a pro regulaci cukru v krvi, se v lískových ořeších vyskytuje v množství 12,72 mg/100 g a jejich konzumace může pokrýt celý denní příjem manganu. Množství železa se průměrně pohybovalo okolo 7,53 mg/100 g, tudíž lískové ořechy se jeví jako excelentní zdroj železa, kdy konzumací 100 g lze pokrýt 94 % jeho potřeby. Lískové ořechy také mohou pokrýt

100 % denního příjmu mědi a významně doplnit nedostatečný příjem zinku a to z 22 % (2,42 mg Zn/100 g). Obsahy mědi a manganu ve 100 g ořechů jsou vyšší než doporučené denní příjmy těchto minerálních látek (Cosmulescu et al., 2013).

**Tabulka č. 2:** Průměrné obsahy minerálních látek ve 100 g lískových ořechů

<b>Nutrient</b>	<b>DDD</b>	<b>Průměrný obsah mg/100 g</b>	<b>% zastoupení DDD *</b>
Vápník (mg)	1000	104,81	10 %
Železo (mg)	8	7,53	94 %
Hořčík (mg)	400	280,33	70 %
Fosfor (mg)	700	385,73	55 %
Draslík (mg)	4700	617,34	13 %
Mangan (mg)	2,3	12,72	Více než 100 %
Sodík (mg)	1500	0,67	-
Zinek (mg)	11	2,42	22 %
Měď (μg)	900	2,28	Více než 100 %
Selen (μg)	55	Neurčeno	-

Zdroj: Cosmulescu et al., 2013; \*Při konzumaci 100 g lískových ořechů

### 3.5.3 Mandle

#### 3.5.3.1 Mandloň obecná (*Prunus amygdalus*)

Mandloň obecná (*Prunus amygdalus*) patří do čeledi růžovitých. Mandloně jsou pěstovány pouze v teplých nebo středně teplých oblastech na nejlepších chráněných stanovištích. Pěstování v chladných oblastech je nevhodné z důvodu brzkého kvetení a nebezpečí poškození pozdními jarními mrazy (Nesrsta et al., 2013). Strom dosahuje výšky až 12 metrů, má kopinaté a pilovité listy (Novák, 2005).

Také mandle jsou velice žádaným artiklem v cukrářství a při kuchyňském zpracování do těst nebo nádivek. Velice oblíbené jsou pražené solené mandle pro přímou konzumaci (Nesrsta et al., 2013). Mandle mohou být ve dvou hlavních variantách, a to buď sladké, nebo hořké mandle. Hořké mandle se vyznačují extrémně hořkou chutí (Lehari et Colditz, 2002), slouží jako zdroj oleje nebo k ochucování pokrmů. Nejsou ovšem vhodné pro přímou konzumaci, z důvodu hořké chuti a vysokého obsahu amygdalinu, ze kterého je v ústech uvolňován prudce jedovatý kyanid (Flowerdew, 1997).

### 3.5.3.2 Minerální složení mandlí

Yada et al. (2013) zkoumali ve své studii rozdíly obsahů minerálních látek v závislosti na roku sklizně a pěstitelské oblasti. Největší rozdíly byly zjištěny v obsahu K a Zn. Studie ukázala, že obsah minerálních látek byl významně ovlivněn především pěstitelskou oblastí.

**Tabulka č. 3:** Variabilita minerálního složení (mg/100 g mandlí) v závislosti na roku sklizně

Minerální látky (mg)	Rok sklizně		
	2005	2006	2007
Vápník (Ca)	261 ± 41	279 ± 60	289 ± 54
Železo (Fe)	3,16 ± 0,30	3,43 ± 0,34	3,43 ± 0,55
Hořčík (Mg)	264 ± 24	267 ± 27	270 ± 13
Fosfor (P)	464 ± 28	452 ± 47	464 ± 37
Draslík (K)	692 ± 66	680 ± 64	733 ± 77
Zinek (Zn)	2,78 ± 0,36	3,04 ± 0,44	3,15 ± 0,31
Měď (Cu)	1,03 ± 0,31	1,04 ± 0,26	0,99 ± 0,25
Mangan (Mn)	2,10 ± 0,46	2,16 ± 0,38	2,08 ± 0,40

Zdroj: Yada et al., 2013

**Tabulka č. 4:** Variabilita minerálního složení (mg/100 g mandlí) v závislosti na pěstitelské oblasti

Minerální látky (mg)	Pěstitelská oblast v Kalifornii		
	Střední	Severní	Jižní
Vápník (Ca)	288 ± 34	224 ± 23	318 ± 42
Železo (Fe)	3,16 ± 0,34	3,63 ± 0,39	3,23 ± 0,37
Hořčík (Mg)	267 ± 13	288 ± 12	245 ± 11
Fosfor (P)	498 ± 16	446 ± 19	436 ± 38
Draslík (K)	744 ± 95	665 ± 25	695 ± 53
Zinek (Zn)	2,79 ± 0,38	2,98 ± 0,34	3,20 ± 0,39
Měď (Cu)	0,77 ± 0,25	1,19 ± 0,16	1,10 ± 0,20
Mangan (Mn)	2,32 ± 0,26	2,22 ± 0,43	1,80 ± 0,32

Zdroj: Yada et al., 2013

### 3.5.4 Kešu ořechy

#### 3.5.4.1 Ledvinovník západní (*Anacardium occidentale*)

Ledvinovník západní (*Anacardium occidentale*) je strom z čeledi ledvinovníkovitých (*Anacardiaceae*). Jeho plody známé jako kešu ořechy jsou ledvinovité, světle zelená semena dlouhá asi 3 – 4 cm. Kešu jsou pěstovány zejména v Indii, ačkoli původem pocházejí z Karibiku a severovýchodní Brazílie. Olej získávaný destilací z oplodí se využívá v medicíně a průmyslu. Semena přicházejí na trh opražená a tyto oříšky obsahují 45 % oleje a 20 % bílkovin. Jedlý olej se získává jejich lisováním (Lehari et Colditz, 2002). V kešu ořeších, stejně jako v para ořeších, bylo identifikováno několik skupin bioaktivních látek, zahrnující MUFA, PUFA, fenoly, fytoosteroly, fyto stanoly, tokoferoly, fytáty a další (Shahidi et Tan, 2009).

#### 3.5.4.2 Minerální složení kešu ořechů

**Tabulka č. 5:** Minerální složení kešu ořechů (mg/100 g)

Nutrient	mg/100 g
Hořčík (Mg)	19,3 ± 0,1
Vápník (Ca)	21,5 ± 0,0
Sodík (Na)	8,2 ± 0,2
Zinek (Zn)	0,8 ± 0,1
Železo (Fe)	0,6 ± 0,1
Draslík (K)	27,5 ± 0,4
Fosfor (P)	14,0 ± 0,2

Zdroj: Akinhanmi et al., 2008

### 3.5.5 Para ořechy

#### 3.5.5.1 Juvie ztepilá (*Bertholletia excelsa*)

Juvie ztepilá (*Bertholletia excelsa*) z čeledi hrnečnickovitých (*Lecythidaceae*) patří mezi exotické stromy vysoké až 50 m. Plodem jsou dřevnaté tobolky měřící v průměru 30 cm s hmotností až 30 kg, obsahující 15 – 40 semen, která jsou tmavohnědá, drsná, trojhranná, velmi tvrdá, až 5 cm dlouhá. Uvnitř se nachází jedlý, bílý rostlinný zárodek potažený hnědou kožovitou slupkou. Para ořechy mají svůj původ v Brazílii. Jelikož strom juvie ztepilé nebyl kultivován, jsou sbírány spadlé plody divoce rostoucích stromů. Tobolka se následně otevře a semena jsou poté vyjmuta (Lehari et Colditz, 2002).

### 3.5.5.2 Minerální složení para ořechů

Velkou pozornost si para ořechy zaslouží zejména díky vysoké koncentraci selenu (až  $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), který je silným antioxidantem a esenciálním prvkem. Jeden jediný para ořech poskytuje až 160 % doporučené denní dávky selenu ( $0,055 - 0,07 \text{ mg}$ ). Para ořechy se tak zdají být nejlepším zdrojem selenu z potravy rostlinného původu (Tošić et al., 2015).

**Tabulka č. 6:** Minerální složení para ořechů ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

Nutrient	$\text{mg.kg}^{-1}$
Hořčík (Mg)	$2957 \pm 23$
Vápník (Ca)	$1338 \pm 51$
Draslík (K)	$63,71 \pm 0,62$
Sodík (Na)	$5324 \pm 78$
Měď (Cu)	$18,72 \pm 0,09$
Železo (Fe)	$67,96 \pm 0,39$
Selen (Se)	$0,7635 \pm 0,0668$
Zinek (Zn)	$36,71 \pm 0,16$

Zdroj: Tošić et al., 2015

### 3.5.6 Pistácie

#### 3.5.6.1 Pistácie pravá (*Pistacia vera*)

Pistácie pravá (*Pistacia vera*) neboli řečík pistáciový patří do stejné čeledi jako ledvinovník západní, do ledvinovníkovitých (*Anacardiaceae*). Stromy jsou poměrně drobné a křehké, ale mohou dosahovat výšky až 9 metrů (Flowerdew, 1997).

Pistácie jsou sušeny a praženy s vnější slupkou a slouží především jako křupavá pochoutka, koření pro sladkosti a pečivo. Z vnitřní slupky pistácií se získává barvivo tanin (Lehari et Colditz, 2002).

#### 3.5.6.2 Minerální složení pistácií

Stanovené hodnoty draslíku se pohybovaly od  $6,333$  do  $8,064 \text{ mg.kg}^{-1}$ , fosforu  $3,630$  až  $5,228 \text{ mg.kg}^{-1}$ , vápníku  $1,614$  až  $3,226 \text{ mg.kg}^{-1}$ , hořčíku od  $1,716$  do  $2,402 \text{ mg.kg}^{-1}$  a síry  $1,417$  až  $1,825 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Koncentrace Fe v jádrech pistácií byla zjištěna od  $38,44$  do  $47,26 \text{ mg.kg}^{-1}$ , koncentrace Zn od  $15,79$  do  $24,59 \text{ mg.kg}^{-1}$ , obsah Cu  $10,34$  až  $15,16 \text{ mg.kg}^{-1}$  a koncentrace Mn  $4,84$  až  $9,57 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Harmankaya et al., 2014).

**Tabulka č. 7:** Průměrný obsah makroelementů a mikroelementů v pistáciích (mg.kg<sup>-1</sup>)

Minerální látky	mg.kg <sup>-1</sup>
Železo (Fe)	42,48
Zinek (Zn)	20,52
Měď (Cu)	12,81
Draslík (K)	7,525
Fosfor (P)	4,333
Vápník (Ca)	2,297
Hořčík (Mg)	1,995
Síra (S)	1,674

Zdroj: Harmankaya et al., 2014

### 3.5.7 Pekanové ořechy

#### 3.5.7.1 Ořechovec pekanový (*Carya illinoensis*)

Ořechovec pekanový (*Carya illinoensis*) neboli pekan patří do čeledi *Juglandaceae* je mohutný strom dosahující výšky 33 až 60 metrů. Tato plodina pochází z centrálního jihu Severní Ameriky (Eitenmiller et Pegg, 2009). Plodem je ochmýřená peckovice asi 5 cm dlouhá, která obsahuje podlouhle oválné semeno s hladkou, středně hnědou tvrdou slupkou (Lehari et Colditz, 2002).

#### 3.5.7.2 Minerální složení pekanových ořechů

Pekanové ořechy obsahují významné množství Mn, Cu, Zn, P a Mg. Obsah selenu není v porovnání s ostatními druhy ořechů tak významný, jelikož jeho hladina se v pekanových ořechích pohybuje pod mezí detekce, tj. do 10 µg/100 g. Množství Mn, Na a Zn bylo významně ovlivněno kultivarem, ale obsah Mg, Na a Zn se měnil také s rokem sklizně. Hladiny Ca, K, S, P, B, Cu, Fe a Al se však neměnily ani vlivem kultivaru, ani rokem sklizně. Bylo ovšem zjištěno, že množství vápníku, hořčíku, manganu a zinku se výrazně snižovalo se zvyšující se zralostí (Eitenmiller et al., 2009).



**Tabulka č. 8:** Průměrný obsah minerálních látek v pekanových ořeších (mg/100 g)

<b>Nutrient</b>	<b>mg/100 g</b>
Draslík (K)	460
Fosfor (P)	450
Hořčík (Mg)	140
Zinek (Zn)	7,02
Vápník (Ca)	5,8
Železo (Fe)	2,20
Měď (Cu)	1,08
Sodík (Na)	0,44

Zdroj: Senter, 1976

**Tabulka č. 9:** Průměrné obsahy minerálních látek (mg.kg<sup>-1</sup>) ve všech sledovaných druzích ořechů

<b>Druh ořechů</b>	<b>Průměrný obsah minerálních látek (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>								
	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Mn</b>	<b>Se</b>
<b>Vlašské ořechy</b>	1121 ± 12	1557 ± 31	5788 ± 24	44,28 ± 0,97	34,91 ± 0,11	35,95 ± 0,78	16,14 ± 0,36	13,28 ± 0,39	0,9791 ± 0,0922
<b>Lískové ořechy</b>	1483 ± 6	1524 ± 12	6610 ± 32	60,44 ± 1,16	36,01 ± 0,61	33,02 ± 0,74	9,021 ± 0,42	14,02 ± 0,49	0,7233 ± 0,0521
<b>Mandle</b>	1506 ± 23	2554 ± 27	6117 ± 37	69,99 ± 1,75	45,38 ± 0,08	49,73 ± 0,08	17,16 ± 0,05	15,62 ± 0,11	0,7651 ± 0,0863
<b>Kešu ořechy</b>	700,2 ± 14,5	2297 ± 26	5908 ± 32	40,57 ± 2,38	59,33 ± 0,72	87,03 ± 0,74	28,57 ± 0,83	25,39 ± 0,79	0,9372 ± 0,0621
<b>Para ořechy</b>	1461 ± 43	2869 ± 19	5500 ± 54	64,04 ± 0,73	36,71 ± 0,16	67,96 ± 0,39	18,72 ± 0,09	7,766 ± 0,03	0,7635 ± 0,0668
<b>Pistácie</b>	1279 ± 12	1893 ± 19	2856 ± 15	57,33 ± 0,68	34,61 ± 0,12	69,57 ± 0,91	12,32 ± 0,22	12,54 ± 0,22	0,6583 ± 0,0852
<b>Pekanové ořechy *</b>	58	1400	4,4	4600	70,2	22,0	10,8	32,8	/

Zdroj: Tošić et al., 2015; \*Senter, 1976

### **3.6 Příjem minerálních látek v souvislosti s konzumací ořechů**

Ve studii, která probíhala v rámci populace Nového Zélandu, bylo zjištěno, že strava konzumentů ořechů včetně arašídů je výrazně bohatší na množství energie, MUFA, PUFA, vlákniny, vitamínu E, Ca, Mg, Cu, Fe, P, K, a naopak chudší na množství sacharidů, cholesterolu a Na v porovnání s těmi, kteří ořechy nekonzumují. Obecně lze říci, že konzumace ořechů je spojována se zlepšeným příjmem živin a také kvalita stravy je u konzumentů ořechů vyšší. Konzumace ořechů je spojena se zvýšeným příjmem nenasycených mastných kyselin, vitaminů a minerálů, což společně přispívá ke snížení rizika chronických onemocnění, zejména kardiovaskulárních chorob (Brown et al., 2016). Tošić et al. (2015) uvádí, že největší koncentrace sodíku byly zjištěny v kešu ( $6848 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a naopak nejnižší v pistáciích ( $2856 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Největší množství hořčíku obsahovaly para ořechy, které obsahovaly také významné množství vápníku, stejně jako mandle a lískové ořechy. Nejvyšší koncentrace železa byly objeveny v kešu, para ořeších, pistáciích a mandlích a v kešu bylo detekováno také největší množství zinku. Nejvýznamnější obsahy selenu byly stanoveny ve vlašských ořeších a kešu.

## **3.7 Použité laboratorní metody**

### **3.7.1 Mikrovlnná mineralizace**

Mikrovlnná mineralizace je jednou z nejpoužívanějších technik pro přípravu vzorků. Používá se u vzorků, které obsahují významné množství organických látek. Jako oxidační činidlo se používá kyselina dusičná, která společně s vysokou teplotou a tlakem, zajistí úplné rozložení organické hmoty a převede látku do roztoku. Z důvodu vysokých teplot a tlaků v systému se používají pouze malé hmotnosti vzorků okolo 250 mg v závislosti na obsahu organického uhlíku ve vzorku. Toto omezení může ovlivňovat další kvantifikaci minerálních látek, které jsou přítomné v nízkých koncentracích, což může vést k nepřesným výsledkům. V případě, že vzorky jsou heterogenní a hmotnost není reprezentativní, nemohou být vzorky tímto způsobem mineralizovány. Mikrovlnný rozklad se používá pro přípravu vzorků do hmotnosti 500 mg. Účinný rozklad organických látek pod tlakem zajišťuje absorpci prvků, které jsou předmětem zájmu, do kyselého nebo alkalického prostředí pro jejich následnou analýzu (Oliveira et al., 2017).

### **3.7.2 Atomová absorpční spektrometrie (AAS)**

Atomová absorpční spektrometrie je považována za nejrozšířenější metodu pro stopovou prvkovou analýzu. Důvodem je, že poskytuje v celé řadě aplikací uspokojivé detekční limity a má relativně nízké pořizovací a provozní náklady (Milde et Linhartová, 2011).

#### **3.7.2.1 Historie metody AAS**

Počátky této metody sahají do 19. století a patří k nejmladším analytickým metodám. V roce 1802 Wollston poprvé pozoroval absorpční čáry ve slunečním spektru, které byly podrobněji prostudovány v roce 1814 Fraunhoferem a teoreticky byly objasněny formulací základního vztahu mezi emisí a absorpcí Kirchhoffem. První atomový absorpční spektrometr byl sestaven až v roce 1953 (Bartáková et al., 2004).

#### **3.7.2.2 Použití AAS**

Tato metoda slouží k elementární kvantitativní analýze kovových prvků nízkých koncentrací a lze ji použít pro 60 prvků periodické tabulky. Jedná se o velice citlivou metodu, která umožňuje kvantitativně stanovit koncentraci prvku s vysokou citlivostí (ng v 1 ml vzorku) i při nízkých koncentracích. Atomová absorpční spektrometrie se používá například při

analýze pitných a užitkových vod, v lékařství, potravinářství nebo pro sledování obsahu těžkých kovů v životním prostředí (Klouda, 2016)

### 3.7.2.3 Princip metody AAS

Základním principem AAS je měření pohlceného záření prvkem, který je stanovován, neboli absorpce vhodného elektromagnetického záření volnými atomy v plynném stavu. Výsledkem atomové absorpční spektrometrie jsou informace o množství daného prvku ve vzorku (Bartáková et al., 2004).

Vzorek je pomocí zmlžovače za vysokých teplot v rozmezí 2000 až 3000 °C v atomizátoru převeden do stavu volných atomů (plynné fáze – atomové páry). Atomizátor je současně generátorem a rezervoárem volných atomů. Používána je buď plamenová, nebo elektrotermická atomizace (Klouda, 2016). K měření vzorku je používána výbojka s dutou katodou z materiálu, který je stejný jako stanovovaný prvek. Výbojka s dutou katodou vyzářuje záření o určité vlnové délce, které je analyt schopen absorbovat. Následuje absorpce vstupujícího záření volnými atomy při vlnové délce, která je nejintenzivnější pro daný prvek (Kříženecká et Synek, 2014).

Výbojky s dutou katodou jsou konstruovány tak, že katoda výbojky je tvořena kovem, jehož emisní čárové spektrum je předmětem zájmu analýzy. Výbojky s dutou katodou jsou konstruovány pro více než 60 prvků. Pro stanovení As, Se, Pb a P jsou vhodné bezelektrodové výbojky, jejichž nevýhodou je vysoká cena speciálních napájecích zdrojů i vlastních výbojek. Výbojka je naplněna plynem (Ar, He) o tlaku několika set Pa, který je vloženým napětím ionizován. Kladně nabitě ionty plynu nejprve uvolní z katody atomy prvku, který je pak dalšími nárazy iontů plynu či elektronů excitován. Při přechodu prvku do základního stavu pak tento prvek emituje záření, které odpovídá přechodům mezi jeho elektronovými hladinami, a je tudíž pro tento prvek charakteristické (Kříženecká et Synek, 2014).

Jako optický systém jsou v AAS používány monochromátory, jejichž hlavním úkolem je separovat určitý interval vlnových délek ze spektra. Principem detektoru je, že dopadem fotonu na světlocitlivou vrstvu dojde k vyražení elektronu, který je urychlen v elektrickém poli a přitažen na první z dynod. Dopad elektronu na dynodu způsobí vyražení několika sekundárních elektronů, které jsou přitahovány k další dynodě. Mezi jednotlivými dynodami je udržován potenciálový spád. Dopadající foton musí mít dostatečnou energii pro vyražení elektronu (Kříženecká et Synek, 2014). Intenzita elektrického proudu je funkcí intenzity dopadajícího elektromagnetického záření.

## 4 Praktická část

### 4.1 Materiál, pomůcky a přístroje

#### 4.1.1 Použité chemikálie

- $\text{H}_2\text{O}_2$  - peroxid vodíku pa+, pro stopovou analýzu, min. 30 % (Analytika, ČR)
- $\text{HNO}_3$  – kyselina dusičná, pro stopovou analýzu, 67 % (Analytika, ČR)
- $\text{HCl}$  – kyselina chlorovodíková, pro stopovou analýzu, 36 % (Analytika, ČR)
- $\text{HCOOH}$  – mravenčí kyselina, 98 – 100 % (Sigma – Aldrich, Německo)
- Referenční materiál – 1567a wheat flour (NIST- National Institute of Standards and Technology, USA)
- Standardy – kalibrační roztoky pro jednotlivé prvky (Ca, Mg, K, Na, Zn, Fe, Cu, Mn, Se) o koncentraci  $1,000 \pm 0,002$  g/l, všechny Astasol (Analytika, ČR)
- demineralizovaná voda

#### 4.1.2 Použité pomůcky a přístroje

- běžné laboratorní sklo
- mlýnek
- automatická pipeta Socorex ACURA 825 100 – 1000  $\mu\text{l}$  (Švýcarsko)
- analytické váhy KERN&Sohn GmbH (Německo)
- mikrovlnná pec Berghof MWS 3+ speedwave (Německo)
- topná deska s regulátorem JR 03 TD 02 (Altec, ČR)
- atomový absorpční spektrometr Varian SpectrAA 110 se systémem SIPS (Austrálie)
- atomový absorpční spektrometr Varian SpectrAA 280 Z (Austrálie)
- výbojky s dutou katodou:
  - jednoprvkové
    - Mn, Cu (SpectrAA Lamp, Austrálie)
    - Na, K, Fe, Zn (Photron Lamps, Austrálie)
    - Se (Photron Super Lamps, Austrálie)
  - Víceprvkové (dvouprvkové)
    - Ca + Mg (Photron Lamps, Austrálie)
- přístroj na přípravu demineralizované vody (Millipore, Německo)

### 4.1.3 Použitý rostlinný materiál

Vzorky různých druhů suchých skořápkových plodů byly zakoupeny v prodejně JAMBOZ a v prodejně Markéta Beránková v Čáslavi. Pekanové ořechy byly pořízeny v obchodní síti Lidl. Ořechy byly zakoupeny již vyloupané, a proto jádra byla přímo skladována v chladu bez přístupu vzduchu bez předchozího loupání a sušení.

**Tabulka č. 10:** Zakoupené druhy suchých skořápkových plodů

<b>Druh ořechů</b>	<b>Rok sklizně</b>	<b>Původ</b>
Lískové ořechy loupané	2016	Gruzie
Lískové ořechy neloupané	2016	Gruzie
Kešu ořechy	2016	Indie
Mandle neloupané	2016	USA
Mandle loupané	2016	USA
Para ořechy	2016	Bolívie
Pekanové ořechy	2016	Německo
Pistácie	2016	Irán

Vlašské a lískové ořechy z různých míst České republiky pocházely z domácí produkce a byly sbírány na podzim roku 2016 nebo 2017.

Tvrdá skořápka byla narušena mechanicky pomocí louskáčku a jádra byla následně ručně oddělena od skořápek. Lísková i vlašská jádra byla následně sušena na vzduchu rozložením v tenké vrstvě. Usušená jádra ořechů byla skladována v chladu a bez přístupu kyslíku až do přepravy do laboratoře.

Soupis vzorků vlašských a lískových ořechů je uveden v **Tabulce č. 11** a místa původu jednotlivých vzorků jsou graficky zobrazena na **Obrázku č. 1**.

**Tabulka č. 11:** Použité vlašské a lískové ořechy z domácí produkce

<b>Druh ořechů</b>	<b>Rok sklizně</b>	<b>Původ</b>
Vlašské ořechy	2016	Větrušice (Středočeský kraj, okr. Praha – východ)
Vlašské ořechy	2016	Holešov (Zlínský kraj, okr. Kroměříž)
Vlašské ořechy	2016	Žleby (Středočeský kraj, okr. Kutná Hora)
Vlašské ořechy	2017	Kolín (Středočeský kraj, okr. Kolín)
Vlašské ořechy	2017	Bahno (Středočeský kraj, okr. Kutná Hora)
Vlašské ořechy	2017	Kluky (Středočeský kraj, okr. Kutná Hora)
Vlašské ořechy	2017	České Budějovice (Jihočeský kraj, okr. Č. Budějovice)
Vlašské ořechy	2017	Valteřice (Liberecký kraj, okr. Semily)
Vlašské ořechy	2017	Slaný (Středočeský kraj, okr. Kladno)
Vlašské ořechy	2017	Hradenín (Středočeský kraj, okr. Kolín)
Vlašské ořechy	2017	Plzeň (Plzeňský kraj, okr. Plzeň)
Vlašské ořechy	2017	Hořice (kraj Vysočina, okr. Pelhřimov)
Vlašské ořechy	2017	Holešov (Zlínský kraj, okr. Kroměříž)
Vlašské ořechy	2017	Čachovice (Středočeský kraj, okr. Mladá Boleslav)
Lískové ořechy	2016	Větrušice (Středočeský kraj, okr. Praha – východ)
Lískové ořechy	2017	Chlístovice (Středočeský kraj, okr. Kutná Hora)
Lískové ořechy	2017	Neratovice (Středočeský kraj, okr. Mělník)
Lískové ořechy	2017	Všejanya (Středočeský kraj, okr. Mladá Boleslav)



Obrázek č. 1: Mapa ČR - zobrazení míst původu vlašských a lískových ořechů

1	Větrušice	9	Hradenín
2	Kolín	10	Plzeň
3	Bahno	11	Hořice
4	Chlístovice	12	Holešov
5	Kluky	13	Čachovice
6	České Budějovice	14	Neratovice
7	Valteřice	15	Všejanya
8	Slaný	16	Žleby



## 4.2 Metodika

### 4.2.1 Příprava vzorků k analýze

Vzorky ořechů byly převezeny do laboratoře, kde byly pomocí mlýnku rozemlety, aby vznikly homogenní směsi, které byly převedeny do znovu uzavíratelných plastových sáčků. Každý vzorek byl označen a uchováván v chladu pro případnou další analýzu. Mlýnek byl mezi každým vzorkem očištěn a vytřen ethanolem, aby nedošlo ke kontaminaci vzorků.

Vzorky byly následně pomocí vah naváženy do plastových váženek. Přibližná hmotnost se pohybovala od 0,260 g do 0,290 g. Každý vzorek byl navážen ve třech opakováních.

#### 4.2.1.1 Mikrovlnná mineralizace

Obsah váženek byl následně převeden do tlakových rozkladných nádob vyrobených z teflonu TFM, do kterých bylo pomocí automatického dávkovače přidáno 2 ml  $\text{HNO}_3$  a 3 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Následně byly váženky vloženy do příslušných tlakových rozkladných patron, obsah byl krouživými pohyby promíchán a ponechán reagovat po dobu 90 minut. Poté byly pomocí rozpínacího kužele roztáhnuty těsnící kroužky víček, na které byly umístěny tlakové diskové pojistky. Vše bylo uzavřeno bílými šroubovacími krycími uzávěry a obsah nádob byl naposledy krouživými pohyby promíchán.

Patrony byly umístěny do rotoru mikrovlnné pece Berghof MWS – 3+ speedwave pomocí šroubovacích závitů napojených na sběrnou nádobu umístěnou ve středu rotoru, která zajišťuje odvádění výparů hadicí do digestoře. Pec byla následně uzavřena bezpečnostním otočným víkem s elektromechanickým zavíracím mechanismem. Jelikož se jednalo o vzorky s vysokým obsahem tuku, byl nejdříve spuštěn předprogram na 50 minut. Nakonec byl spuštěn mineralizační program, při němž postupně vzrůstala teplota až do hodnoty 190 °C. Současně s teplotou se zvyšoval i tlak v mineralizačních patronách. Délka programu je 90 minut. Po ukončení mineralizace byly patrony vyjmuty z pece a umístěny do digestoře, kde postupně chladly.

#### 4.2.1.2 Odpařování mineralizátů

Patrony byly následně otevřeny a obsah byl kvantitativně převeden do označených kádinek pomocí demineralizované vody. Sada kádinek se vzorky byla umístěna na topnou desku, kde probíhalo odpařování do vlhkého zbytku při teplotě 150 °C. Po odpaření kapalného podílu ze vzorků byly kádinky z topné desky sejmuty a do každé kádinky byla přidána 1,5%  $\text{HNO}_3$ .

Opakovaným vymýváním kádinek, byl jejich obsah kvantitativně převeden do 25 ml zkumavek, které byly uzavřeny dvěma kusy parafilmu.

#### 4.2.1.3 Odpařování mineralizátů pro následné stanovení selenu

V případě přípravy vzorků pro následné stanovení selenu je postup totožný, až do kroku odpařování do vlhkého zbytku při 150 °C. Poté byly kádinky staženy z topné desky a pomocí stříčky byla přidána 10% HCl. Po odpaření kapalného podílu ze všech vzorků byl ke vzorkům přidán 1 ml mravenčí k., 2 ml DEMI vody a 3 ml konc. HCl. Následně byly kádinky přeneseny zpět na topnou desku se sníženou teplotou na 100 °C. V průběhu zahřívání roztoku po dobu 20 min probíhaly často bouřlivé reakce, kdy docházelo k rozkladu a k redukci zbytků HNO<sub>3</sub> a organických zbytků. V případě bouřlivé reakce byla kádinka z topné desky stažena a reakce proběhla při nižší teplotě. Po dokončení reakce (roztok není žlutý, ale čirý a bezbarvý) byly mineralizáty kvantitativně převedeny do plastových zkumavek se šroubovacím uzávěrem a doplněny 10% HCl na objem 12 ml.

Takto připravené vzorky byly uchovávány v chladničce až do samotné analýzy pomocí atomové absorpční spektrometrie.

#### 4.2.2 Analýza pomocí AAS

Před analýzou byly připravené vzorky vyjmuty z lednice a ponechány temperovat na laboratorní teplotu. Před stanovením některých prvků (Ca, Mg, K) bylo nutné vzorky nejprve vhodně naředit pomocí 1,5% k. dusičné. Následná analýza probíhala pomocí plamenové AAS na přístroji Varian SpectrAA 110 se systémem SIPS při vhodné vlnové délce pro konkrétně stanovovaný prvek. Měření probíhalo při vlnových délkách  $\lambda = 422,7$  nm (Ca),  $\lambda = 285,2$  nm (Mg),  $\lambda = 589,0$  nm (Na),  $\lambda = 279,5$  nm (Mn),  $\lambda = 248,3$  nm (Fe),  $\lambda = 213,9$  nm (Cu),  $\lambda = 213,9$  nm (Zn) a  $\lambda = 769,9$  nm (K).

Selen byl stanovován metodou atomové absorpční spektrometrie technikou generace hydridů (AAS – HG). Byl použit atomový absorpční spektrometr Varian SpectrAA 280 Z a měření probíhalo při vlnové délce pro Se  $\lambda = 196$  nm.

### **4.2.3 Statistické vyhodnocení**

Všechna měření byla provedena ve třech opakováních. Po dokončení analýzy byl pro přepočítání hodnot využit software MS Excel 2016. Na závěr bylo provedeno statistické vyhodnocení s cílem porovnat obsah jednotlivých prvků v různých druzích suchých skořápkových plodů a obsah jednotlivých prvků ve vlašských a lískových ořeších lišících se svým původem. Ke statistickému vyhodnocení byl použit software Statistica 12.0 (StatSoft), konkrétně byla provedena jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  a následně pro podrobnější vyhodnocení byl použit Tuckeyův HSD test.

## 5 Výsledky

V suchých skořápkových plodech byly stanoveny obsahy vybraných minerálních látek (Ca, Mg, Na, K, Zn, Fe, Cu, Mn a Se). Nejvíce zastoupenými prvky byly K, Ca a Mg, naopak nejnižší obsahy byly zjištěny v případě Se. Zjištěné obsahy jednotlivých minerálních látek v jednotlivých druzích ořechů jsou shrnuty v následujících tabulkách.

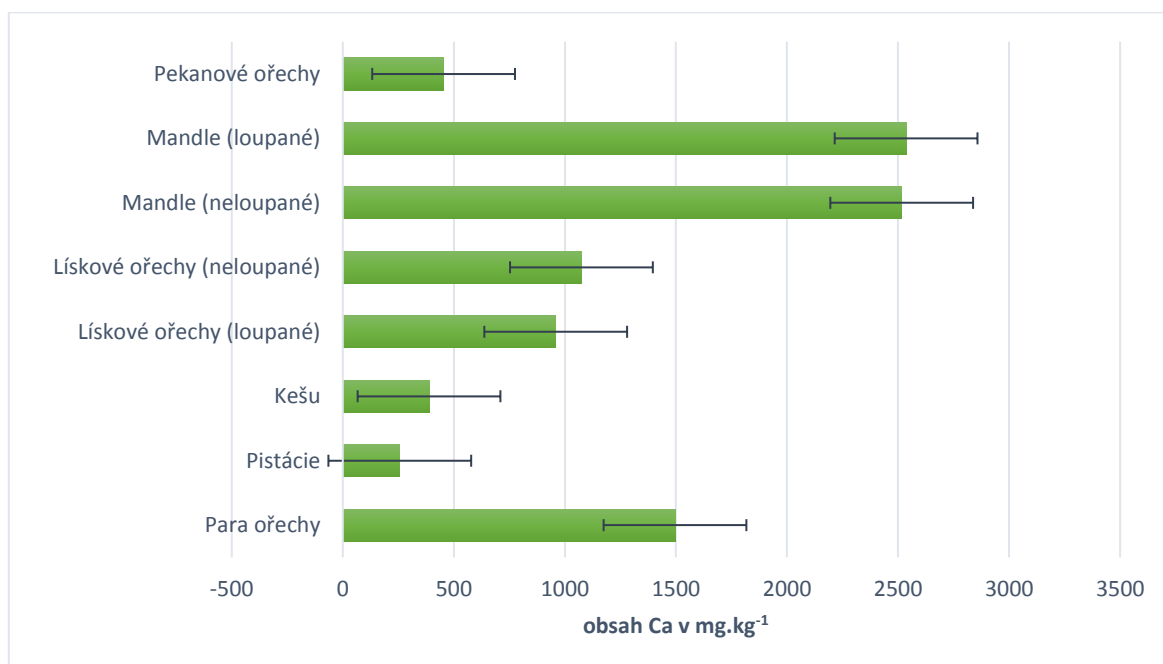
### 5.1 Vápník (Ca)

Obsah vápníku se pohyboval v rozmezí od 257 do 2536 mg.kg<sup>-1</sup> v závislosti na analyzovaném druhu ořechů (**Tabulka č. 12**). Nejnižší množství vápníku 257 mg.kg<sup>-1</sup> bylo zjištěno v pistáciích, dále v kešu a v pekanových ořeších. Naopak nejvyšší obsah vápníku 2536 mg.kg<sup>-1</sup> byl stanoven v mandlích loupaných, ale i neloupaných a v para ořeších. Grafické znázornění obsahu vápníku v jednotlivých druzích je znázorněno na **Obrázku č. 2**.

**Tabulka č. 12:** Průměrný obsah Ca v různých druzích ořechů (mg.kg<sup>-1</sup>)

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )
Para ořechy	2016	Bolívie	1496 ± 87
Pistácie	2016	Irán	257 ± 1,87
Kešu	2016	Indie	388 ± 44
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	959 ± 91
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	1074 ± 67
Mandle (neloupané)	2016	USA	2517 ± 222
Mandle (loupané)	2016	USA	2536 ± 126
Pekanové ořechy	2016	Německo	454 ± 19

**Obrázek č. 2:** Grafické znázornění obsahu Ca v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

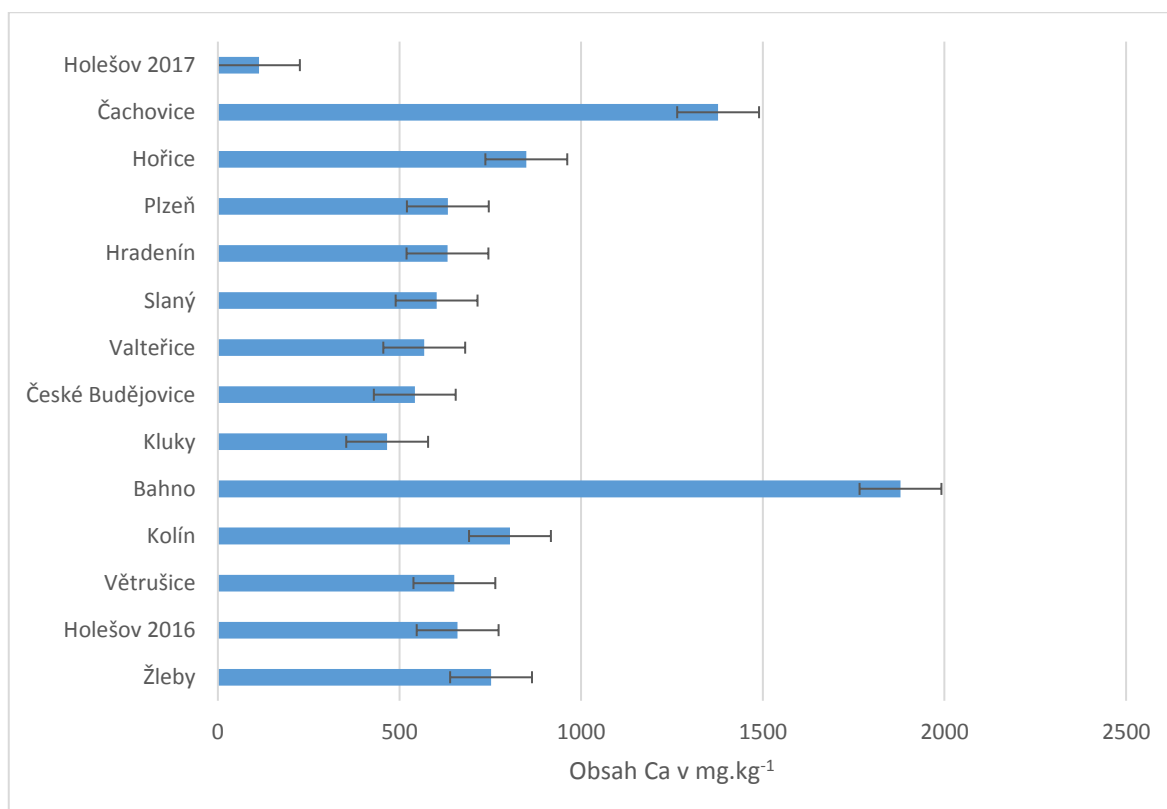


Obsah vápníku ve vlašských ořeších z různých míst České republiky se pohyboval v rozmezí  $113 - 1879 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (**Tabulka č. 13**). Nejvyšší obsah Ca ( $1879 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) byl zjištěn v ořeších z Bahna a nejnižší obsah vápníku ( $113 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) v ořeších z Holešova. Vysoké obsahy vápníku byly stanoveny také v ořeších z Čachovic, Hořic a Kolína. Nejnižší obsahy byly zjištěny ve vlašských ořeších z Holešova, Kluků, Českých Budějovic a Valteřic. Průměrný obsah vápníku ve vlašských ořeších pocházejících z území ČR byl  $752 \pm 422 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Grafické zobrazení obsahu vápníku ve vlašských ořeších z domácí produkce je na **Obrázku č. 3**.

**Tabulka č. 13:** Stanovený obsah Ca ve vlašských ořeších ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Ca ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
2016	Žleby	$752 \pm 131$
2016	Holešov	$660 \pm 1$
2016	Větrušice	$651 \pm 15,5$
2017	Kolín	$804 \pm 3,59$
2017	Bahno	$1879 \pm 91$
2017	Kluky	$466 \pm 1,84$
2017	České Budějovice	$542 \pm 17$
2017	Valteřice	$568 \pm 1,38$
2017	Slaný	$602 \pm 2,63$
2017	Hradenín	$632 \pm 3,91$
2017	Plzeň	$633 \pm 15,6$
2017	Hořice	$849 \pm 2,01$
2017	Čachovice	$1377 \pm 30,7$
2017	Holešov	$113 \pm 9,56$

**Obrázek č. 3:** Zobrazení obsahu Ca ve vlašských ořeších ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

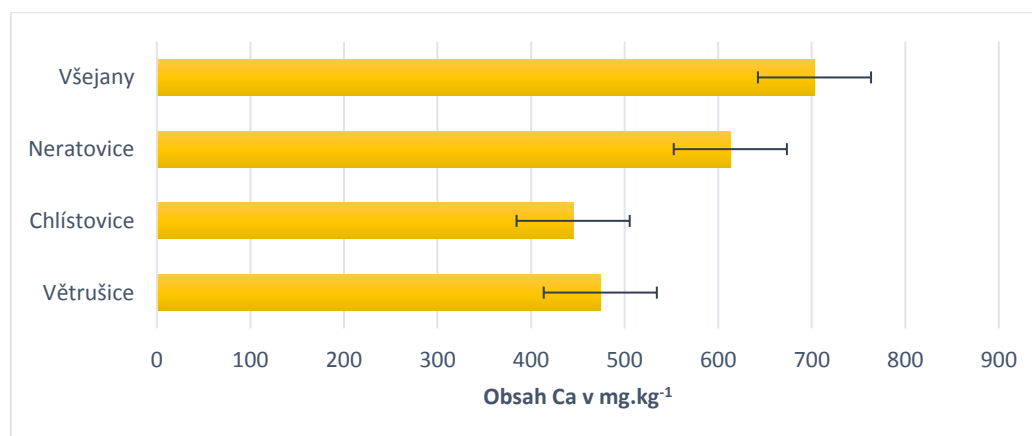


Obsah vápníku v lískových ořeších (**Tabulka č. 14**) se pohyboval v rozmezí od 445 mg.kg<sup>-1</sup> (Chlístovice) do 703 mg.kg<sup>-1</sup> (Všejanya). Průměrný obsah vápníku v lískových ořeších z území ČR se pohyboval okolo 559 ± 121 mg.kg<sup>-1</sup>. Grafické znázornění průměrného obsahu Ca v lískových ořeších je na **Obrázku č. 4**.

**Tabulka č. 14:** Zjištěný průměrný obsah Ca v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Větrušice	474 ± 4,35
2017	Chlístovice	445 ± 4,56
2017	Neratovice	613 ± 6,18
2017	Všejanya	703 ± 20

**Obrázek č. 4:** Grafické zobrazení průměrného obsahu Ca v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)



## 5.2 Hořčík (Mg)

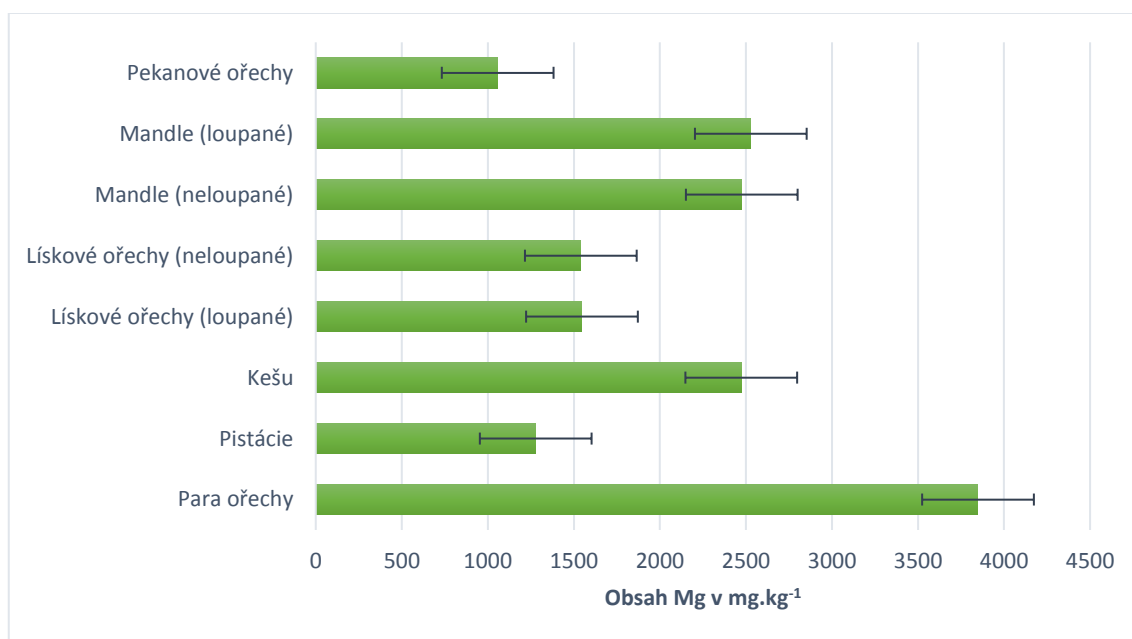
Zjištěné hodnoty hořčíku se pohybovaly v rozmezí 1057 – 3848 mg.kg<sup>-1</sup> (**Tabulka č. 15**). Nejvyšší obsah hořčíku byl zjištěn v para ořeších (3848 mg.kg<sup>-1</sup>), v mandlích a kešu. Na druhé straně nejnižší obsah hořčíku byl stanoven v pekanových ořeších (1057 mg.kg<sup>-1</sup>) a pistáciích. Obsah hořčíku v jednotlivých druzích ořechů je graficky znázorněn na **Obrázku č. 5**.



**Tabulka č. 15:** Průměrný obsah Mg v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Mg ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Para ořechy	2016	Bolívie	$3848 \pm 131$
Pistácie	2016	Irán	$1278 \pm 16$
Kešu	2016	Indie	$2473 \pm 53$
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	$1547 \pm 8$
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	$1540 \pm 70$
Mandle (neloupané)	2016	USA	$2476 \pm 5$
Mandle (loupané)	2016	USA	$2528 \pm 18$
Pekanové ořechy	2016	Německo	$1057 \pm 15$

**Obrázek č. 5:** Grafické znázornění obsahu Mg v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

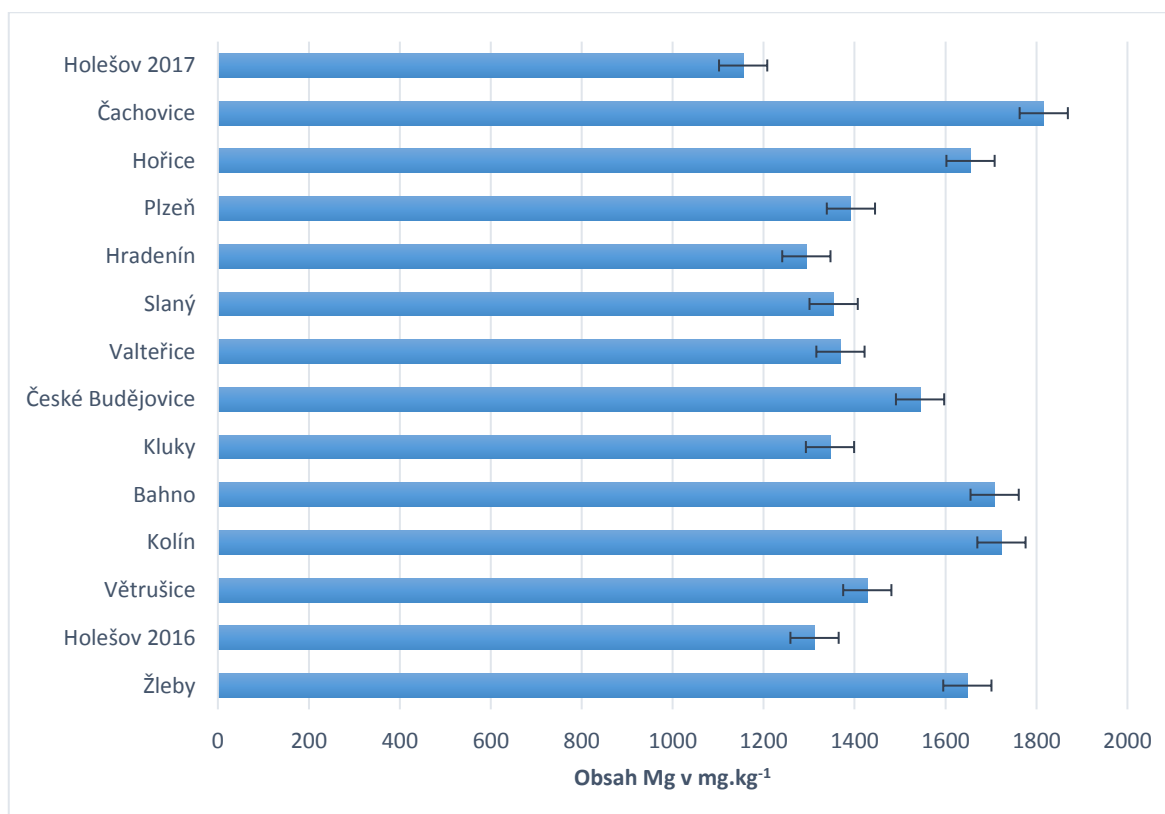


Množství hořčíku ve vlašských ořeších se pohybovalo v rozmezí hodnot od  $1155 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Holešov, 2017) do  $1816 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Čachovice, 2017). Obsah hořčíku v jednotlivých vzorcích je uveden v **Tabulce č. 16**. Nejvyšší obsah hořčíku je v ořeších z Čachovic, Kolína, Bahna a Žlebů. Naopak nejméně hořčíku obsahovaly ořechy z Holešova, Hradenína, Slaného, Kluků a Valteřic. Vlašské ořechy obsahovaly průměrně  $1482 \pm 198 \text{ mg}$  hořčíku na 1 kg. Průměrný obsah hořčíku ve vlašských ořeších je graficky znázorněn na **Obrázku č. 6**.

**Tabulka č. 16:** Stanovený průměrný obsah Mg ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Mg (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Žleby	1648 ± 48
2016	Holešov	1312 ± 37
2016	Větrušice	1428 ± 34,5
2017	Kolín	1723 ± 17
2017	Bahno	1708 ± 11,8
2017	Kluky	1346 ± 57,9
2017	České Budějovice	1544 ± 15,5
2017	Valteřice	1369 ± 57,5
2017	Slaný	1354 ± 79,4
2017	Hradenín	1294 ± 29,3
2017	Plzeň	1392 ± 5,93
2017	Hořice	1655 ± 25,3
2017	Čachovice	1816 ± 156
2017	Holešov	1155 ± 13,6

**Obrázek č. 6:** Zobrazení obsahu Mg ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

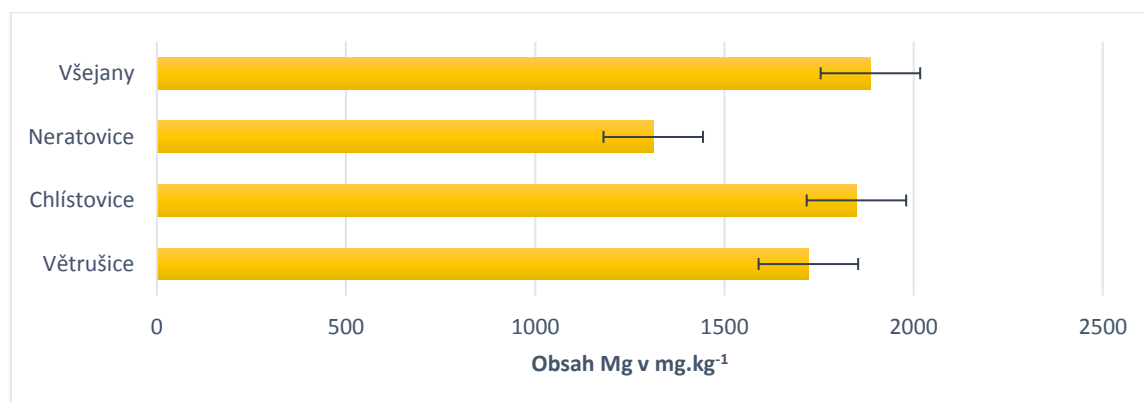


Obsah hořčíku ve vzorcích lískových ořechů byl zjištěn v rozmezí od 1312 mg.kg<sup>-1</sup> (Neratovice) do 1886 mg.kg<sup>-1</sup> (Všejanya). Průměrný obsah hořčíku v lískových ořešících byl 1692 ± 263 mg.kg<sup>-1</sup>. Obsahy hořčíku v lískových ořešících jsou uvedeny v **Tabulce č. 17** a graficky znázorněny na **Obrázku č. 7**.

**Tabulka č. 17:** Zjištěný průměrný obsah Mg v lískových ořešících (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Mg (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Větrušice	1722 ± 91,6
2017	Chlístovice	1849 ± 7,73
2017	Neratovice	1312 ± 81,6
2017	Všejanya	1886 ± 28,7

**Obrázek č. 7:** Grafické zobrazení průměrného obsahu Mg v lískových ořešících (mg.kg<sup>-1</sup>)



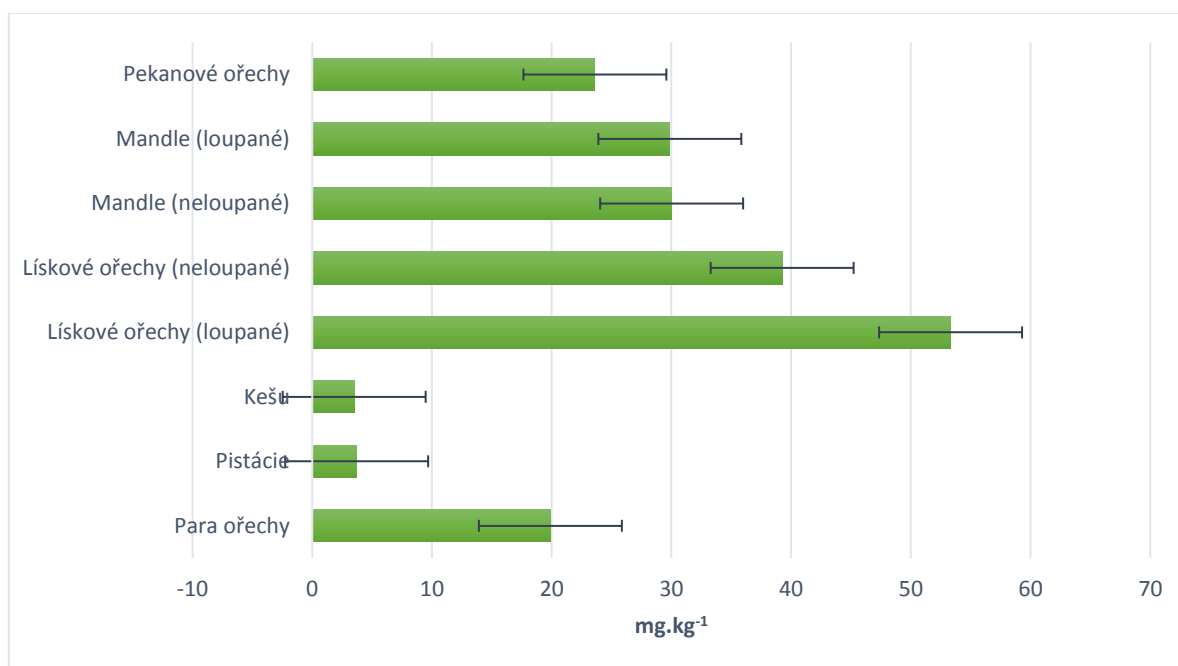
### 5.3 Mangan (Mn)

Nejvyšší obsah manganu (53 mg.kg<sup>-1</sup>) byl zjištěn v lískových ořešících, zejména loupaných a v mandlích. Nejmenší množství manganu obsahovaly kešu (3,50 mg.kg<sup>-1</sup>) a pistácie. Obsah manganu v jednotlivých druzích suchých skořápkových plodů je shrnut v **Tabulce č. 18** a graficky znázorněn na **Obrázku č. 8**.

**Tabulka č. 18:** Průměrný obsah Mn v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Mn ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Para ořechy	2016	Bolívie	$20 \pm 1,45$
Pistácie	2016	Irán	$3,71 \pm 0,64$
Kešu	2016	Indie	$3,50 \pm 0,39$
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	$53 \pm 0,50$
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	$39 \pm 0,95$
Mandle (neloupané)	2016	USA	$30 \pm 1,01$
Mandle (loupané)	2016	USA	$30 \pm 0,78$
Pekanové ořechy	2016	Německo	$24 \pm 0,47$

**Obrázek č. 8:** Grafické znázornění obsahu Mn v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )



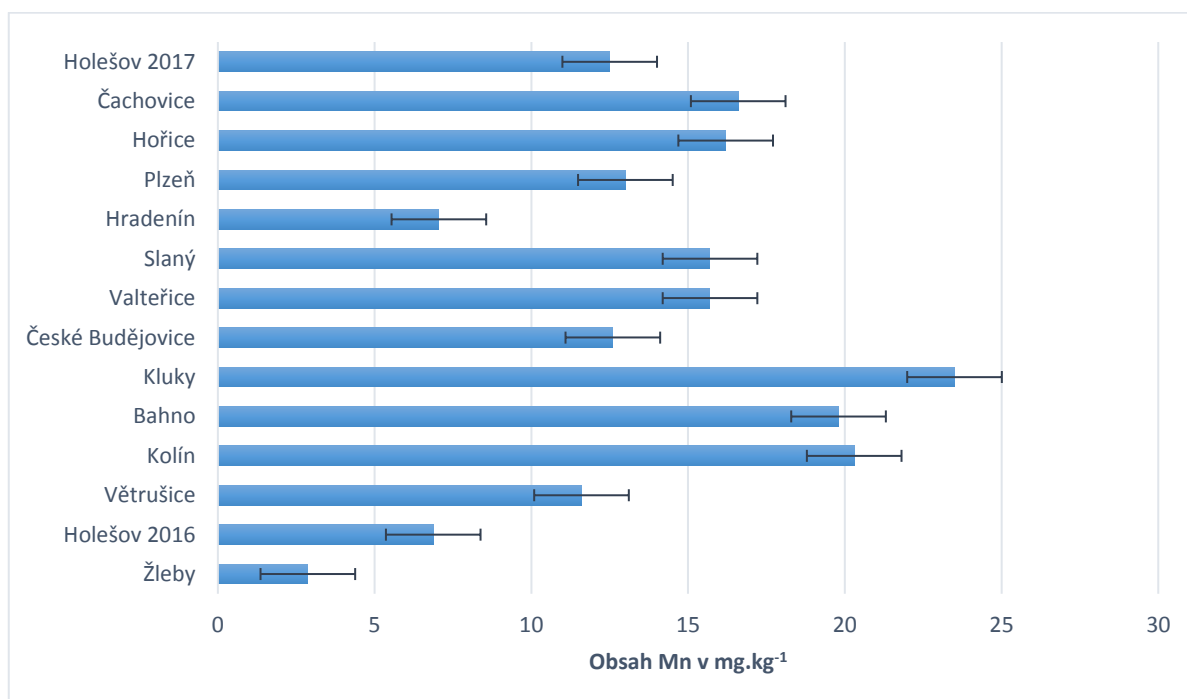
Obsah manganu ve vlašských ořeších je zobrazen v **Tabulce č. 19**. Nejnižší množství manganu  $2,87 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  bylo zjištěno v ořeších ze Žlebů, dále ve vzorcích z Holešova (2016) a z Hradenína. Nejvíce manganu bylo obsaženo ve vlašských ořeších pocházejících z Kluků, Kolína a Bahna.

**Tabulka č. 19:** Stanovený obsah Mn ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Žleby	2,87 ± 0,94
2016	Holešov	6,87 ± 0,01
2016	Větrušice	11,6 ± 0,19
2017	Kolín	20,3 ± 0,18
2017	Bahno	19,8 ± 0,51
2017	Kluky	23,5 ± 0,40
2017	České Budějovice	12,6 ± 0,86
2017	Valteřice	15,7 ± 0,58
2017	Slaný	15,7 ± 0,21
2017	Hradenín	7,05 ± 0,30
2017	Plzeň	13,0 ± 0,43
2017	Hořice	16,2 ± 0,37
2017	Čachovice	16,6 ± 0,04
2017	Holešov	12,5 ± 0,13

Vlašské ořechy pocházející z ČR obsahovaly průměrně 13,9 ± 5,65 mg.kg<sup>-1</sup> manganu. Grafické znázornění obsahu manganu ve vzorcích vlašských ořechů je na **Obrázku č. 9**.

**Obrázek č. 9:** Zobrazení obsahu Mn ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

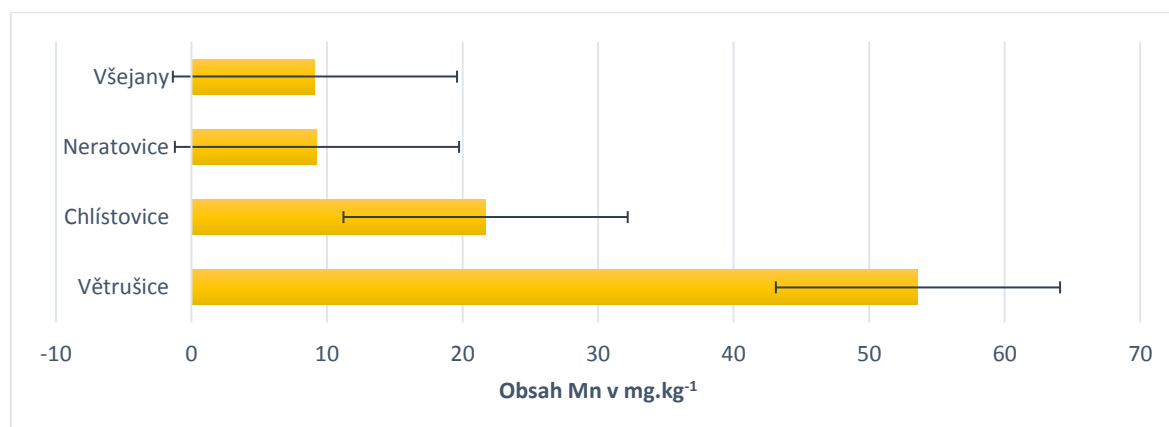


Obsah manganu v lískových ořeších ukazuje **Tabulka č. 20**. Nejvíce manganu bylo obsaženo v ořeších z Větrušic ( $53,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), naopak nejméně v ořeších ze Všejan ( $9,11 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Průměrný obsah manganu v lískových ořeších byl zjištěn  $23,4 \pm 21 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Rozdíly v obsahu manganu jsou patrné, což graficky znázorňuje také **Obrázek č. 10**.

**Tabulka č. 20:** Zjištěný průměrný obsah Mn v lískových ořeších ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Mn ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )
2016	Větrušice	$53,6 \pm 2,15$
2017	Chlístovice	$21,7 \pm 0,8$
2017	Neratovice	$9,26 \pm 0,35$
2017	Všejanya	$9,11 \pm 0,11$

**Obrázek č. 10:** Grafické zobrazení průměrného obsahu Mn v lískových ořeších ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )



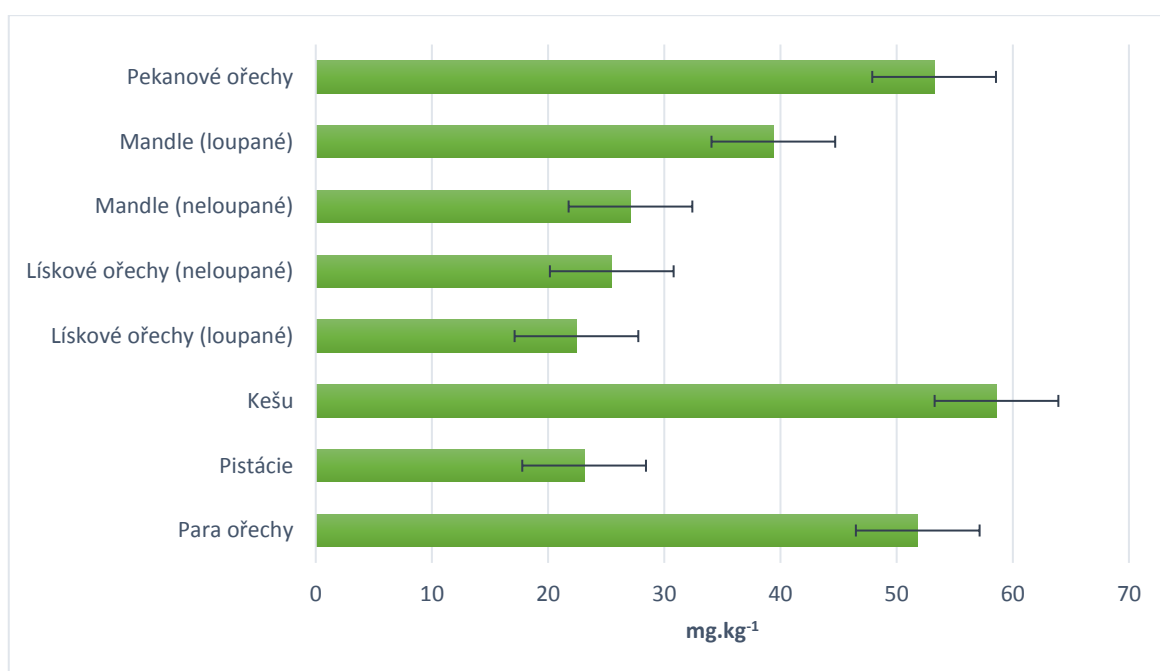
#### 5.4 Zinek (Zn)

Obsah zinku v různých druzích suchých skořápkových plodů se pohyboval v rozmezí od 22 do  $59 \text{ mg.kg}^{-1}$  (**Tabulka č. 21**). Nejvíce zinku bylo zjištěno v kešu ( $59 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), v pekanových a para ořeších. Nejmenší množství zinku obsahovaly lískové ořechy loupané ( $22 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a pistácie. Grafické znázornění obsahu zinku je na **Obrázku č. 11**.

**Tabulka č. 21:** Průměrný obsah Zn v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Zn ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Para ořechy	2016	Bolívie	$52 \pm 2,4$
Pistácie	2016	Irán	$23 \pm 1,11$
Kešu	2016	Indie	$59 \pm 0,81$
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	$22 \pm 0,69$
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	$25 \pm 1,75$
Mandle (neloupané)	2016	USA	$27 \pm 0,81$
Mandle (loupané)	2016	USA	$39 \pm 1,04$
Pekanové ořechy	2016	Německo	$53 \pm 1,47$

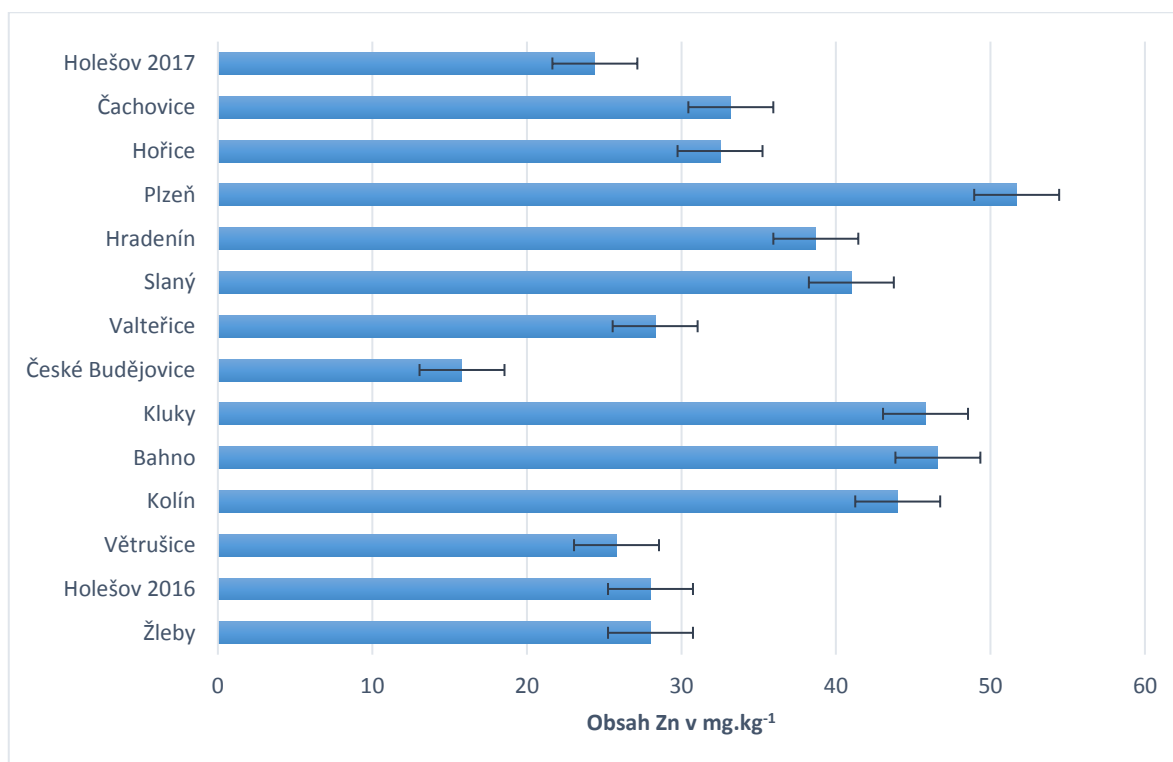
**Obrázek č. 11:** Grafické znázornění obsahu Zn v různých suchých skořápkových plodech ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )



Průměrný obsah zinku ve vlašských ořeších byl  $33,2 \pm 9,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Největší obsah byl stanoven v ořeších z Plzně ( $51,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), Bahna, Kluků a Kolína. Naopak nejméně zinku obsahovaly ořechy z Českých Budějovic ( $15,8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Průměrné obsahy zinku jsou uvedeny v **Tabulce č. 22** a grafické znázornění obsahu zinku je na **Obrázku č. 12**.

**Tabulka č. 22:** Stanovený průměrný obsah Zn ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Žleby	28,0 ± 1,33
2016	Holešov	28,0 ± 1,35
2016	Větrušice	25,8 ± 1,03
2017	Kolín	44,0 ± 1,50
2017	Bahno	46,6 ± 1,80
2017	Kluky	45,8 ± 0,64
2017	České Budějovice	15,8 ± 0,15
2017	Valteřice	28,3 ± 1,13
2017	Slaný	41,0 ± 0,77
2017	Hradenín	38,7 ± 0,99
2017	Plzeň	51,7 ± 1,47
2017	Hořice	32,5 ± 0,96
2017	Čachovice	33,2 ± 0,06
2017	Holešov	24,4 ± 1,01

**Obrázek č. 12:** Zobrazení obsahu Zn ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

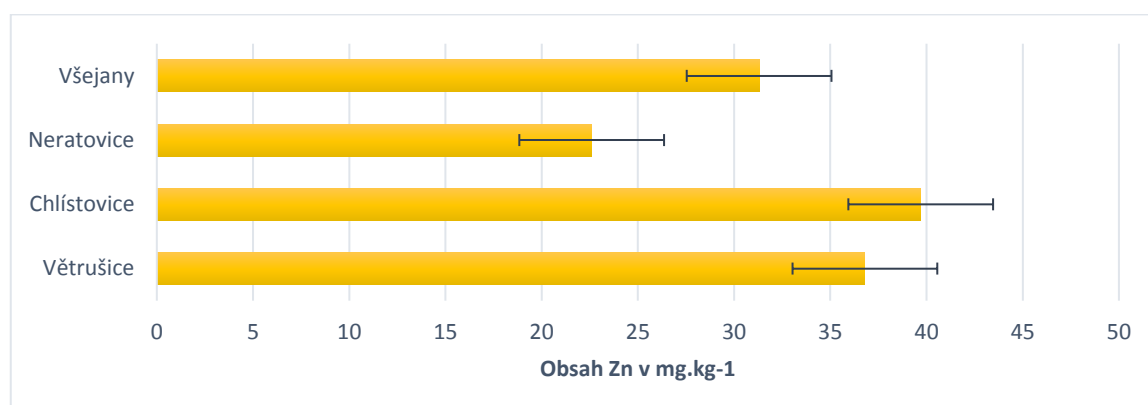


Obsah zinku v lískových ořeších se pohyboval v rozmezí 22,6 – 39,7 mg.kg<sup>-1</sup> (**Tabulka č. 23**). Nejméně zinku bylo stanoveno v ořeších z Neratovic (22,6 mg.kg<sup>-1</sup>), nejvíce zinku obsahovaly ořechy z Chlístovic (39,7 mg.kg<sup>-1</sup>). Grafické znázornění obsahu zinku v lískových ořeších je na **Obrázku č. 13**. Lískové ořechy z území ČR obsahovaly průměrně 32,6 ± 7,52 mg.kg<sup>-1</sup> zinku.

**Tabulka č. 23:** Zjištěný průměrný obsah Zn v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Větrušice	36,8 ± 4,61
2017	Chlístovice	39,7 ± 3,48
2017	Neratovice	22,6 ± 0,69
2017	Všejanya	31,3 ± 0,18

**Obrázek č. 13:** Grafické zobrazení průměrného obsahu Zn v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)



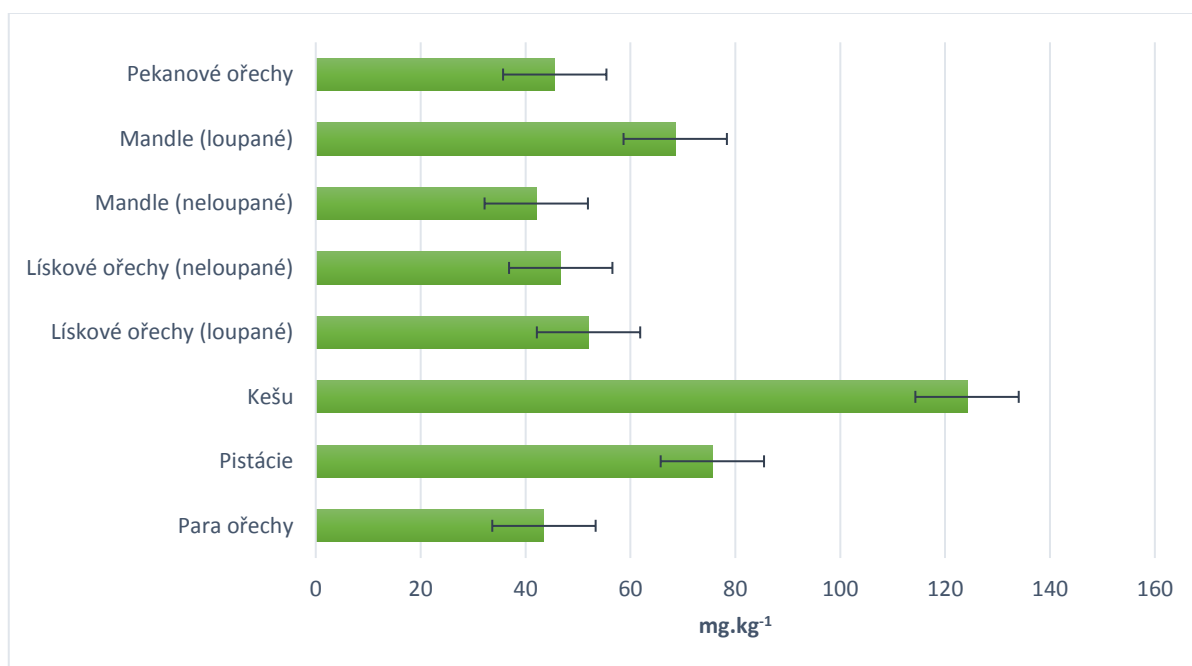
## 5.5 Sodík (Na)

Nejvíce sodíku bylo zjištěno v kešu ořeších (124 mg.kg<sup>-1</sup>). Na druhé straně nejnižší obsah sodíku byl stanoven v neloupaných mandlích (42 mg.kg<sup>-1</sup>), v para, v pekanových a lískových ořeších. Průměrné obsahy sodíku v jednotlivých druzích ořechů jsou v **Tabulce č. 24** a graficky znázorněné jsou na **Obrázku č. 14**.

**Tabulka č. 24:** Průměrný obsah Na v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Na ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Para ořechy	2016	Bolívie	$44 \pm 0,23$
Pistácie	2016	Irán	$76 \pm 0,16$
Kešu	2016	Indie	$124 \pm 1,73$
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	$52 \pm 2,85$
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	$47 \pm 5,08$
Mandle (neloupané)	2016	USA	$42 \pm 2,41$
Mandle (loupané)	2016	USA	$69 \pm 3,00$
Pekanové ořechy	2016	Německo	$46 \pm 1,88$

**Obrázek č. 14:** Grafické znázornění obsahu Na v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )



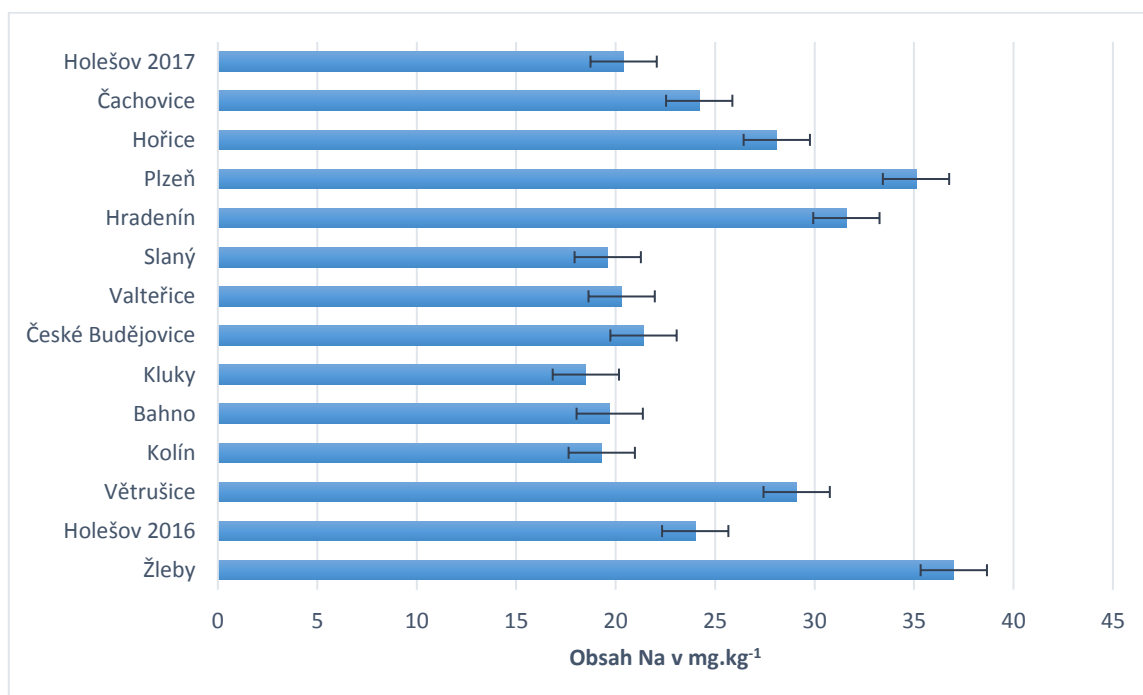
Obsah sodíku ve vlašských ořeších byl zjištěn od  $18,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  do  $37,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (**Tabulka č. 25**). Nejvíce sodíku obsahovaly ořechy ze Žlebů ( $37 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), z Plzně a Hradenína. Naopak nejméně sodíku obsahovaly ořechy z Kluků ( $18,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), Kolína, Slaného a Bahna.

**Tabulka č. 25:** Stanovený průměrný obsah Na ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Na (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Žleby	37,0 ± 1,63
2016	Holešov	24,0 ± 1,59
2016	Větrušice	29,1 ± 1,98
2017	Kolín	19,3 ± 0,59
2017	Bahno	19,7 ± 0,80
2017	Kluky	18,5 ± 1,59
2017	České Budějovice	21,4 ± 0,55
2017	Valteřice	20,3 ± 1,12
2017	Slaný	19,6 ± 0,56
2017	Hradenín	31,6 ± 1,53
2017	Plzeň	35,1 ± 1,10
2017	Hořice	28,1 ± 2,15
2017	Čachovice	24,2 ± 1,82
2017	Holešov	20,4 ± 0,02

Průměrný obsah sodíku ve vlašských ořeších z české produkce byl  $24,9 \pm 6,24$  mg.kg<sup>-1</sup>. Grafické znázornění obsahu sodíku ve vlašských ořeších je na **Obrázku č. 15**.

**Obrázek č. 15:** Zobrazení obsahu Na ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

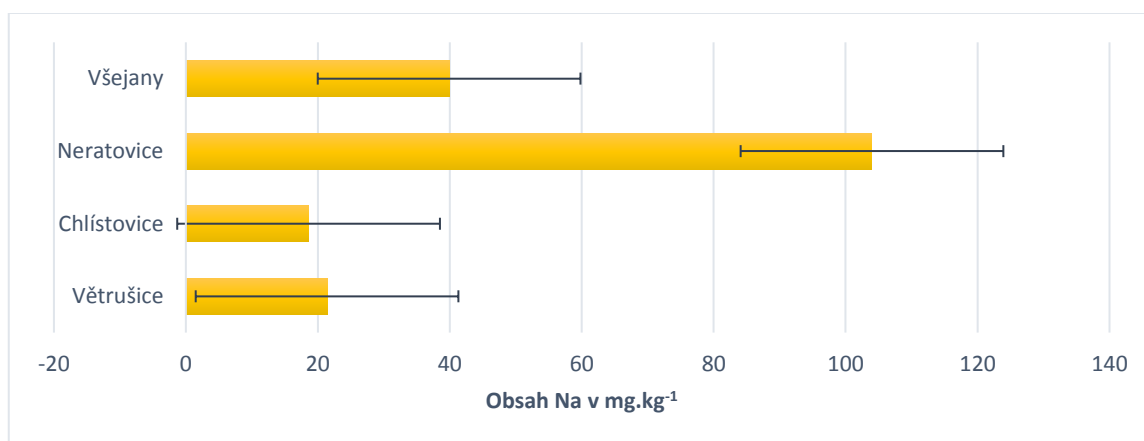


Obsah sodíku v lískových ořeších znázorňuje **Tabulka č. 26** a graficky **Obrázek č. 16**. Obsah sodíku se pohyboval od 18,6 mg.kg<sup>-1</sup> (Chlístovice) do 104 mg.kg<sup>-1</sup> (Neratovice). Lískové ořechy z ČR obsahovaly průměrně 46 ± 40 mg.kg<sup>-1</sup> sodíku.

**Tabulka č. 26:** Zjištěný průměrný obsah Na v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Na (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Větrušice	21,4 ± 1,34
2017	Chlístovice	18,6 ± 0,31
2017	Neratovice	104 ± 0,14
2017	Všejanya	39,9 ± 2,63

**Obrázek č. 16:** Grafické zobrazení obsahu Na v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)



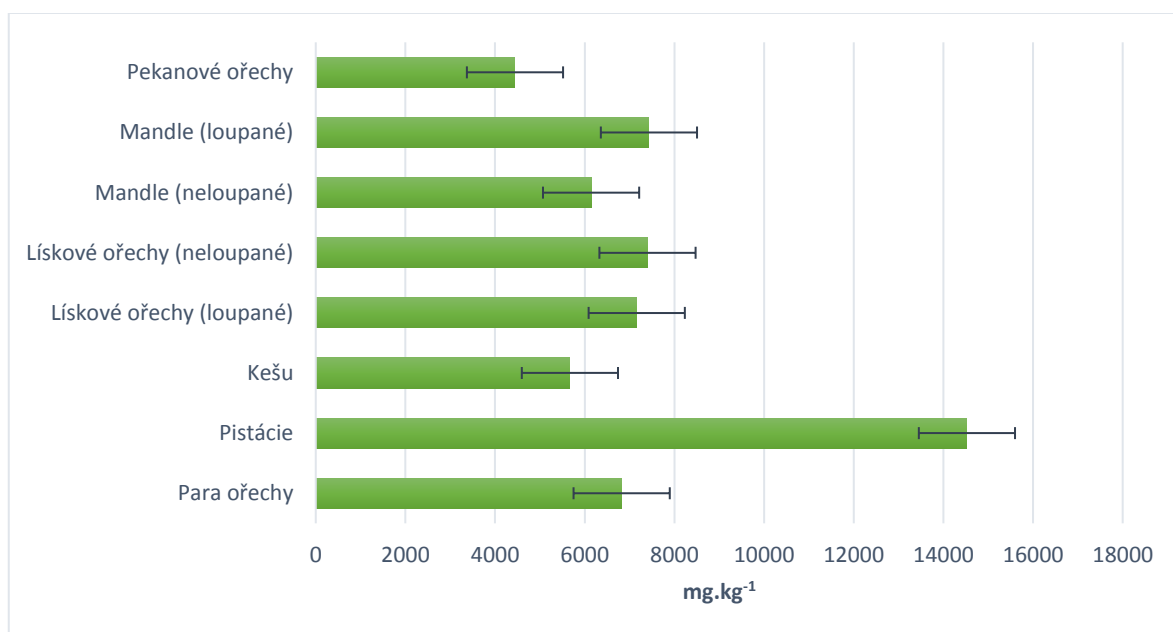
## 5.6 Draslík (K)

Obsah draslíku byl zjištěn v rozmezí od 4443 do 14526 mg.kg<sup>-1</sup> v závislosti na druhu suchých skořápkových plodů (**Tabulka č. 27**). Nejvíce draslíku bylo zjištěno v pistáciích s hodnotou 14 526 mg.kg<sup>-1</sup>, následovaly lískové ořechy a mandle. Na druhé straně nejmenší množství draslíku bylo stanoveno v pekanových ořeších (4443 mg.kg<sup>-1</sup>) a kešu. Grafické znázornění obsahu draslíku v různých druzích ořechů je na **Obrázku č. 17**.

**Tabulka č. 27:** Průměrný obsah K v různých druzích ořechů (mg.kg<sup>-1</sup>)

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah K (mg.kg <sup>-1</sup> )
Para ořechy	2016	Bolívie	6823 ± 250
Pistácie	2016	Irán	14526 ± 901
Kešu	2016	Indie	5669 ± 87
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	7160 ± 1,09
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	7400 ± 7,12
Mandle (neloupané)	2016	USA	6141 ± 384
Mandle (loupané)	2016	USA	7432 ± 483
Pekanové ořechy	2016	Německo	4443 ± 9,40

**Obrázek č. 17:** Grafické znázornění obsahu K v různých druzích ořechů (mg.kg<sup>-1</sup>)



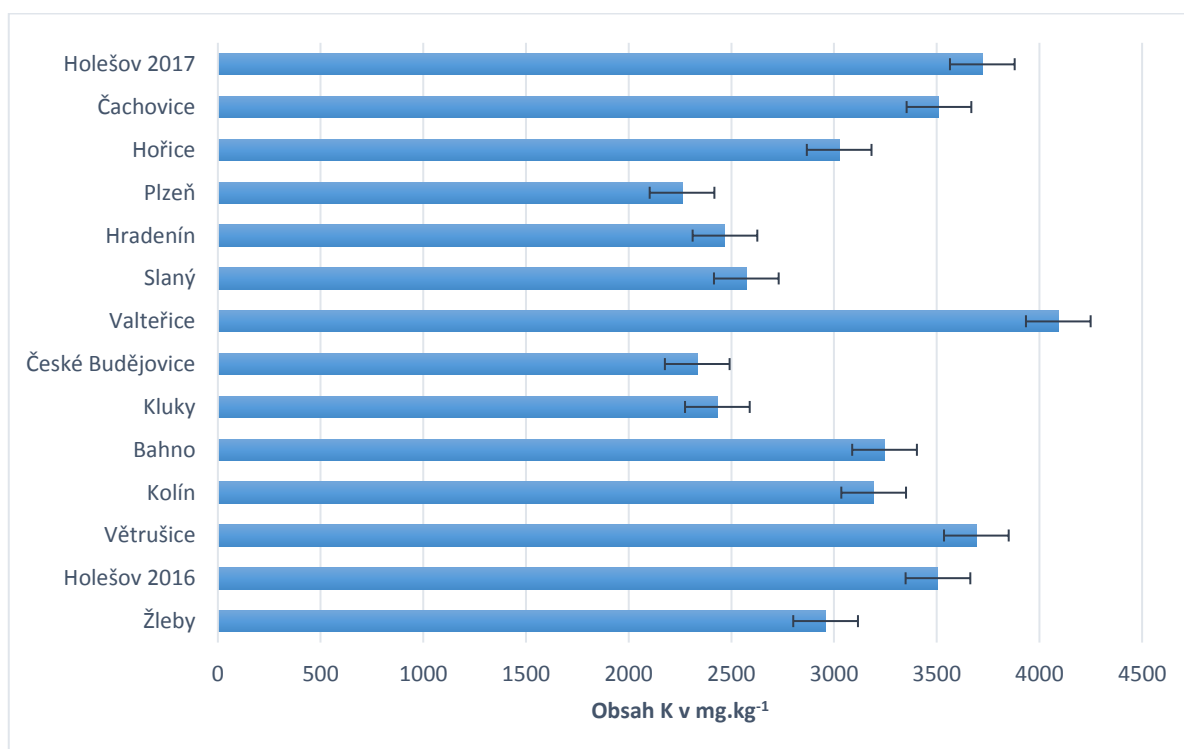
Obsah draslíku ve vlašských ořechích znázorňuje **Tabulka č. 28**. Hodnoty draslíku byly stanoveny v rozmezí od 2260 mg.kg<sup>-1</sup> v ořechích z Plzně do 4092 mg.kg<sup>-1</sup> v ořechích z Valteřic. Velké množství draslíku bylo obsaženo také v ořechích z Holešova, Větrušic a Čachovic.

**Tabulka č. 28:** Stanovený průměrný obsah K ve vlašských ořeších ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah K ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
2016	Žleby	$2959 \pm 207$
2016	Holešov	$3506 \pm 4,90$
2016	Větrušice	$3693 \pm 31,2$
2017	Kolín	$3193 \pm 222$
2017	Bahno	$3246 \pm 7,12$
2017	Kluky	$2432 \pm 49,9$
2017	České Budějovice	$2334 \pm 11,6$
2017	Valteřice	$4092 \pm 41,5$
2017	Slaný	$2573 \pm 161$
2017	Hradenín	$2469 \pm 13,8$
2017	Plzeň	$2260 \pm 78,1$
2017	Hořice	$3025 \pm 8,64$
2017	Čachovice	$3511 \pm 269$
2017	Holešov	$3722 \pm 109$

Vlašské ořechy z území ČR obsahovaly průměrně  $3073 \pm 589 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  draslíku. Obsah draslíku je graficky znázorněn na **Obrázku č. 18**.

**Obrázek č. 18:** Zobrazení průměrného obsahu K ve vlašských ořeších ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )



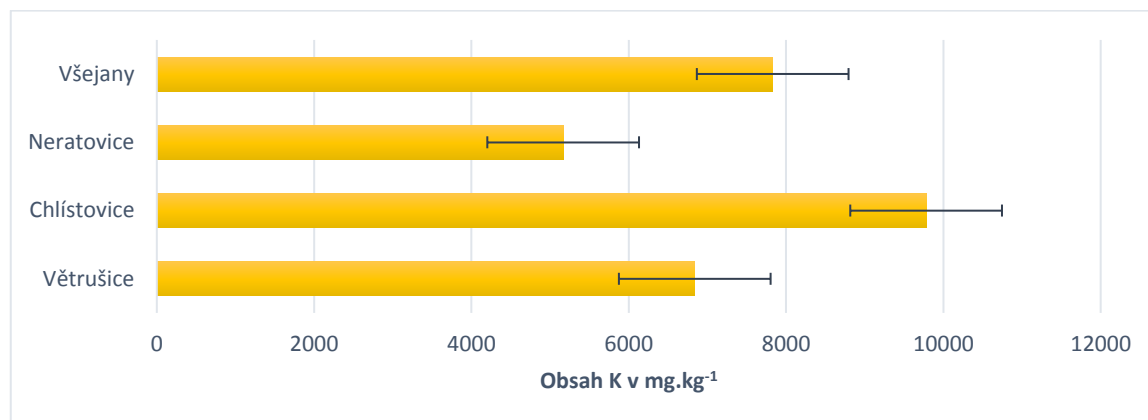
Hodnoty draslíku stanovené v lískových ořeších se pohybovaly od 5166 do 9781 mg.kg<sup>-1</sup> (**Tabulka č. 29**). Největší obsah draslík byl zjištěn v ořeších z Chlístovic (9781 mg.kg<sup>-1</sup>), naopak nejmenší obsah byl stanoven v ořeších z Neratovic.

**Tabulka č. 29:** Zjištěný průměrný obsah K v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah K (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Větrušice	6839 ± 114
2017	Chlístovice	9781 ± 133
2017	Neratovice	5166 ± 108
2017	Všejanya	7830 ± 435

Průměrný obsah draslíku v lískových ořeších byl 7404 ± 1929 mg.kg<sup>-1</sup>. Grafické znázornění obsahu draslíku v lískových ořeších je na **Obrázku č. 19**.

**Obrázek č. 19:** Grafické zobrazení obsahu K v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)



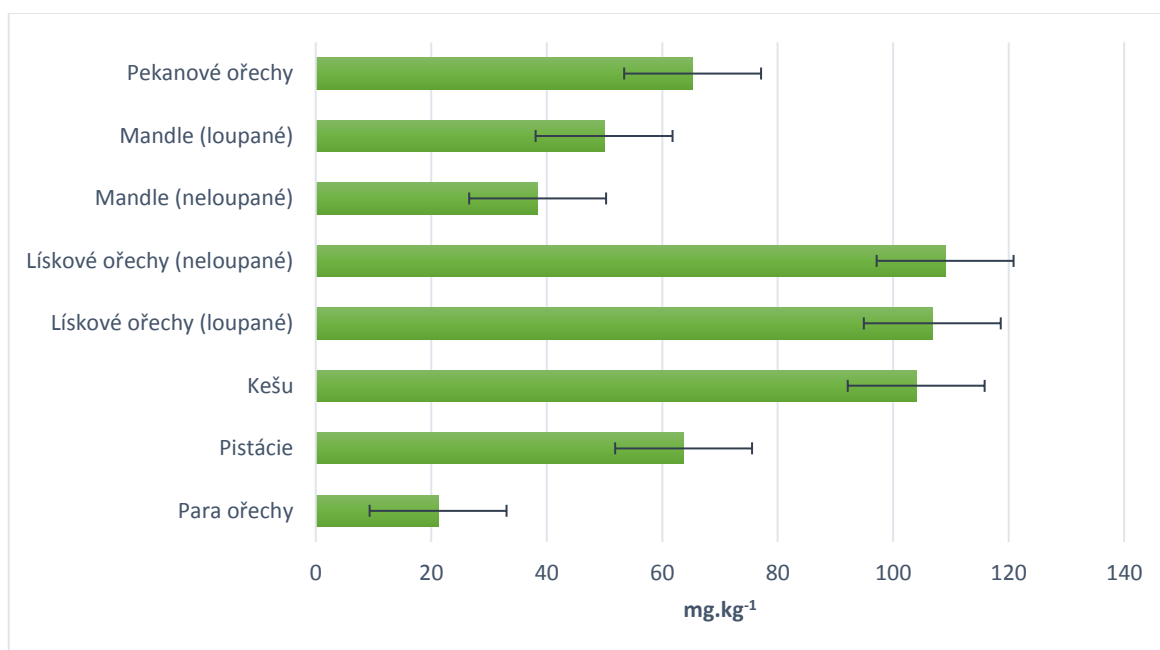
## 5.7 Železo (Fe)

Obsah železa v různých druzích suchých skořápkových plodů je uveden v **Tabulce č. 30**. Stanovené hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 21 mg.kg<sup>-1</sup> v para ořeších do 109 mg.kg<sup>-1</sup> v lískových ořeších. Vysoký obsah železa byl dále zjištěn v kešu ořeších, naopak malé množství železa bylo v para ořeších, mandlích, pistáciích a pekanových ořeších. Grafické znázornění obsahu železa v různých druzích ořechů je na **Obrázku č. 20**.

**Tabulka č. 30:** Průměrný obsah Fe v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Fe ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Para ořechy	2016	Bolívie	$21 \pm 4,12$
Pistácie	2016	Irán	$64 \pm 10$
Kešu	2016	Indie	$104 \pm 7,48$
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	$107 \pm 5,90$
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	$109 \pm 18,4$
Mandle (neloupané)	2016	USA	$38 \pm 10$
Mandle (loupané)	2016	USA	$50 \pm 4,08$
Pekanové ořechy	2016	Německo	$65 \pm 2,15$

**Obrázek č. 20:** Grafické znázornění obsahu Fe v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )



Průměrné obsahy železa ve vlašských ořeších jsou uvedeny v **Tabulce č. 31** a graficky znázorněny na **Obrázku č. 21**. Největší obsah železa byl zjištěn v ořeších z Českých Budějovic ( $34,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), Kluků, Hořic a Žlebů. Nejmenší množství železa bylo stanoveno v ořeších z Hradenína ( $7,57 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), Čachovic a Větrušic.

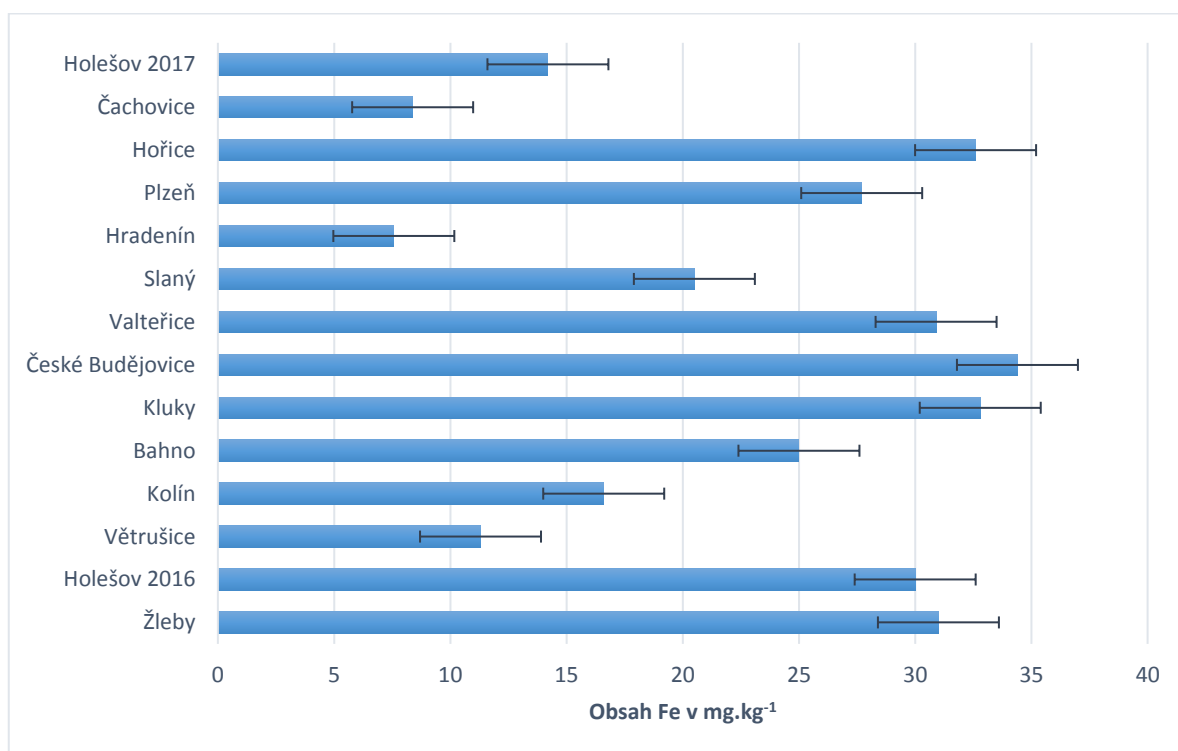


**Tabulka č. 31:** Stanovený průměrný obsah Fe ve vlašských ořeších ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Fe ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
2016	Žleby	$31,0 \pm 2,84$
2016	Holešov	$30,0 \pm 0,77$
2016	Větrušice	$11,3 \pm 0,72$
2017	Kolín	$16,6 \pm 0,21$
2017	Bahno	$25,0 \pm 1,38$
2017	Kluky	$32,8 \pm 1,54$
2017	České Budějovice	$34,4 \pm 0,91$
2017	Valteřice	$30,9 \pm 2,14$
2017	Slaný	$20,5 \pm 0,47$
2017	Hradenín	$7,57 \pm 0,19$
2017	Plzeň	$27,7 \pm 0,60$
2017	Hořice	$32,6 \pm 0,85$
2017	Čachovice	$8,38 \pm 0,09$
2017	Holešov	$14,2 \pm 1,29$

Průměrný obsah železa ve vlašských ořeších se pohyboval okolo  $23,1 \pm 9,74 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

**Obrázek č. 21:** Zobrazení obsahu Fe ve vlašských ořeších ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

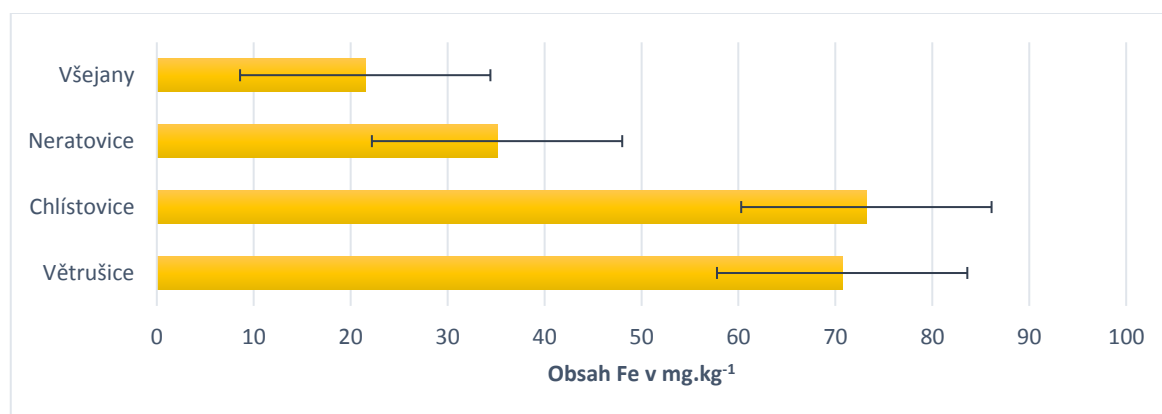


Průměrný obsah železa v lískových ořeších je graficky znázorněn na **Obrázku č. 22** a uveden v **Tabulce č. 32**. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 21,5 mg.kg<sup>-1</sup> (Všejanya) do 73,2 mg.kg<sup>-1</sup> (Chlístovice). Lískové ořechy v průměru obsahovaly 50,1 ± 25,8 mg.kg<sup>-1</sup> železa.

**Tabulka č. 32:** Zjištěný průměrný obsah Fe v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Větrušice	70,7 ± 0,86
2017	Chlístovice	73,2 ± 0,60
2017	Neratovice	35,1 ± 1,69
2017	Všejanya	21,5 ± 0,34

**Obrázek č. 22:** Grafické zobrazení obsahu Fe v lískových ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

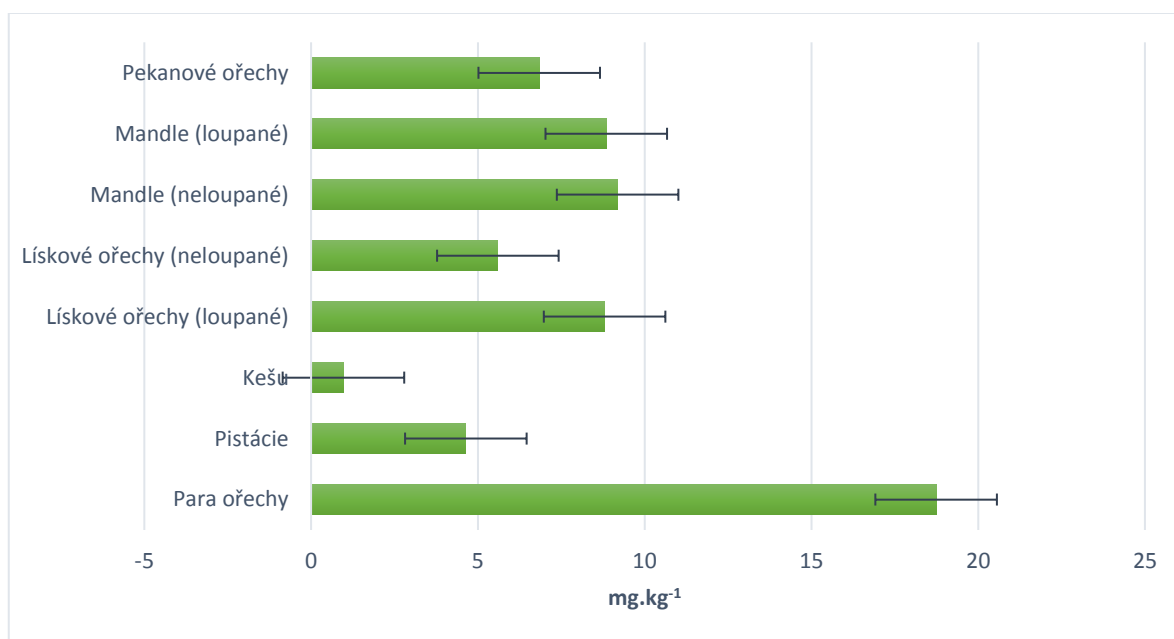


## 5.8 Měď (Cu)

Množství mědi v různých druzích suchých skořápkových plodů bylo zjištěno v rozmezí 0,97 – 19 mg.kg<sup>-1</sup> (**Tabulka č. 33**). Nejmenší obsah mědi byl zjištěn v kešu (0,97 mg.kg<sup>-1</sup>) a pistáciích. Nejvíce mědi obsahovaly para ořechy (19 mg.kg<sup>-1</sup>), lískové ořechy a mandle. Průměrné obsahy mědi v různých ořeších jsou graficky znázorněny na **Obrázku č. 23**.

**Tabulka č. 33:** Průměrný obsah Cu v různých druzích ořechů (mg.kg<sup>-1</sup>)

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )
Para ořechy	2016	Bolívie	19 ± 2,11
Pistácie	2016	Írán	4,6 ± 0,25
Kešu	2016	Indie	0,97 ± 0,02
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	8,80 ± 0,78
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	5,60 ± 0,85
Mandle (neloupané)	2016	USA	9,19 ± 0,33
Mandle (loupané)	2016	USA	8,85 ± 0,40
Pekanové ořechy	2016	Německo	6,84 ± 1,28

**Obrázek č. 23:** Grafické znázornění obsahu Cu v různých ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

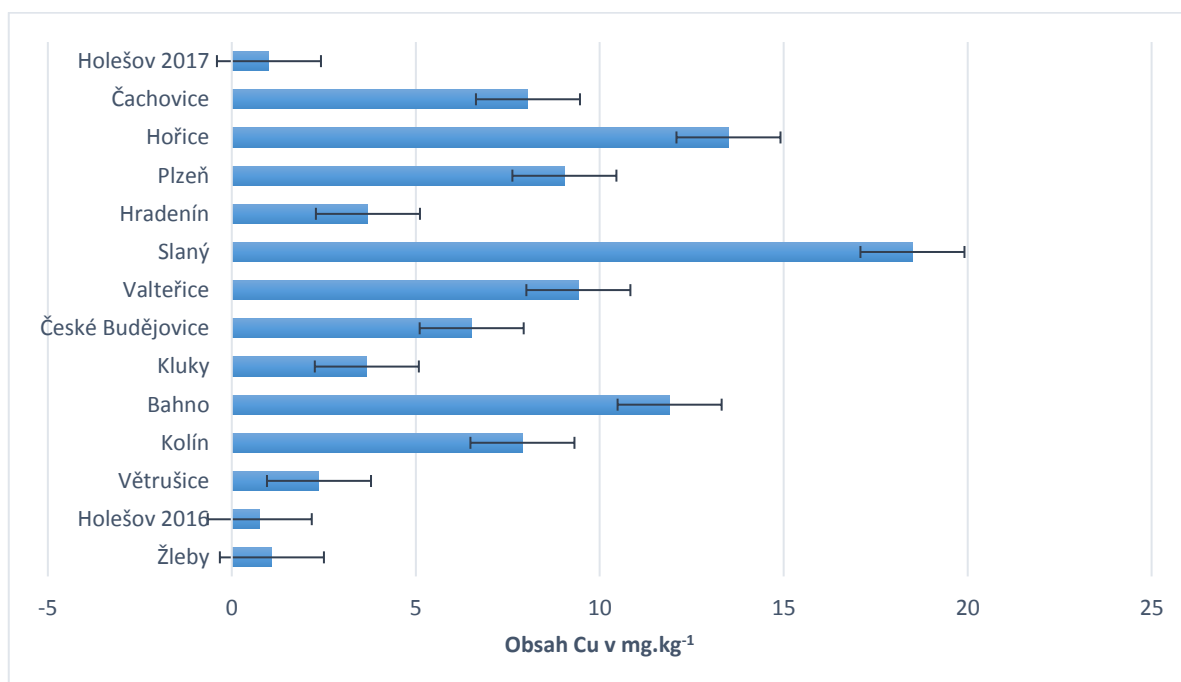
Obsah mědi ve vlašských ořeších je uveden v **Tabulce č. 34**. Zjištěné obsahy mědi se pohybovaly v rozmezí od 0,76 mg.kg<sup>-1</sup> (Holešov, 2016) do 18,5 mg.kg<sup>-1</sup> (Slaný). Vysoké obsahy mědi byly zjištěny také v ořeších z Hořic a Bahna. Naopak nejnižší obsahy mědi byly stanoveny v ořeších z Holešova, Žlebů a Větrušic.

**Tabulka č. 34:** Stanovený průměrný obsah Cu ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )
2016	Žleby	1,09 ± 0,08
2016	Holešov	0,76 ± 0,02
2016	Větrušice	2,37 ± 0,17
2017	Kolín	7,90 ± 1,01
2017	Bahno	11,9 ± 0,91
2017	Kluky	3,67 ± 0,53
2017	České Budějovice	6,52 ± 0,22
2017	Valteřice	9,42 ± 0,90
2017	Slaný	18,5 ± 1,26
2017	Hradenín	3,70 ± 0,42
2017	Plzeň	9,04 ± 0,12
2017	Hořice	13,5 ± 0,35
2017	Čachovice	8,05 ± 0,25
2017	Holešov	1,01 ± 0,05

Vlašské ořechy z ČR obsahovaly průměrně  $6,96 \pm 5,29$  mg.kg<sup>-1</sup> mědi. Obsah mědi ve vlašských ořeších je graficky znázorněn na **Obrázku č. 24**.

**Obrázek č. 24:** Zobrazení obsahu Cu ve vlašských ořeších (mg.kg<sup>-1</sup>)

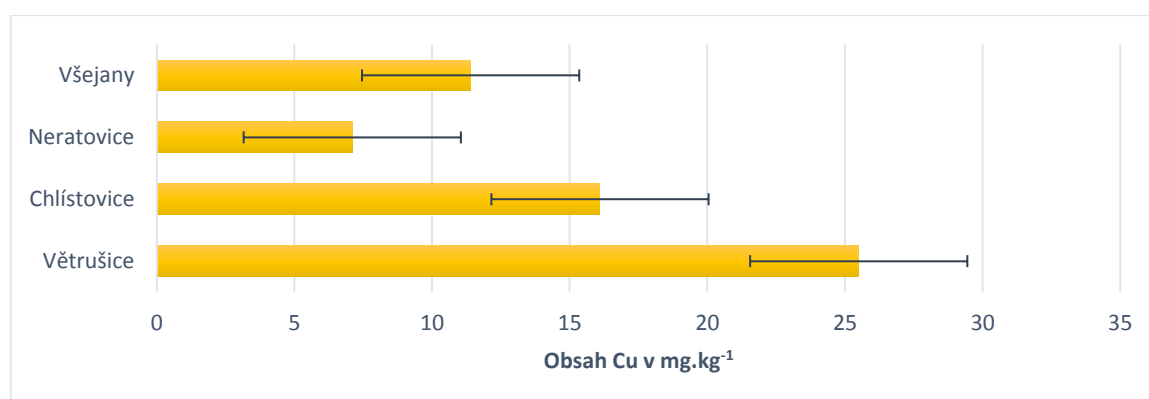


Průměrný obsah mědi v lískových ořeších byl stanoven  $15 \pm 7,89 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Obsah mědi v lískových ořeších je uveden v **Tabulce č. 35**. Stanovené hodnoty se pohybovaly v rozmezí od  $7,10 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Neratovice) do  $25,5 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Větrušice). Graficky je obsah mědi v lískových ořeších znázorněn na **Obrázku č. 25**.

**Tabulka č. 35:** Zjištěný průměrný obsah Cu v lískových ořeších ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Cu ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )
2016	Větrušice	$25,5 \pm 2,60$
2017	Chlístovice	$16,1 \pm 1,70$
2017	Neratovice	$7,10 \pm 0,14$
2017	Všejanya	$11,4 \pm 1,17$

**Obrázek č. 25:** Grafické zobrazení obsahu Cu v lískových ořeších ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )



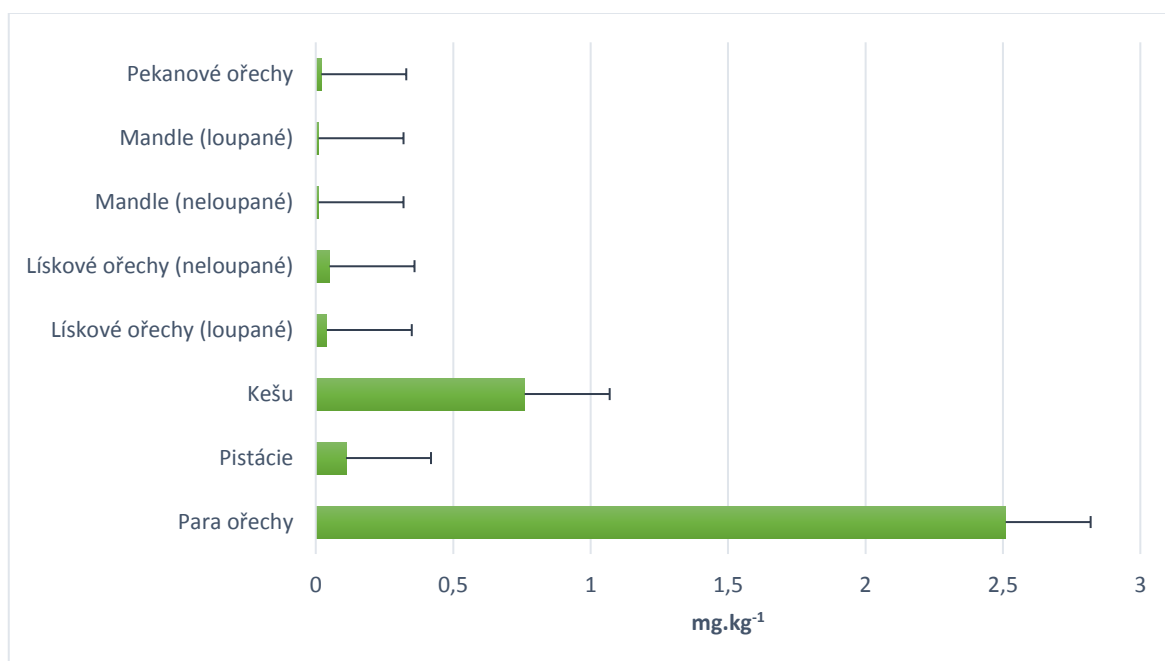
## 5.9 Selen (Se)

Nejvyšší obsah selenu byl zjištěn v para ořeších s hodnotou  $2,508 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Naopak nejméně selenu  $0,007 \text{ mg.kg}^{-1}$  bylo obsaženo v loupaných mandlích, dále v neloupaných mandlích a pekanových ořeších. Průměrný obsah selenu v různých druzích ořechů je uveden v **Tabulce č. 36** a graficky znázorněn na **Obrázku č. 26**.

**Tabulka č. 36:** Průměrný obsah Se v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Vzorek	Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Se ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Para ořechy	2016	Bolívie	$2,508 \pm 0,186$
Pistácie	2016	Irán	$0,111 \pm 0,018$
Kešu	2016	Indie	$0,758 \pm 0,005$
Lískové ořechy (loupané)	2016	Gruzie	$0,036 \pm 0,002$
Lískové ořechy (neloupané)	2016	Gruzie	$0,049 \pm 0,000$
Mandle (neloupané)	2016	USA	$0,010 \pm 0,001$
Mandle (loupané)	2016	USA	$0,007 \pm 0,001$
Pekanové ořechy	2016	Německo	$0,016 \pm 0,002$

**Obrázek č. 26:** Grafické znázornění obsahu Se v různých druzích ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )



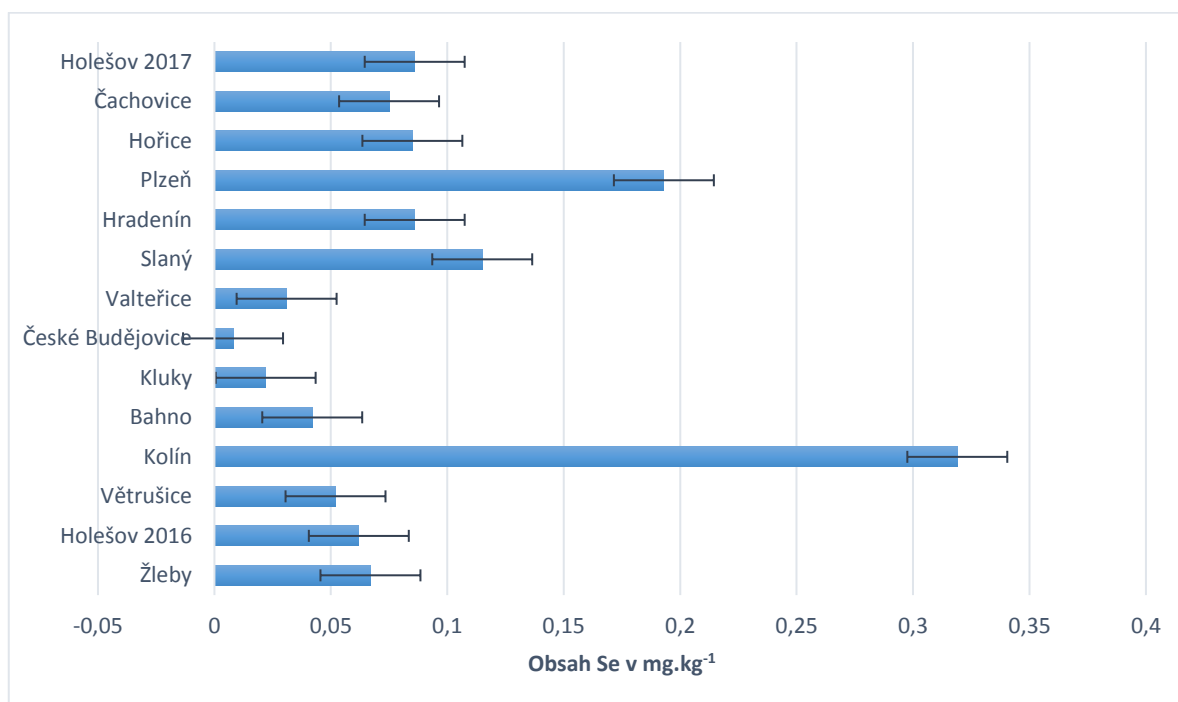
Obsah selenu ve vlašských ořeších z různých míst ČR je uveden v **Tabulce č. 37**. Nejvýznamnější obsahy selenu byly zjištěny v ořeších z Kolína ( $0,319 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), Plzně a Slaného. Nejmenší obsah selenu byl zjištěn v ořeších z Českých Budějovic ( $0,008 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), Kluků, Valteřic a Bahna.

**Tabulka č. 37:** Stanovený průměrný obsah Se ve vlašských ořeších ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Se ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
2016	Žleby	$0,067 \pm 0,001$
2016	Holešov	$0,062 \pm 0,001$
2016	Větrušice	$0,052 \pm 0,001$
2017	Kolín	$0,319 \pm 0,002$
2017	Bahno	$0,042 \pm 0,001$
2017	Kluky	$0,022 \pm 0,001$
2017	České Budějovice	$0,008 \pm 0,000$
2017	Valteřice	$0,031 \pm 0,003$
2017	Slaný	$0,115 \pm 0,006$
2017	Hradenín	$0,086 \pm 0,003$
2017	Plzeň	$0,193 \pm 0,009$
2017	Hořice	$0,085 \pm 0,002$
2017	Čachovice	$0,075 \pm 0,002$
2017	Holešov	$0,086 \pm 0,006$

Obsah selenu ve vlašských ořeších se průměrně pohyboval okolo  $0,089 \pm 0,08 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Obsah selenu ve vlašských ořeších je graficky znázorněn na **Obrázku č. 27**.

**Obrázek č. 27:** Zobrazení obsahu Se ve vlašských ořeších ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

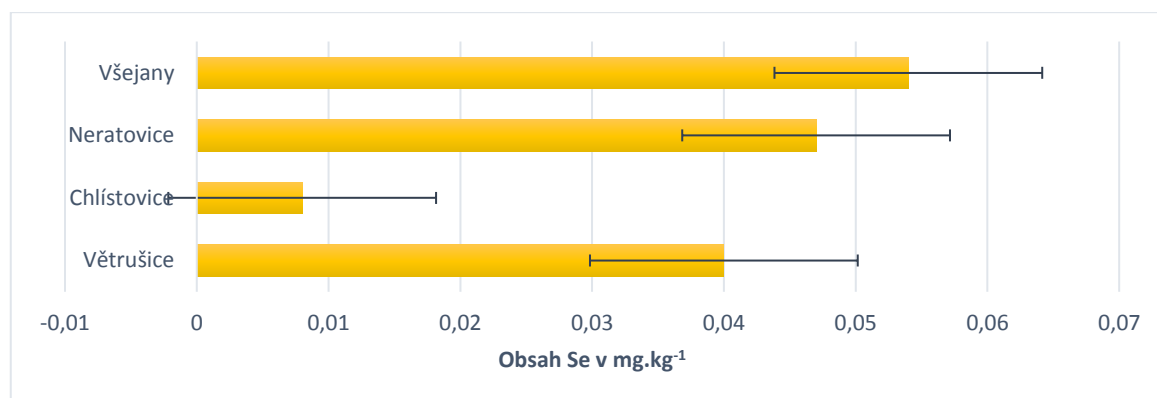


Množství selenu v lískových ořeších je uvedeno v **Tabulce č. 38** a graficky znázorněno na **Obrázku č. 28**. Průměrný obsah selenu v lískových ořeších byl  $0,037 \pm 0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Nejmenší množství selenu  $0,008 \text{ mg.kg}^{-1}$  bylo stanoveno v ořeších z Chlístovic a největší obsah  $0,054 \text{ mg.kg}^{-1}$  byl zjištěn v ořeších ze Všejan.

**Tabulka č. 38:** Zjištěný průměrný obsah Se v lískových ořeších ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

Rok sklizně	Oblast sklizně	Průměrný obsah Se ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )
2016	Větrušice	$0,04 \pm 0,001$
2017	Chlístovice	$0,008 \pm 0,0001$
2017	Neratovice	$0,047 \pm 0,001$
2017	Všejanya	$0,054 \pm 0,006$

**Obrázek č. 28:** Grafické zobrazení průměrného obsahu Se v lískových ořeších ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )





## 6 Diskuze

Byla provedena prvková analýza vybraných druhů suchých skořápkových plodů zakoupených v tržní síti (lískové a vlašské ořechy, mandle, pistácie, kešu, para a pekanové ořechy), a lískových a vlašských ořechů sklizených v různých místech ČR. Po provedení analýzy byly sledovány obsahy vybraných minerálních látek (Ca, Mg, Na, K, Mn, Zn, Fe, Cu, Se) v různých druzích ořechů a dále byly vyhodnoceny rozdíly v obsahu minerálních látek mezi různými druhy suchých skořápkových plodů a mezi lískovými a vlašskými ořechy z domácí produkce. Posouzen byl též vliv ročníku sklizně na obsah minerálních látek ve vzorcích vlašských ořechů.

### 6.1 Různé druhy suchých skořápkových plodů

Celkový obsah minerálních látek v různých druzích ořechů se pohyboval v rozmezí od 5,41 g.kg<sup>-1</sup> do 16,232 g.kg<sup>-1</sup>. Bylo zjištěno, že nejvýznamnějším zdrojem minerálních látek jsou pistácie s celkovým obsahem 16,232 g.kg<sup>-1</sup>, následovány mandlemi loupanými (12,69 g.kg<sup>-1</sup>), para ořechy (12,33 g.kg<sup>-1</sup>), mandlemi neloupanými (11,27 g.kg<sup>-1</sup>), lískovými ořechy neloupanými (10,24 g.kg<sup>-1</sup>) a loupanými (9,91 g.kg<sup>-1</sup>). Naopak nejmenší množství minerálních látek bylo zjištěno v kešu (8,82 g.kg<sup>-1</sup>) a pekanových ořeších (6,15 g.kg<sup>-1</sup>). Ve vlašských ořeších byl stanoven téměř třikrát nižší obsah minerálních látek (5,41 g.kg<sup>-1</sup>), než mají pistácie, které lze tedy považovat v rámci analyzovaných suchých skořápkových plodů za nejlepší zdroj minerálních látek ve výživě.

Lískové ořechy původem z Gruzie obsahovaly největší množství Mn (53 mg.kg<sup>-1</sup>) a zároveň jsou i nejbohatším zdrojem Fe (109 mg.kg<sup>-1</sup>) ze všech analyzovaných vzorků suchých skořápkových plodů. Avšak Ostrý (2005) uvádí pouze poloviční obsah Fe (47 mg.kg<sup>-1</sup>) v lískových ořeších, naopak nejvíce Fe stanovil v kešu ořeších a to 60,5 mg.kg<sup>-1</sup>. Z celkového obsahu minerálních látek byl v lískových ořeších nejvíce zastoupen K, Mg, Ca, naopak obsahovaly malé množství Zn, Cu, Se. Tošić et al. (2015) však zjistili, že lískové ořechy jsou bohaté na obsah Na, a naopak nejnižší obsah byl stanoven v případě Mg a Cu.

Ve vzorcích vlašských ořechů (ČR) byl nejméně zastoupen Na (24,9 mg.kg<sup>-1</sup>) a K (3073 mg.kg<sup>-1</sup>) ze všech druhů suchých skořápkových plodů, přestože z celkového obsahu minerálních látek obsahují vlašské ořechy nejvíce K, Mg, Ca, a naopak nejméně obsahují Mn, Cu a Se. Výsledky této analýzy rovněž nejsou ve shodě s výsledky Tošiće et al. (2015), který uvádí, že vlašské ořechy jsou nejbohatším zdrojem Se, a naopak nejméně obsahují Ca a Zn.

Para ořechy jsou ze všech druhů suchých skořápkových plodů nejvýznamnějším zdrojem především Mg ( $3848 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), Cu ( $19 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Se ( $2,508 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), což je tentokrát ve shodě s výsledky autorů Tošić et al. (2015) a Ostrý (2005), kteří uvádí téměř shodný obsah Mg  $3760 \text{ mg.kg}^{-1}$  s touto studií. Z celkového minerálního obsahu mají para ořechy nejvíce zastoupený K, Mg a Ca, naopak nejméně obsahují Mn a Fe.

Pistácie jsou nejvýznamnějším a nejbohatším zdrojem K ze všech ořechů, a to s obsahem  $14526 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což je ve shodě se studií Ostrý (2005), který rovněž uvádí pistácie jako nejvýznamnější zdroj K, avšak s nižším obsahem ( $10250 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) než v této studii. Stejně tak Harmankaya et al. (2014) uvádí obsah K v pistáciích nižší a to  $7525 \text{ mg.kg}^{-1}$ , ale pistácie hodnotí jako nejbohatší zdroj Fe. Z celkového množství minerálních látek ( $16,232 \text{ g.kg}^{-1}$ ) jsou nejvíce zastoupenými prvky v pistáciích K, Mg a Ca. V rozporu s touto studií Harmankaya et al. (2014) uvádí jako nejvíce zastoupené prvky v pistáciích Fe, Zn a Cu.

Kešu ořechy obsahovaly ze všech suchých skořápkových plodů největší množství Zn ( $59 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Na ( $124 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), což je ve shodě s analýzou Ostrý (2005), který stanovil nejvíce Zn také v kešu ořeších a navíc též s podobným obsahem  $53,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Naopak v kešu byly zjištěny nejnižší obsahy Mn ( $3,50 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Cu ( $0,97 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), přičemž Tošić et al. (2015), uvádí, že kešu ořechy obsahují největší množství Zn, Fe, ale také Cu, Mn a Se ze všech suchých skořápkových plodů. Obdobně jako v lískových ořeších, pistáciích, vlašských a para ořeších jsou nejvíce zastoupenými minerálními látkami v kešu ořeších K, Mg a Ca, nejméně zastoupenými prvky jsou Mn, Cu, Se, což je ve shodě s prací Akinhanmi et al. (2008).

Mandle jsou ze všech ořechů nejbohatším zdrojem Ca ( $2536 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), což potvrzují také výsledky studií Ostrý (2005) a Tošić et al. (2015), který uvádí, že mandle jsou velmi dobrým zdrojem také K. Srovnatelné množství Ca v mandlích  $2760 \text{ mg.kg}^{-1}$  uvádí také Yada et al. (2013). Naopak mandle obsahují nejmenší množství Se ( $0,007 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Stejně jako v jiných druzích ořechů, tak i v mandlích mají největší zastoupení prvky K, Ca, Mg, naopak nejmenší obsahy Cu a Se, což je v dobré shodě s Yada et al. (2013)

Nejvyšší obsah K ( $14526 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) byl zjištěn v pistáciích, které obsahovaly téměř dvojnásobné množství K než ostatní porovnávané druhy suchých skořápkových plodů, což je ve shodě s údaji od Ostrého (2005). 100 g pistácií obsahuje téměř 500krát větší množství K, než je jeho doporučený denní příjem (2 – 4 mg). Vysoký obsah K byl stanoven také v lískových ořeších, naopak nejméně K bylo zjištěno ve vlašských ( $3073 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a pekanových ořeších. V rozporu s touto studií Tošić et al. (2015) uvádí nejbohatším zdrojem K pekanové ořechy a mandle, nejnižší obsah K byl stanoven v kešu. Významně vyšší obsah

K byl zjištěn v pistáciích, naopak pekanové ořechy obsahovaly významně nižší množství K než jiné druhy suchých skořápkových plodů (**Příloha č. 4**).

Nejvíce Ca obsahovaly mandle ( $2536 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a para ořechy. Strava obsahující 100 g mandlí pokrývá doporučený denní příjem Ca (800 mg) z 31,7 %. Naopak nejméně Ca, a to o jeden řád nižší obsah, bylo stanoveno v pistáciích ( $257 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a kešu ořeších. Tyto údaje jsou totožné s výsledky Tošić et al. (2015) a Ostrý (2005), který uvádí téměř totožný obsah Ca v mandlích a to  $2480 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Statisticky významný rozdíl v obsahu Ca byl zjištěn téměř mezi všemi vzorky ořechů. Podrobnější vyhodnocení je uvedeno v **Příloze č. 5**.

Největší množství Mg bylo stanoveno v para ořeších ( $3848 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), mandlích a kešu ořeších. Naopak nejnižší obsah Mg byl zjištěn v pekanových ořeších ( $1057 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a pistáciích. Jedná se o shodné výsledky s analýzou Tošić et al. (2015) a Ostrý (2005), který stanovil obsah Mg v para ořeších téměř shodný s touto studií ( $3760 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a nejnižší obsah Mg uvádí také v pistáciích ( $1200 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Strava obsahující 100 g para ořechů pokrývá 96 % z doporučené denní dávky Mg, která je 400 mg. Statisticky významný rozdíl v obsahu Mg byl zjištěn mezi všemi vzorky ořechů (**Příloha č. 6**).

Významné množství Mn bylo zjištěno v lískových ořeších ( $53 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a nejnižší obsah Mn, téměř 15krát menší množství tohoto obsahu ( $3,50 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), byl stanoven v kešu ořeších a v pistáciích. Lískové ořechy konzumované v množství 100 g plně pokrývají doporučený denní příjem Mn, který je 2 – 5 mg. Výsledky této studie jsou v rozporu s údaji Tošić et al. (2015), podle jejichž výsledků nejvyšší množství Mn obsahují pekanové ořechy s obsahem  $32,8 \text{ mg.kg}^{-1}$  a kešu ořechy, naopak nejméně para ořechy ( $7,77 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). V obsahu manganu byl zjištěn statisticky významný rozdíl téměř mezi všemi vzorky, ale nebyl zjištěn mezi kešu ořechy a pistáciemi, jelikož tyto druhy mají vzájemně stejný, ale významně nižší obsah Mn než ostatní druhy ořechů (**Příloha č. 7**).

Nejvíce Zn bylo stanoveno v kešu ořeších ( $59 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a jeho nejnižší množství, téměř 1/3 z tohoto obsahu, bylo zjištěno v lískových ořeších ( $22 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a pistáciích, což je ve shodě s analýzou Tošić et al. (2015) a také Ostrého (2005). 100 g kešu ořechů pokrývá doporučený denní příjem Zn (15 mg) z 39 %. Statisticky významný rozdíl v obsahu Zn byl zjištěn téměř mezi všemi vzorky skořápkových plodů. Avšak rozdíl v obsahu Zn nebyl zjištěn například mezi kešu a pekanovými ořechy a mezi para a pekanovými ořechy, jejichž obsah Zn byl velice podobný, avšak oproti ostatním druhům významně vyšší. Podrobné statistické vyhodnocení je uvedeno v **Příloze č. 8**.

Nejvýznamnější množství Na bylo zjištěno v kešu ořeších s obsahem  $124 \text{ mg.kg}^{-1}$ , naopak nejméně Na, a to až o jeden řád nižší obsah, bylo stanoveno ve vlašských ořeších

(24,9 mg.kg<sup>-1</sup>). Výsledky této studie se výrazně odlišují od výsledků Tošić et al. (2015), kteří uvádí lískové ořechy jako nejbohatší zdroje Na, naopak nejnižší obsah Na stanovili v pekanových ořeších a v pistáciích. Kešu ořechy, pistácie a loupané mandle obsahovaly významně vyšší množství Na, čímž se od ostatních druhů významně statisticky liší (**Příloha č. 9**). Kešu ořechy obsahují ve 100 g až 5krát větší množství Na, než je jeho doporučený denní příjem 2,4 mg.

Nejvýznamnějším zdrojem Fe jsou lískové ořechy s obsahem 109 mg.kg<sup>-1</sup> a dále také kešu ořechy. 100 g lískových ořechů pokrývá doporučený denní příjem Fe (18 mg) ze 60 %. Naopak nejméně Fe bylo zjištěno v para (21 mg.kg<sup>-1</sup>) a ve vlašských ořeších. Ostrý (2005) stanovil nejvyšší obsah Fe v kešu ořeších, avšak s polovičním obsahem 60,5 mg.kg<sup>-1</sup> oproti této studii. Stejnou hodnotu nejnižšího obsahu Fe 21 mg.kg<sup>-1</sup> stanovil v pekanových ořeších. Stejně tak Tošić et al. (2015) stanovili jako nejvýznamnější zdroj Fe kešu ořechy a nejmenší množství Fe zjistili také v pekanových ořeších. Statistické vyhodnocení rozdílu v obsahu Fe je uvedeno v **Příloze č. 10**. Rozdíl v obsahu Fe byl zjištěn téměř vždy, ovšem rozdíl v obsahu Fe neexistuje např. mezi lískovými ořechy a kešu, jejichž obsah Fe je významně vyšší než v ostatních druzích, např. v para ořeších je obsah Fe až 5krát nižší.

Nejvyšší obsah Cu (19 mg.kg<sup>-1</sup>) byl stanoven v para ořeších, naopak nejméně Cu, několikanásobně nižší množství (0,97 mg.kg<sup>-1</sup>), bylo zjištěno v kešu ořeších. 100 g para ořechů pokrývá doporučené denní množství Cu ze 76 %. Tošić et al. (2015) uvádí však jiné výsledky. Nejvíce mědi stanovili naopak v kešu ořeších (28,57 mg.kg<sup>-1</sup>) a nejméně v lískových a pekanových ořeších. Vzájemným porovnáním různých druhů ořechů byl statisticky významný rozdíl v obsahu Cu zjištěn v kešu a v para ořeších, protože oproti ostatním druhům ořechů, kešu obsahovaly významně nižší obsah Cu, a naopak para ořechy obsahovaly významně vyšší množství Cu (**Příloha č. 11**).

Údaje jsou odlišné také v obsahu Se. V této studii bylo největší množství Se (2,508 mg.kg<sup>-1</sup>) stanoveno také v para ořeších a naopak nejmenší obsah, o několik řádů nižší, byl zjištěn v mandlích (0,007 mg.kg<sup>-1</sup>). Doporučený denní příjem Se je pro ženy 30 µg a pro muže 40 µg. Para ořechy konzumované v množství 100 g obsahují až 8krát více Se, než je doporučená denní dávka pro ženy a 6krát více Se, než je doporučená denní dávka pro muže. Parekh et al. (2008) uvádí obsah Se v para ořeších v rozmezí od 0,2 do 2,0 mg/100 g. Podle Tošić et al. (2015) je nejvyšší obsah Se ve vlašských ořeších a kešu, naopak nejméně Se stanovili v pistáciích. Také v obsahu Se byl statisticky významný rozdíl zjištěn v para ořeších a v kešu, které měly oproti ostatním druhům významně vyšší obsah Se. Naopak pekanové ořechy a mandle obsahovaly významně nižší množství Se (**Příloha č. 12**). Obsah Se v potravinách je

velice variabilní a závisí např. na jeho obsahu v půdě. ČR patří mezi lokality s nízkou koncentrací Se v půdě, což se následně odráží v jeho nízkém obsahu v potravinách a v organismu. Z důvodu nedostatku Se ve výživě je důležité jeho příjem sledovat a pravidelná konzumace para ořechů by tento problém s deficitem Se ve stravě mohla vyřešit. Para ořechy lze považovat za vhodný zdroj Se především u rizikových skupin s deficitním příjmem Se, jako jsou vegetariáni a vegani, jelikož strava rostlinného původu má obecně nízký obsah Se.

Při porovnání loupáných a neloupaných lískových ořechů bylo zjištěno, že loupané obsahují více Mg, Mn, Na a Cu, ale naopak u neloupaných lískových ořechů byl zjištěn vyšší obsah Ca, Zn, K, Fe a Se, avšak tyto rozdíly nejsou statisticky významné. Bylo zjištěno, že statisticky významný rozdíl mezi lískovými ořechy loupánými a neloupanými existuje pouze v obsahu Mn. Porovnáním loupáných a neloupaných mandlí bylo zjištěno, že loupané mandle obsahují více Ca, Mg, Zn, Na, K, Fe, naopak v neloupaných mandlích byly zjištěny vyšší obsahy Cu a Se. Rozdíly jsou statisticky významné především v obsahu Zn a Na. Lze tedy předpokládat, že některé prvky jsou ve slupce obsaženy ve vyšších koncentracích, naopak odstranění slupky nemá na obsah některých prvků významný vliv. Jejím odstraněním může docházet k sesychání ořechů, čímž se zvyšuje koncentrace některých prvků v jádrech ořechů a odstranění slupky tedy nedochází k významné ztrátě těchto prvků.

Je tedy zřejmé, že mezi různými druhy suchých skořápkových plodů existují významné rozdíly v obsahu jednotlivých minerálních látek i v celkovém obsahu prvků. Jeden druh může být celkově dobrým zdrojem minerálních látek, nejvýznamnějším zdrojem určitého prvku a zároveň nejchudším zdrojem prvku jiného.

## **6.2 Ořechy z domácí produkce**

V České republice jsou nejvíce konzumovanými druhy suchých skořápkových plodů lískové a vlašské ořechy z domácí produkce nebo ze zemí, které jsou považovány za oblast původu ořechů.

### **6.2.1 Vlašské ořechy**

Největší množství K ( $4092 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) obsahovaly vlašské ořechy z Valteřic a nejnižší obsah K (téměř poloviční) byl zjištěn ve vzorku ořechů z Plzně ( $2260 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Českých Budějovic. Průměrný obsah draslíku ve vlašských ořeších byl  $3073 \pm 589 \text{ mg.kg}^{-1}$  s poměrně nízkou variabilitou, která se pohybovala okolo 19 %. Ostrý (2005) uvádí podobný obsah K ( $4410 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) jako byl stanoven v ořeších z Valteřic. Obsah K ve vzorcích ořechů z ČR je

nižší, než uvádí Muradoglu et al. (2010), kteří ve své studii zjistili více než dvojnásobné množství K ( $6843 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) ve vlašských ořeších. Naopak Tošić et al. (2015) uvádí výrazně nižší hodnotu v obsahu K ve vlašských ořeších a to pouze  $44,28 \text{ mg.kg}^{-1}$ . V obsahu K byl zjištěn statisticky významný rozdíl téměř mezi všemi vzorky vlašských ořechů. Významně vyšší obsah K byl stanoven v ořeších z Valteřic, v těchto ořeších byl obsah K téměř dvojnásobný oproti ořechům původem z Plzně (**Příloha č. 13**).

Nejvyšší obsah Ca byl zjištěn ve vlašských ořeších z Bahna ( $1879 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a dále v ořeších z Čachovic. Naopak nejnižší obsah Ca ( $113 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) byl zjištěn v ořeších z Holešova (2017) a z Kluků. Průměrný obsah Ca ve vlašských ořeších byl  $752 \pm 422 \text{ mg.kg}^{-1}$  a jeho variabilita byla 56 %, čímž obsah Ca ve vlašských ořeších byl jedním z nejvíce variabilních prvků. Muradoglu et al. (2010) uvádí výrazně odlišný obsah Ca ve vlašských ořeších a to  $3880 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což odpovídá více než pětinasobnému množství průměrného obsahu. Výsledky této studie jsou však téměř ve shodě se studií Ostrého (2005), který zjistil průměrný obsah Ca ve vlašských ořeších  $980 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Rozdíly v obsahu Ca jsou patrné nejen mezi různými oblastmi sklizně, ale i mezi vzorky z jedné oblasti. Statisticky významně vyšší obsah Ca byl zjištěn především ve vzorcích ořechů z Bahna a Čachovic, přičemž podrobnější statistické vyhodnocení je uvedeno v **Příloze č. 14**.

Vlašské ořechy obsahovaly v průměru  $1482 \pm 198 \text{ mg.kg}^{-1}$  Mg, což odpovídá menšímu než polovičnímu množství Mg, které uvádí Muradoglu et al. (2010) ve své studii ( $3308 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), ale obsah Mg z této studie je téměř ve shodě s obsahem  $1580 \text{ mg.kg}^{-1}$ , který stanovil ve vlašských ořeších Ostrý (2005). Nejvíce Mg obsahovaly vlašské ořechy z Čachovic ( $1816 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), z Kolína a Bahna. Nejmenší množství Mg ( $1155 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) bylo zjištěno ve vzorku ořechů z Holešova (2017) a z Hradenína. Obsah Mg byl nejméně variabilní, dokonce s nižší variabilitou než obsah K a hodnota variability se pohybovala pouze okolo 13 %. Statisticky významné rozdíly v obsahu Mg byly zjištěny především ve vzorcích ořechů z Kolína, z Bahna, ze Žlebů, z Čachovic a z Hořic, které obsahovaly významně vyšší množství Mg než ostatní vzorky vlašských ořechů (**Příloha č. 15**).

Nejvíce Mn bylo stanoveno v ořeších z Kluků ( $23,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), Kolína a Bahna. Přibližně 8krát méně Mn a nejméně ze všech ořechů obsahovaly ořechy ze Žlebů ( $2,87 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Průměrný obsah Mn ve vlašských ořeších byl  $13,9 \pm 5,65 \text{ mg.kg}^{-1}$  a jeho variabilita se pohybovala až okolo 40 %. Obsah Mn je téměř ve shodě s literárními zdroji, např. Tošić et al. (2015) uvádí obsah Mn ve vlašských ořeších  $13,28 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Statisticky významný rozdíl v obsahu Mn byl zjištěn téměř ve všech vzorcích ořechů (**Příloha č. 16**).

Vlašské ořechy obsahovaly průměrně  $33,2 \pm 9,4 \text{ mg.kg}^{-1}$  Zn, což je naopak mírně větší množství, než uvádí Muradoglu et al. (2010), kteří stanovili  $27 \text{ mg.kg}^{-1}$  a Ostrý (2005), který udává  $30,9 \text{ mg.kg}^{-1}$  Zn. Avšak výsledek této studie se téměř shoduje s obsahem  $34,91 \text{ mg.kg}^{-1}$ , který zjistili Tošić et al. (2015). Nejvyšší obsah Zn byl zjištěn v ořeších z Plzně ( $51,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a nejméně Zn přibližně 1/3 tohoto obsahu byla stanovena ve vzorcích ořechů z Českých Budějovic ( $15,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Variabilita v obsahu Zn se pohybovala okolo 28 %. V obsahu zinku byl zjištěn statisticky významný rozdíl téměř ve všech vzorcích. Významně vyšší obsah Zn obsahovaly ořechy z Plzně, naopak statisticky významně nižší obsah Zn byl v ořeších z Českých Budějovic (**Příloha č. 17**).

Nejvíce Na obsahovaly ořechy ze Žlebů ( $37,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a z Plzně. Naopak nejnižší, a to poloviční obsah Na, byl stanoven v ořeších z Kluků ( $18,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Vzorky vlašských ořechů obsahovaly průměrně  $24,9 \pm 6,24 \text{ mg.kg}^{-1}$  Na. Muradoglu et al. (2010) uvádí cca 10krát vyšší obsah Na ve vlašských ořeších a to  $261 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Ještě o jeden řád vyšší hodnotu obsahu Na  $5788 \text{ mg.kg}^{-1}$  stanovili Tošić et al. (2015). Mezi jednotlivými vzorky vlašských ořechů byla variabilita v obsahu Na přibližně 25 %. Statisticky významně vyšší obsah byl zjištěn v ořeších ze Žlebů a z Plzně (**Příloha č. 18**).

Průměrné množství Fe ve vlašských ořeších odpovídalo hodnotě  $23,1 \pm 9,74 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Ostrý (2005) uvádí obsah Fe  $29,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ , Tošić et al. (2015)  $35,95 \text{ mg.kg}^{-1}$  a Muradoglu et al. (2010) uvádí téměř dvojnásobné množství Fe ve vlašských ořeších ( $43 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Průměrný obsah Fe ve vlašských ořeších z ČR v této studii je nejnižší ze všech hodnot uvedených v literatuře. Nejvyšší množství Fe obsahovaly ořechy z Českých Budějovic ( $34,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), Kluků a Hořic. Naopak nejméně Fe, cca 5krát méně než jeho nejvyšší množství, bylo zjištěno v ořeších z Hradenína ( $7,57 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Čachovic. Variabilita v obsahu Fe byla oproti ostatním prvkům poměrně vysoká a to okolo 42 %. Při porovnání vzorků vlašských ořechů byl zjištěn statisticky významný rozdíl v obsahu železa téměř mezi všemi porovnávanými vzorky. Významně nižší množství Fe obsahovaly ořechy z Hradenína a z Čachovic, čímž se významně odlišovaly od ostatních vzorků ořechů v obsahu Fe (**Příloha č. 19**).

Stanovené průměrné množství Cu ve vlašských ořeších bylo  $6,69 \pm 5,26 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což není ve shodě s literárními údaji. Ve vlašských ořeších z ČR byl průměrný obsah Cu výrazně nižší, přesto i některé vzorky ořechů obsahovaly srovnatelné množství Cu s údaji od Tošić et al. (2015), který uvádí obsah Cu  $16,14 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Podle Muradoglu et al. (2010) obsahují vlašské ořechy téměř trojnásobné množství Cu ( $18 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Nejvýznamnější obsah Cu byl zjištěn v ořeších ze Slaného ( $18,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a nejméně Cu ( $0,76$  respektive  $1,01 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) obsahovaly vzorky ořechů z Holešova (2016, 2017) a ze Žlebů. Obsah Cu ve vlašských ořeších patřil

k nejvariabilnějším s hodnotou variability 76 %. Vyšší variabilita byla zjištěna pouze v obsahu Se, v tomto případě dosahovala hodnoty kolem 90 %. Statisticky významně vyšší obsah Cu byl zjištěn především ve vzorcích ořechů ze Slaného a z Hořic (**Příloha č. 20**).

Největší hodnoty Se byly stanoveny v ořeších z Kolína ( $0,319 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), naopak nejméně Se obsahovaly ořechy z Českých Budějovic ( $0,008 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a z Kluků. V průměru vlašské ořechy obsahovaly  $0,089 \pm 0,08 \text{ mg.kg}^{-1}$  Se. Obsah stanovený v této studii je řádově nižší, než uvádí literatura. Tošić et al. (2015) stanovili obsah Se  $0,9791 \text{ mg.kg}^{-1}$ , Koreňovská (2003) uvádí obsah Se ve vlašských ořeších  $0,218 \text{ mg.kg}^{-1}$ , naopak Özrenk et al. (2012) uvádí obsah Se ve vlašských ořeších nižší a to v rozsahu  $0,007 - 0,058 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Statisticky významný rozdíl v obsahu Se byl zjištěn téměř mezi všemi vzorky vlašských ořechů. Významně vyšší obsah Se byl stanoven zejména v ořeších z Kolína, z Plzně a ze Slaného (**Příloha č. 21**).

V analyzovaných vzorcích vlašských ořechů byl nejvíce variabilní obsah Se (90 %), Cu (76 %) a Ca (56 %). Naopak nejnižší variabilita byla v obsahu Mg (13 %) a K (19 %). Největší množství minerálních látek obsahovaly ořechy z Bahna ( $6,96 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a naopak nejnižší celkový obsah minerálních látek byl zjištěn ve vzorku ořechů z Kluků ( $4,37 \text{ g.kg}^{-1}$ ).

Pro zhodnocení vlivu ročníku na variabilitu obsahu minerálních látek byly použity vzorky vlašských ořechů z Holešova, které byly sklizeny na podzim roku 2016 a 2017. Po provedené analýze bylo zjištěno, že statisticky významný rozdíl mezi roky sklizně 2016 a 2017 existuje v obsahu Ca, Mn, Na a Fe. Lze tedy předpokládat, že obsah těchto prvků v ořeších je ovlivněn rokem sklizně. Oproti tomu v obsahu Mg, Zn, K, Cu a Se nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi rokem sklizně 2016 a 2017. Obsah těchto látek by tedy neměl být rokem sklizně ovlivněn.

100 g vlašských ořechů pokrývá 9 % doporučeného denního množství Ca (800 mg), 37 % DDD hořčíku (400 mg), 12,8 % DDD Fe (18 mg), 22 % doporučeného denního množství Zn (15 mg) a 27 % DDD Cu, což je 2,5 mg. Stejně množství vlašských ořechů plně pokrývá denní potřebu Na i K, ze 40 % pokrývá denní potřebu Mn a zároveň poskytuje 30 % DDD Se pro ženy (30  $\mu\text{g}$ ) a 22 % DDD Se pro muže (40  $\mu\text{g}$ ).

### **6.2.2 Lískové ořechy**

Průměrný obsah K ve vzorcích lískových ořechů byl stanoven  $7404 \pm 1929 \text{ mg.kg}^{-1}$  s variabilitou 26 %. Tato průměrná hodnota obsahu K je řádově shodná s údaji  $6124 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Cosmulescu et al., 2013) a  $6186 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Ostrý, 2005). Naopak výsledky, které uvádí Tošić et al. (2015) jsou zcela odlišné, a to až o dva řády ( $60,44 \text{ mg.kg}^{-1}$  K). Nejvíce K bylo stanoveno v ořeších z Chlístovic ( $9781 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), naopak nejméně K, a to téměř poloviční



množství z největšího obsahu, bylo stanoveno v ořeších z Neratovic ( $5166 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Mezi všemi vzorky lískových ořechů byl v obsahu K zjištěn statisticky významný rozdíl (**Příloha č. 22**).

V lískových ořeších byl stanoven průměrný obsah Ca  $559 \pm 121 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což je v rozporu s uvedenými literárními zdroji. Jedná se téměř o poloviční množství Ca, které uvádí Cosmulescu et al. (2013) a to  $1058 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Stejně tak Ostrý (2005) uvádí více než dvojnásobný obsah Ca v lískových ořeších a to  $1140 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Tošić et al. (2015) uvádí dokonce trojnásobné množství Ca v lískových ořeších ( $1483 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Nejvyšší obsah Ca byl stanoven v lískových ořeších ze Všejan ( $703 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a nejméně Ca obsahovaly lískové ořechy z Chlístovic ( $445 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Větrušic. Variabilita v obsahu Ca byla podobná jako v obsahu K a to 21,6 %. V obsahu vápníku byl statisticky významný rozdíl zjištěn téměř mezi všemi vzorky lískových ořechů (**Příloha č. 23**).

Stejně jako obsah Ca, tak i obsah Mg byl v největším množství zjištěn v ořeších ze Všejan ( $1886 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), naopak nejnižší obsah Mg byl stanoven v ořeších z Neratovic ( $1312 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Průměrný obsah Mg v lískových ořeších byl  $1692 \pm 263 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což je v dobré shodě s obsahem Mg, který stanovil v lískových ořeších Ostrý (2005) a to  $1630 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Také výsledky Tošiće et al. (2015) jsou velice podobné ( $1524 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) obsahu Mg v této studii. Avšak Cosmulescu et al. (2013) uvádí množství Mg v lískových ořeších více než dvojnásobné ( $2788 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Jedná se o prvek s nejnižší variabilitou v lískových ořeších s hodnotou 15,5 %. Statisticky významný rozdíl v obsahu Mg byl zjištěn ve vzorku ořechů z Neratovic, které obsahovaly významně nižší množství Mg než ostatní vzorky lískových ořechů, mezi kterými nebyl zjištěn v obsahu Mg statisticky významný rozdíl (**Příloha č. 24**).

Obsah Mn se pohyboval v rozmezí od 9,11 do  $53,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Nejvíce Mn obsahovaly ořechy z Větrušic, naopak nejméně vzorky ze Všejan a Neratovic. Průměrný obsah Mn byl zjištěn  $23,4 \pm 21 \text{ mg.kg}^{-1}$  s největší variabilitou ze všech prvků a to téměř 90 %. Tošić et al. (2015) stanovili obsah manganu v lískových ořeších nižší a to  $14,02 \text{ mg.kg}^{-1}$ . V obsahu Mn byly zjištěny statisticky významné rozdíly téměř mezi všemi vzorky lískových ořechů. Rozdíl nebyl zjištěn pouze mezi vzorky lískových ořechů z Neratovic a ze Všejan, jejichž obsahy Mn byly velice podobné a významně nižší (**Příloha č. 25**).

Průměrný obsah Zn v lískových ořeších se pohyboval okolo  $32,6 \pm 7,52 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což je téměř ve shodě s údajem  $36,01 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Tošić et al., 2015). Ovšem Cosmulescu et al. (2013) uvádí nižší obsah Zn v lískových ořeších a to  $23,5 \text{ mg.kg}^{-1}$  stejně jako Ostrý (2005), který stanovil hodnotu obsahu Zn  $24,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Nejvyšší obsah Zn byl zjištěn ve vzorku lískových ořechů z Chlístovic ( $39,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Oproti tomu nejméně Zn, a to téměř poloviční množství, bylo

obsaženo v ořeších z Neratovic ( $22,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Variabilita v obsahu Zn byla podobná jako v obsahu K a Ca a to 23 %. Obsah zinku byl statisticky rozdílný ve všech vzorcích lískových ořechů, jak je uvedeno v **Příloze č. 26**.

V lískových ořeších byl zjištěn průměrný obsah Na  $46 \pm 40 \text{ mg.kg}^{-1}$ , což je v rozporu s porovnávanými literárními údaji. Tošić et al. (2015) uvádí obsah Na v lískových ořeších významně vyšší, a to až o dva řády ( $6610 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Oproti tomu Cosmulescu et al. (2013) stanovili téměř 8krát nižší obsah Na, než bylo stanoveno v této studii a to pouze  $6,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Variabilita v obsahu Na byla vysoká podobně jako v obsahu Mn a dosahovala 87 %. Lískové ořechy z Neratovic obsahovaly až pětinasobně vyšší množství Na ( $104 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) než zbylé vzorky lískových ořechů. V obsahu sodíku byl statisticky významný rozdíl zjištěn téměř mezi všemi vzorky. Pouze mezi ořechy z Chlístovic a Větrušic nebyl v obsahu Na zjištěn významný rozdíl (**Příloha č. 27**).

Vysoký obsah Fe byl zjištěn v lískových ořeších z Chlístovic ( $73,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Větrušic. Naopak nejnižší množství Fe, a to téměř 3krát menší obsah, byl stanoven ve vzorku ořechů ze Všejan ( $21,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Stanovený průměrný obsah Fe v lískových ořeších byl  $50,1 \pm 25,8 \text{ mg.kg}^{-1}$  s poměrně vysokou variabilitou 51,5 %. Výsledky této studie jsou ve shodě s hodnotou  $47 \text{ mg.kg}^{-1}$ , která byla stanovena ve studii Ostrého (2005), avšak Cosmulescu et al. (2013) uvádí obsah Fe vyšší ( $74,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) než bylo průměrné množství v této studii. Naopak Tošić et al. (2015) uvádí hodnotu nižší a to  $33,02 \text{ mg.kg}^{-1}$ . V obsahu Fe byl zjištěn statisticky významný rozdíl téměř mezi všemi porovnávanými vzorky, ale mezi ořechy z Chlístovic a Větrušic statisticky významný rozdíl neexistuje, protože obsahovaly podobné a významně vyšší množství Fe než ostatní vzorky lískových ořechů (**Příloha č. 28**).

Ve vzorcích lískových ořechů byl zjištěn průměrný obsah Cu  $15 \pm 7,89 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Stejně jako v obsahu Fe, tak i v obsahu Cu uvádí Cosmulescu et al. (2013) hodnotu vyšší ( $22,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Tošić et al. (2015) hodnotu nižší ( $9,021 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Variabilita v obsahu Cu byla podobná jako v obsahu Fe a to 52,6 %. Obsah Cu se pohyboval v rozmezí od  $7,10 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Větrušice) do  $25,5 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Neratovice). V obsahu mědi existuje statisticky významný rozdíl téměř mezi všemi vzorky (**Příloha č. 29**).

Nejvyšší obsah Se byl zjištěn v ořeších ze Všejan ( $0,054 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a Větrušic. Naopak nejméně Se obsahovaly ořechy z Chlístovic ( $0,008 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Průměrný obsah Se v lískových ořeších byl stanoven  $0,037 \pm 0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$  s variabilitou 54 % podobně jako v obsahu Fe a Cu. Podle Cosmulescu et al. (2013) bylo stanovené množství Se v lískových ořeších pod mezí detekce, ale Tošić et al. (2015) uvádí obsah Se o jeden řád vyšší ( $0,7233 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Statisticky významně nižší obsah Se byl zjištěn v lískových ořeších z Chlístovic (**Příloha č. 30**).

Lískové ořechy z Chlístovic obsahovaly největší množství minerálních látek ( $12,24 \text{ g.kg}^{-1}$ ) ze všech vzorků lískových ořechů. V celkovém obsahu minerálních látek následovaly sestupně ořechy ze Všejan ( $10,53 \text{ g.kg}^{-1}$ ), z Větrušic ( $9,24 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a nejmenší obsah minerálních látek byl zjištěn v ořeších z Neratovic ( $7,27 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Nejvíce variabilní byl obsah Mn (90 %), Na (87 %), Se (54 %) a Cu (52,6 %). Naopak nejmenší variabilita byla zjištěna v obsahu Mg (15,5 %), Ca (21,6 %) a Zn (23 %).

Lískové ořechy původem z ČR obsahovaly v průměru více Mg, Zn, K a téměř dvojnásobné množství Cu v porovnání s lískovými ořechy z Gruzie. Naopak lískové ořechy z českých oblastí obsahovaly méně Ca, Mn, Na, a také měly pouze poloviční obsah Fe. Obsah Se byl ve vzorcích lískových ořechů z ČR a z Gruzie velice podobný ( $0,037 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), stejně jako celkový obsah minerálních látek, který se pohyboval okolo  $10 \text{ g.kg}^{-1}$ .

Lískové ořechy konzumované v množství 100 g pokrývají 7 % DDD Ca (800 mg), 42 % DDD hořčíku (400 mg), 22 % z DDD Zn (15 mg), 28 % DDD Fe (18 mg) a až 60 % z doporučeného denního příjmu Cu (2,5 mg). Stejně množství lískových ořechů pokrývá celkovou denní potřebu Na a K, až 67 % denní potřeby Mn, 12 % DDD Se pro ženy a 9 % DDD Se pro muže.

### **6.3 Porovnání vlašských a lískových ořechů z domácí produkce**

Při porovnání minerálního složení dvou v ČR nejpopulárnějších druhů suchých skořápkových plodů, vlašských a lískových ořechů, bylo zjištěno, že lískové ořechy jsou bohatším zdrojem Mg, Mn, Na, K, Fe a Cu. Vlašské ořechy jsou naopak významnějším zdroje Ca a Se. Množství Zn bylo v těchto druzích ořechů velmi podobné. Bylo zjištěno, že v lískových ořeších je nejvíce variabilní obsah Mn, Na, Se a Cu. Stejně tak i ve vlašských ořeších byla největší variabilita zjištěna v obsahu Se a Cu, ale na rozdíl od lískových ořechů byla ve vlašských ořeších zjištěna vysoká variabilita také v obsahu Ca. Lískové ořechy jsou celkově bohatším zdrojem minerálních látek ( $9,82 \text{ g.kg}^{-1}$ ) než ořechy vlašské ( $5,41 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Celkové obsahy minerálních látek nevykazují takové rozdíly jako obsahy jednotlivých prvků. Na základě výsledků této studie lze předpokládat, že variabilita v obsahu minerálních látek je zřejmě ovlivněna nejen oblastí původu, ale také dalšími faktory jako je odrůda, typ půdy, rok sklizně, klimatické podmínky, kultivační praktiky atd. Zdá se, že přeci jenom oblast původu hraje podstatnou roli, protože výsledky této studie se do značné míry a nejčastěji shodují s výsledky Ostrého, který také mohl analyzovat ořechy tuzemské (vlašské a lískové). V budoucnosti by určitě bylo vhodné provést další podrobnější analýzy obsahu minerálních látek v suchých skořápkových plodech.

## 7 Závěr

Lískové ořechy jsou významným zdrojem především Mn a Fe. Byly zjištěny rozdíly v obsahu minerálních látek mezi lískovými ořechy z domácí produkce a ze zahraničí (Gruzie). Lískové ořechy původem z ČR obsahovaly více Mg, Zn, K a téměř dvojnásobné množství Cu, naopak v nich byl zjištěn nižší obsah Ca, Mn, Na a pouze poloviční množství Fe. Obsah Se se ve vzorcích lískových ořechů z ČR a z Gruzie příliš nelišil, stejně tak i celkový obsah minerálních látek byl velice podobný.

Vlašské ořechy jsou skupinou ořechů s nejmenším celkovým množstvím minerálních látek a s nejnižším obsahem Na a K ze všech suchých skořápkových plodů. Existovaly statisticky významné rozdíly mezi roky sklizně 2016 a 2017 v obsahu Ca, Mn, Na a Fe.

Para ořechy jsou nejvýznamnějším zdrojem Mg, Cu a Se, ale naopak obsahovaly nejmenší množství Fe.

Kešu ořechy jsou bohatým zdrojem především Zn a Na, ale zároveň v nich bylo stanoveno nejmenší množství Mn a Cu. Mandle jsou nejvýznamnějším zdrojem Ca, avšak obsahovaly nejmenší množství Se.

Pistácie jsou nejbohatším zdrojem K a současně mají nejvyšší celkový obsah minerálních látek ze všech analyzovaných druhů ořechů, a proto lze pistácie považovat za významný zdroj minerálních látek ve výživě. Vysoký obsah minerálních látek byl stanoven také v mandlích a v para ořeších.

Loupané lískové ořechy obsahovaly větší množství Mg, Mn, Na, Cu než neloupané, naopak v neloupané formě byl stanoven větší obsah Ca, Zn, K, Fe a Se.

Loupané mandle obsahovaly větší množství Ca, Mg, Zn, Na, K, Fe, naopak neloupaná forma mandlí byla bohatší na obsah Cu a Se.

Porovnáním vlašských a lískových ořechů z domácí produkce bylo zjištěno, že lískové ořechy jsou celkově bohatším zdrojem minerálních látek a současně i Mg, Mn, Na, K, Fe a Cu. Vlašské ořechy jsou naopak bohatším zdrojem Ca a Se. V lískových ořeších byl nejvíce variabilní obsah Mn, Na, Se, Cu, ve vlašských ořeších obsah Se a Cu, ale také Ca.

Variabilita v obsahu minerálních látek je pravděpodobně ovlivněna místem původu, rokem sklizně, kultivarem, typem půdy, klimatickými podmínkami nebo kultivačními praktikami.

## 8 Bibliografie

Agatemor, Ch., Ukhun, M. E. 2006. Nutritional Potential of the Nut of Tropical Almond (*Terminalia Catappia* L.). *Pakistan Journal of Nutrition*. 5(4). 334 – 336. ISSN: 1680-5194.

Akinhanmi, T. F., Atasié, V. N., Akintokun, P. O. 2008. Chemical Composition and Physicochemical Properties of Cashew nut (*Anacardium occidentale*) Oil and Cashew nut Shell Liquid. *Journal of Agricultural, Food, and Environmental Sciences*. 2(1). 1 – 10. ISSN: 1934 – 7235.

Alasalvar, C., Shahidi, F. 2009. Tree Nuts: Composition, Phytochemicals, and Health Effects: An Overview. In: Alasalvar, C., Shahidi, F. (eds.). *Tree Nuts: Composition, Phytochemicals, and Health Effects*. CRC Press. Boca Raton. p. 1 – 10. *Nutraceutical Science and Technology*, 9. p. 326. ISBN: 978-0-8493-3735-2.

Anon. Ořechy a oříšky [online]. Státní zemědělská a potravinářská inspekce. 14. července 2015 [cit. 2017-10-11]. Dostupné z <<http://www.szpi.gov.cz/clanek/orechy-a-orisky.aspx>>

Babička, L. 2006. Suché skořápkové plody. *Moderní obchod*. 14(9). 38.

Bartáková, E., Kubáň, V., Pařízek, J., Slunečková, B. Atomová absorpční spektrometrie [online]. 2004 [cit. 2017-12-6]. Dostupné z: <<http://tydenvedy.fjfi.cvut.cz/2004/cd/prispevky/sbpdf/absspektr.pdf>>

Brown, R. C., Tey, S. L., Gray, A. R., Chisholm, A., Smith, C., Fleming, E., Parnell, W. 2016. Nut composition is associated with better nutrient intake: results from the 2008/09 New Zealand Adult Nutrition Survey. *British Journal of Nutrition*. 115. 105 – 112. DOI: 10.1017/S0007114515004122

Brufau, G., Boatella, J., Rafecas, M. 2006. Nuts: source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*. 96. 24 – 28. DOI: 10.1017/BJN20061860.

Cosmulescu, S., Botu, M., Trandafir, I. 2013. The Mineral Source for Human Nutrition of Nuts in Different Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Cultivars. *Not Bot Horti Agrobo*. 41(1). 250 – 254. ISSN: 1842-4309.

Dreher, M. L., Maher, C. V., Kearney, P. 1996. The Traditional and Emerging Role of Nuts in Healthful Diets. *Nutrition Reviews*. 54(8). 241 – 245.

Eitenmiller, R. R., Pegg, R. B. 2009. Compositional Characteristics and Health Effects of Pecan (*Carya illinoensis* K.Koch). In: Alasalvar, C., Shahidi, F. (eds.). *Tree Nuts: Composition, Phytochemicals, and Health Effects*. CRC Press. Boca Raton. p. 259 – 278. *Nutraceutical Science and Technology*, 9. p. 326. ISBN: 978-0-8493-3735-2.

Flowerdew, B. 1997. *Ovoce: velká kniha plodů*. Volvox Globator. Praha. 256 s. ISBN: 80-720-7052-5.

Harmankaya, M., Özcan, M. M., AL Juhaimi, F. 2014. Mineral contents and proximate composition of *Pistacia vera* kernels. *Environ Monit Asses*. 186. 4217 – 4221. DOI: 10.1007/s10661-014-3692-y.

Hudcová, O. Tři oříšky nejen pro Popelku [online]. *Svět potravin*. 18. ledna 2013 [cit. 2017-10-11]. Dostupné z <<http://www.svet-potravin.cz/clanek.aspx?id=3267>>

Kader, A. 2001. Importance of Fruits, Nuts, and Vegetables in Human Nutrition and Health. *Perishables Handling Quarterly*. 106. 4 – 6.

King, J. C., Blumberg, J., Ingwersen, L., Jenab, M., Tucker, K. L. 2008. Tree Nuts and Peanuts as Components of a Healthy Diet. *The Journal of Nutrition – Nuts and Health Symposium*. 138. 1736 – 1740.

Klouda, P. 2016. *Moderní analytické metody*. Nakladatelství Pavko. Ostrava. 176 s. ISBN: 978-80-86369-22-8.

Koreňovská, M. 2003. Optimization of selenium determination in vegetables, fruit and dairy products by flow injection hydride generation atomic absorption spectrometry. *Chemical Papers*. 57(3). 155 – 157.

Kříženecká, S., Synek, V. 2014. *Základy analytické chemie*. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí. 146 s. ISBN: 978-80-7414-873-6.

Lehari, G., Colditz, P. 2002. *Exotické plody: ovoce, zelenina, ořechy*. NS Svoboda. Praha. 95 s. ISBN: 80-205-1032-X.

Milde, D., Linhartová, A. 2011. Stanovení arsenu v ořeších pomocí AAS - verifikace metody a kvantifikace nejistoty stanovení. *Chemické listy*. 105. 707 – 711.

Muradoglu, F., Oguz, H. I., Yildiz, K., Yilmaz, H. 2010. Some chemical composition of walnut (*Juglans regia* L.) selections from Eastern Turkey. *African Journal of Agricultural Research*. 5(17). 2379 – 2385. ISSN: 1991-637X.

Nesrsta, D., Jan, T., Hanč, M. 2013. *Drobné ovoce a skořápkoviny: přes 140 barevných fotografií a popisů odrůd*. Baštan. Olomouc. 213 s. ISBN: 9788087091401.

Novák, J. 2005. *Plody našich i cizokrajných rostlin*. Grada. Praha. 96 s. Česká zahrada. ISBN: 8024712512.

Oliveira, J. P. S., Silva, F. L. F., Monte, R. J. G., Matos, W. O., Lopes, G. S. 2017. A new approach to mineralization of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) for trace element analysis by flame atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*. 224. 335 – 341.

O'Neil, C. E., Fulgoni, V. L., Nicklas, T. A. 2015. Tree Nut consumption is associated with better adiposity measures and cardiovascular and metabolic syndrome health risk factors in U. S. Adults: NHANES 2005 – 2010. *Nutrition Journal*. 14(1). 1 – 8. DOI: 10.1186/s12937-015-0052-x.

Ostrý, V. 2005. Suché skořápkové plody. *Výživa a potraviny*. 60 (1). 7 – 8.

Özenç, N., Özenç, D. B. 2015. Nut traits and nutritional composition of hazelnut (*Coryllus avellana* L.) as influenced by zinc fertilization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95. 1956 – 1962. DOI: 10.1002/jsa.6911.

Özenç, N., Özenç, D. B., Duyar, Ö. 2014. Nutritional composition of hazelnut (*Coryllus avellana* L.) as influenced by basic fertilization. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 64(8). 710 – 721. DOI: 10.1080/09064710.2014.953990.

Özrenk, K., Javidipour, I., Yarilgac, T., Balta, F., Gündogdu, M. 2012. Fatty acids, tocopherols, selenium and total carotene of pistachios (*P. vera* L.) from Diyarbakir (Southeastern Turkey) and walnuts (*J. regia* L.) from Erzincan (Eastern Turkey). *Food Science and Technology International*. 18(1). 55 – 62. DOI: 10.1177/1082013211414174.

Parekh, P. P., Khan, A. R., Torres, M. A., Kitto, M. E. 2008. Concentrations of selenium, barium, and radium in Brazil nuts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 21(4). 332 – 335. DOI: 10.1016/j.jfca.2007.12.001.

Segura, R., Javierre, C., Lizarraga, M. A., Ros, E. 2006. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. *British Journal of Nutrition*. 96(2). 36 – 44. DOI: 10.1017/BJN20061862.

Senter, S. D. 1976. Mineral Composition of Pecan Nutmeat. *Journal of Food Science*. 41(4). 963 – 964. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1976.tb00764\_41\_4.x.

Shahidi, F., Tan, Z. 2009. Bioactive Compounds from Cashew Nut and Its Coproducts. In: Alasalvar, C., Shahidi, F. (eds.). *Tree Nuts: Composition, Phytochemicals, and Health Effects*. CRC Press. Boca Raton. p. 157 – 166. *Nutraceutical Science and Technology*, 9. p. 326. ISBN: 978-0-8493-3735-2.

Společnost pro výživu o.s. 2011. Referenční hodnoty příjmu živin. Výživaservis s.r.o. Praha. 192 s. ISBN: 978-80-254-6987-3

Šrot, R. 1998. Ovoce: Rady pro pěstitele. Aventinum. Praha. 192 s. ISBN: 8071510491.



Ternus, M. E., Lapsley, K., Geiger, C. J. 2009. Health Benefits of Tree Nuts. In: Alasalvar, C., Shahidi, F. (eds.). *Tree Nuts: Composition, Phytochemicals, and Health Effects*. CRC Press. Boca Raton. p. 37 – 58. *Nutraceutical Science and Technology*, 9. p. 326. ISBN: 978-0-8493-3735-2.

Tolonen, M. 1990. *Vitamins and minerals in health and nutrition*. Ellis Horwood. New York. p. 231. ISBN: 0-7476-0068-6.

Tošić, S. B., Mitić, S. S., Velimirović, D. S., Stojanović, G. S., Pavlović, A. N., Pecev-Marinković, E. T. 2015. Elemental composition of edible nuts: fast optimization and validation procedure of an ICP – OES method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95. 2271 – 2278. DOI: 10.1002/jsa.6946

Velíšek, J., Hajšlová, J. 2009. *Chemie potravin I*. 3. vydání. OSSIS. Tábor. 602 s. ISBN: 978-80-86659-15-2.

Yada, S., Huang, G., Lapsley, K. 2013. Natural variability in the nutrient composition of California-grown almonds. *Journal of Food Composition and Analysis*. 30. 80 – 85.

## 9 Přílohy

**Příloha č. 1:** Průměrný obsah minerálních látek ve vzorcích různých druhů suchých skořápkových plodů (mg.kg<sup>-1</sup>)

Druh	Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Na (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	Suma (g.kg <sup>-1</sup> )
Lískové o. loupané	959 ± 91	1547 ± 8	<b>53 ± 0,50</b>	22 ± 0,69	52 ± 2,85	7160 ± 1,09	107 ± 5,90	8,80 ± 0,78	0,036 ± 0,002	9,91
Lískové o. neloupané	1074 ± 67	1540 ± 70	39 ± 0,95	25 ± 1,75	47 ± 5,08	7400 ± 7,12	<b>109 ± 18,4</b>	5,60 ± 0,85	0,049 ± 0,000	10,24
Lískové ořechy (ČR)	559 ± 121	1692 ± 263	23,4 ± 21	32,6 ± 7,52	46 ± 40	7404 ± 1929	50,1 ± 25,8	15 ± 7,89	0,037 ± 0,02	9,82
Vlašské ořechy (ČR)	752 ± 422	1482 ± 198	13,9 ± 5,65	33,2 ± 9,4	24,9 ± 6,24	3073 ± 589	23,1 ± 9,74	6,69 ± 5,26	0,089 ± 0,08	5,41
Para ořechy	1496 ± 87	<b>3848 ± 131</b>	20 ± 1,45	52 ± 2,4	44 ± 0,23	6823 ± 250	21 ± 4,12	<b>19 ± 2,11</b>	<b>2,508 ± 0,186</b>	12,33
Kešu	388 ± 44	2473 ± 53	3,50 ± 0,39	<b>59 ± 0,81</b>	<b>124 ± 1,73</b>	5669 ± 87	104 ± 7,48	0,97 ± 0,02	0,758 ± 0,005	8,82
Mandle loupané	<b>2536 ± 126</b>	2528 ± 18	30 ± 0,78	39 ± 1,04	69 ± 3,00	7432 ± 483	50 ± 4,08	8,85 ± 0,40	0,007 ± 0,001	12,69
Mandle neloupané	2517 ± 222	2476 ± 5	30 ± 1,01	27 ± 0,81	42 ± 2,41	6141 ± 384	38 ± 10	9,19 ± 0,33	0,010 ± 0,001	11,27
Pekanové ořechy	454 ± 19	1057 ± 15	24 ± 0,47	53 ± 1,47	46 ± 1,88	4443 ± 9,40	65 ± 2,15	6,84 ± 1,28	0,016 ± 0,002	6,15
Pistácie	257 ± 1,87	1278 ± 16	3,71 ± 0,64	23 ± 1,11	76 ± 0,16	<b>14526 ± 901</b>	64 ± 10	4,6 ± 0,25	0,111 ± 0,018	<b>16,23</b>

**Příloha č. 2:** Průměrný obsah prvků ve vzorcích vlašských ořechů (mg.kg<sup>-1</sup>)

Oblast	Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Na (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	Suma (g.kg <sup>-1</sup> )
<b>Bahno</b>	<b>1879 ± 91</b>	1708 ± 11,8	19,8 ± 0,51	46,6 ± 1,80	19,7 ± 0,80	3246 ± 7,12	25,0 ± 1,38	11,9 ± 0,91	0,042 ± 0,001	<b>6,96</b>
<b>Hradenín</b>	632 ± 3,91	1294 ± 29,3	7,05 ± 0,30	38,7 ± 0,99	31,6 ± 1,53	2469 ± 13,8	7,57 ± 0,19	3,7 ± 0,42	0,086 ± 0,003	4,48
<b>Kolín</b>	804 ± 3,59	1723 ± 17	20,3 ± 0,18	44,0 ± 1,50	19,3 ± 0,59	3193 ± 222	16,6 ± 0,21	7,90 ± 1,01	<b>0,319 ± 0,002</b>	5,83
<b>Kluky</b>	466 ± 1,84	1346 ± 57,9	<b>23,5 ± 0,40</b>	45,8 ± 0,64	18,5 ± 1,59	2432 ± 49,9	32,8 ± 1,54	3,67 ± 0,53	0,022 ± 0,001	4,37
<b>Žleby</b>	752 ± 131	1648 ± 48	2,87 ± 0,94	28,0 ± 1,33	<b>37,0 ± 1,63</b>	2959 ± 207	31,0 ± 2,84	1,09 ± 0,08	0,067 ± 0,001	5,46
<b>Čachovice</b>	1377 ± 30,7	<b>1816 ± 156</b>	16,6 ± 0,04	33,2 ± 0,06	24,2 ± 1,82	3511 ± 269	8,38 ± 0,09	8,05 ± 0,25	0,075 ± 0,002	6,8
<b>Větrušice</b>	651 ± 15,5	1428 ± 34,5	11,6 ± 0,19	25,8 ± 1,03	29,1 ± 1,98	3693 ± 31,2	11,3 ± 0,72	2,37 ± 0,17	0,052 ± 0,001	5,85
<b>Slaný</b>	602 ± 2,63	1354 ± 79,4	15,7 ± 0,21	41,0 ± 0,77	19,6 ± 0,56	2573 ± 161	20,5 ± 0,47	<b>18,5 ± 1,26</b>	0,115 ± 0,006	4,64
<b>Plzeň</b>	633 ± 15,6	1392 ± 5,93	13,0 ± 0,43	<b>51,7 ± 1,47</b>	35,1 ± 1,10	2260 ± 78,1	27,7 ± 0,60	9,04 ± 0,12	0,193 ± 0,009	4,42
<b>České Budějovice</b>	542 ± 17	1544 ± 15,5	12,6 ± 0,86	15,8 ± 0,15	21,4 ± 0,55	2334 ± 11,6	<b>34,4 ± 0,91</b>	6,52 ± 0,22	0,008 ± 0,000	4,51
<b>Hořice</b>	849 ± 2,01	1655 ± 25,3	16,2 ± 0,37	32,5 ± 0,96	28,1 ± 2,15	3025 ± 8,64	32,6 ± 0,85	13,5 ± 0,35	0,085 ± 0,002	5,65
<b>Valteřice</b>	568 ± 1,38	1369 ± 57,5	15,7 ± 0,58	28,3 ± 1,13	20,3 ± 1,12	<b>4092 ± 41,5</b>	30,9 ± 2,14	9,42 ± 0,90	0,031 ± 0,003	6,13
<b>Holešov 2016</b>	660 ± 1	1312 ± 37	6,87 ± 0,01	28,0 ± 1,35	24,0 ± 1,59	3506 ± 4,90	30,0 ± 0,77	0,76 ± 0,02	0,062 ± 0,001	5,57
<b>Holešov 2017</b>	113 ± 9,56	1155 ± 13,6	12,5 ± 0,13	24,4 ± 1,01	20,4 ± 0,02	3722 ± 109	14,2 ± 1,29	1,01 ± 0,05	0,086 ± 0,006	5,06

**Příloha č. 3:** Průměrný obsah minerálních látek ve vzorcích lískových ořechů (mg.kg<sup>-1</sup>)

Oblast	Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Na (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	Se (mg.kg <sup>-1</sup> )	Suma (g.kg <sup>-1</sup> )
Větrušice	474 ± 4,35	1722 ± 91,6	<b>53,6 ± 2,15</b>	36,8 ± 4,61	21,4 ± 1,34	6839 ± 114	70,7 ± 0,86	<b>25,5 ± 2,60</b>	0,04 ± 0,001	9,24
Chlístovice	445 ± 4,56	1849 ± 7,73	21,7 ± 0,8	<b>39,7 ± 3,48</b>	18,6 ± 0,31	<b>9781 ± 133</b>	<b>73,2 ± 0,60</b>	16,1 ± 1,70	0,008 ± 0,000	<b>12,24</b>
Neratovice	613 ± 6,18	1312 ± 81,6	9,26 ± 0,35	22,6 ± 0,69	<b>104 ± 0,14</b>	5166 ± 108	35,1 ± 1,69	7,10 ± 0,14	0,047 ± 0,001	7,27
Všejany	<b>703 ± 20</b>	<b>1886 ± 28,7</b>	9,11 ± 0,11	31,3 ± 0,18	39,9 ± 2,63	7830 ± 435	21,5 ± 0,34	11,4 ± 1,17	<b>0,054 ± 0,006</b>	10,53

**Příloha č. 4:** Statistické vyhodnocení obsahu K v různých druzích ořechů (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2)						
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$						
A	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=7159,6	M=7399,8	M=5668,7	M=6141,0	M=7163,7	M=6966,2	M=4443,5	M=14526,
lískové I. {1}		0,998975	0,088320	0,376944	1,000000	0,999746	0,001953	0,000204
lískové nl. {2}	0,998975		0,039875	0,186527	0,999080	0,967929	0,001069	0,000204
kešu {3}	0,088320	0,039875		0,950822	0,087141	0,165118	0,206944	0,000204
mandle nl. {4}	0,376944	0,186527	0,950822		0,372830	0,599560	0,044563	0,000204
mandle I. {5}	1,000000	0,999080	0,087141	0,372830		0,999709	0,001932	0,000204
para {6}	0,999746	0,967929	0,165118	0,599560	0,999709		0,003336	0,000204
pekanové {7}	0,001953	0,001069	0,206944	0,044563	0,001932	0,003336		0,000204
pistácie {8}	0,000204	0,000204	0,000204	0,000204	0,000204	0,000204	0,000204	

**Příloha č. 5:** Ukázka statistické vyhodnocení obsahu Ca v různých ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2)						
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$						
A	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=958,65	M=1036,0	M=388,21	M=2516,5	M=2536,3	M=1495,7	M=453,82	M=256,63
lískové I. {1}		0,996412	0,001163	0,000187	0,000187	0,009206	0,014464	0,001120
lískové nl. {2}	0,996412		0,002120	0,000187	0,000187	0,027423	0,004971	0,000517
kešu {3}	0,001163	0,002120		0,000187	0,000187	0,000190	0,998723	0,934319
mandle nl. {4}	0,000187	0,000187	0,000187		0,999998	0,000198	0,000187	0,000187
mandle I. {5}	0,000187	0,000187	0,000187	0,999998		0,000196	0,000187	0,000187
para {6}	0,009206	0,027423	0,000190	0,000198	0,000196		0,000195	0,000188
pekanové {7}	0,014464	0,004971	0,998723	0,000187	0,000187	0,000195		0,682308
pistácie {8}	0,001120	0,000517	0,934319	0,000187	0,000187	0,000188	0,682308	

**Příloha č. 6:** Statistické výsledky obsahu Mg v různých druzích ořechů (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.: obsah (Tabulka2)						
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$						
A	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=1547,0	M=1540,3	M=2472,9	M=2484,7	M=2528,2	M=3838,2	M=1057,1	M=1278,2
lískové I. {1}		1,000000	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185	0,000558
lískové nl. {2}	1,000000		0,000185	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185	0,000675
kešu {3}	0,000185	0,000185		0,999995	0,888845	0,000185	0,000185	0,000185
mandle nl. {4}	0,000185	0,000185	0,999995		0,980473	0,000185	0,000185	0,000185
mandle I. {5}	0,000185	0,000185	0,888845	0,980473		0,000185	0,000185	0,000185
para {6}	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185		0,000185	0,000185
pekanové {7}	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185		0,002896
pistácie {8}	0,000558	0,000675	0,000185	0,000185	0,000185	0,000185	0,002896	

**Příloha č. 7:** Podrobné statistické vyhodnocení obsahu Mn v různých ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2)						
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$						
A	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=53,315	M=39,253	M=3,5050	M=30,020	M=29,870	M=19,893	M=23,610	M=3,3550
lískové I. {1}		0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190
lískové nl. {2}	0,000190		0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190
kešu {3}	0,000190	0,000190		0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	1,000000
mandle nl. {4}	0,000190	0,000190	0,000190		0,999999	0,000190	0,000195	0,000190
mandle I. {5}	0,000190	0,000190	0,000190	0,999999		0,000190	0,000197	0,000190
para {6}	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190		0,003498	0,000190
pekanové {7}	0,000190	0,000190	0,000190	0,000195	0,000197	0,003498		0,000190
pistácie {8}	0,000190	0,000190	1,000000	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	

**Příloha č. 8:** Výstup statistického hodnocení obsahu Zn v různých ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná:obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000							
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
		M=23,827	M=25,480	M=58,605	M=27,093	M=39,387	M=51,817	M=53,227	M=23,097
lískové I. {1}			0,909081	0,000183	0,291559	0,000183	0,000183	0,000183	0,999119
lískové nl. {2}		0,909081		0,000183	0,918692	0,000183	0,000183	0,000183	0,642073
kešu {3}		0,000183	0,000183		0,000183	0,000183	0,015249	0,073922	0,000183
mandle nl. {4}		0,291559	0,918692	0,000183		0,000183	0,000183	0,000183	0,123317
mandle I. {5}		0,000183	0,000183	0,000183	0,000183		0,000183	0,000183	0,000183
para {6}		0,000183	0,000183	0,015249	0,000183	0,000183		0,957672	0,000183
pekanové {7}		0,000183	0,000183	0,073922	0,000183	0,000183	0,957672		0,000183
pistácie {8}		0,999119	0,642073	0,000183	0,123317	0,000183	0,000183	0,000183	

**Příloha č. 9:** Statistické vyhodnocení obsahu Na v různých druzích ořechů (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná:obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000							
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
		M=52,010	M=46,713	M=124,20	M=42,043	M=68,537	M=43,510	M=45,573	M=75,620
lískové I. {1}			0,313422	0,000183	0,007861	0,000209	0,096066	0,141401	0,000183
lískové nl. {2}		0,313422		0,000183	0,453748	0,000183	0,926280	0,999395	0,000183
kešu {3}		0,000183	0,000183		0,000183	0,000183	0,000183	0,000183	0,000183
mandle nl. {4}		0,007861	0,453748	0,000183		0,000183	0,999170	0,748868	0,000183
mandle I. {5}		0,000209	0,000183	0,000183	0,000183		0,000183	0,000183	0,085828
para {6}		0,096066	0,926280	0,000183	0,999170	0,000183		0,993017	0,000183
pekanové {7}		0,141401	0,999395	0,000183	0,748868	0,000183	0,993017		0,000183
pistácie {8}		0,000183	0,000183	0,000183	0,000183	0,085828	0,000183	0,000183	

**Příloha č. 10:** Podrobné statistické vyhodnocení obsahu Fe v různých ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná:obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000							
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
		M=106,76	M=108,99	M=103,98	M=38,417	M=49,930	M=21,180	M=65,265	M=63,707
lískové I. {1}			0,999997	0,999987	0,000264	0,000878	0,000188	0,012391	0,009279
lískové nl. {2}		0,999997		0,997554	0,000187	0,000222	0,000185	0,008206	0,001081
kešu {3}		0,999987	0,997554		0,000193	0,000304	0,000185	0,020801	0,003002
mandle nl. {4}		0,000264	0,000187	0,000193		0,813263	0,409773	0,174552	0,086093
mandle I. {5}		0,000878	0,000222	0,000304	0,813263		0,039884	0,747467	0,657585
para {6}		0,000188	0,000185	0,000185	0,409773	0,039884		0,007681	0,001863
pekanové {7}		0,012391	0,008206	0,020801	0,174552	0,747467	0,007681		1,000000
pistácie {8}		0,009279	0,001081	0,003002	0,086093	0,657585	0,001863	1,000000	

**Příloha č. 11:** Statistické vyhodnocení obsahu Cu v různých druzích ořechů (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.:obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000							
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
		M=7,5233	M=5,6033	M= 97000	M=10,207	M=8,8533	M=18,743	M=6,8400	M=5,4533
lískové I. {1}			0,744351	0,001180	0,382072	0,945763	0,000175	0,998861	0,673250
lískové nl. {2}		0,744351		0,023519	0,024674	0,189573	0,000175	0,962439	1,000000
kešu {3}		0,001180	0,023519		0,000185	0,000294	0,000175	0,003271	0,029878
mandle nl. {4}		0,382072	0,024674	0,000185		0,940942	0,000210	0,161532	0,019406
mandle I. {5}		0,945763	0,189573	0,000294	0,940942		0,000178	0,700604	0,154198
para {6}		0,000175	0,000175	0,000175	0,000210	0,000178		0,000175	0,000175
pekanové {7}		0,998861	0,962439	0,003271	0,161532	0,700604	0,000175		0,933582
pistácie {8}		0,673250	1,000000	0,029878	0,019406	0,154198	0,000175	0,933582	

**Příloha č. 12:** Výstup statistického hodnocení obsahu Se v různých druzích (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2)						
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$						
A	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	M=2,5085	M=,11127	M=,03587	M=,75775	M=,04905	M=,01065	M=,01577	M=,00867
para {1}		0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190	0,000190
pistácie {2}	0,000190		0,898669	0,000195	0,986187	0,854648	0,746066	0,680402
lískové l. {3}	0,000190	0,898669		0,000190	0,999999	0,999955	0,999962	0,999711
kešu {4}	0,000190	0,000195	0,000190		0,000191	0,000190	0,000190	0,000190
lískové nl. {5}	0,000190	0,986187	0,999999	0,000191		0,999274	0,999713	0,998999
mandle nl. {6}	0,000190	0,854648	0,999955	0,000190	0,999274		1,000000	1,000000
pekanové {7}	0,000190	0,746066	0,999962	0,000190	0,999713	1,000000		1,000000
mandle l. {8}	0,000190	0,680402	0,999711	0,000190	0,998999	1,000000	1,000000	

**Příloha č. 13:** Podrobné statistické vyhodnocení obsahu K ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=3193,2	M=3245,7	M=2432,5	M=3693,3	M=2322,2	M=4095,6	M=2573,9	M=2469,0	M=2260,4	M=3722,4	M=3025,1	M=3511,1	M=2959,1	M=3431,3
kolín {1}			1,000000	0,001153	0,064549	0,000311	0,000249	0,010370	0,001990	0,000204	0,041957	0,990376	0,562689	0,892871	0,881471
bahno {2}		1,000000		0,000564	0,134868	0,000213	0,000376	0,004516	0,000917	0,000161	0,090369	0,925760	0,789174	0,702378	0,978323
kluky {3}		0,001153	0,000564		0,000142	0,999842	0,000141	0,997995	1,000000	0,988243	0,000142	0,015787	0,000145	0,043582	0,000156
větrušice {4}		0,064549	0,134868	0,000142		0,000142	0,240072	0,000143	0,000142	0,000141	1,000000	0,004784	0,981189	0,001709	0,801742
ČB {5}		0,000311	0,000213	0,999842	0,000142		0,000141	0,605826	0,997118	0,999998	0,000142	0,000339	0,000141	0,000870	0,000142
valteřice {6}		0,000249	0,000376	0,000141	0,240072	0,000141		0,000141	0,000141	0,000141	0,333970	0,000145	0,017938	0,000142	0,005085
slaný {7}		0,010370	0,004516	0,997995	0,000143	0,605826	0,000141		0,999908	0,296789	0,000142	0,029386	0,000142	0,096750	0,000147
hradenín {8}		0,001990	0,000917	1,000000	0,000142	0,997118	0,000141	0,999908		0,948759	0,000142	0,027873	0,000148	0,074629	0,000184
plzeň {9}		0,000204	0,000161	0,988243	0,000141	0,999998	0,000141	0,296789	0,948759		0,000141	0,000201	0,000141	0,000355	0,000141
holešov 17 {10}		0,041957	0,090369	0,000142	1,000000	0,000142	0,333970	0,000142	0,000142	0,000141		0,003019	0,944005	0,001112	0,682411
hořice {11}		0,990376	0,925760	0,015787	0,004784	0,000339	0,000145	0,029386	0,027873	0,000201	0,003019		0,015194	0,999995	0,067190
čachovice {12}		0,562689	0,789174	0,000145	0,981189	0,000141	0,017938	0,000142	0,000148	0,000141	0,944005	0,015194		0,004228	0,999958
žleby {13}		0,892871	0,702378	0,043582	0,001709	0,000870	0,000142	0,096750	0,074629	0,000355	0,001112	0,999995	0,004228		0,019790
holešov 16 {14}		0,881471	0,978323	0,000156	0,801742	0,000142	0,005085	0,000147	0,000184	0,000141	0,682411	0,067190	0,999958	0,019790	

**Příloha č. 14:** Statistický výstup hodnocení obsahu Ca ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=804,48	M=1878,9	M=465,71	M=650,99	M=542,48	M=568,30	M=602,09	M=632,26	M=641,98	M=654,35	M=857,99	M=1377,3	M=752,17	M=660,01
kolín {1}			0,000154	0,000159	0,117535	0,000623	0,002109	0,011729	0,050955	0,079383	0,135303	0,995018	0,000154	0,995958	0,170249
bahno {2}		0,000154		0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154
kluky {3}		0,000159	0,000154		0,027373	0,916368	0,633729	0,232342	0,066163	0,042149	0,023239	0,000154	0,000154	0,000267	0,017566
větrušice {4}		0,117535	0,000154	0,027373		0,263692	0,651501	0,986664	1,000000	1,000000	1,000000	0,000910	0,000154	0,357367	1,000000
ČB {5}		0,000623	0,000154	0,916368	0,263692		0,999979	0,939949	0,533768	0,675182	0,226981	0,000154	0,000154	0,000780	0,173863
valteřice {6}		0,002109	0,000154	0,633729	0,651501	0,999979		0,999603	0,905057	0,936123	0,595754	0,000156	0,000154	0,003684	0,502147
slaný {7}		0,011729	0,000154	0,232342	0,986664	0,939949	0,999603		0,999882	0,999731	0,977148	0,000176	0,000154	0,029386	0,950810
hradenín {8}		0,050955	0,000154	0,066163	1,000000	0,533768	0,905057	0,999882		1,000000	0,999997	0,000357	0,000154	0,154670	0,999953
plzeň {9}		0,079383	0,000154	0,042149	1,000000	0,675182	0,936123	0,999731	1,000000		1,000000	0,005876	0,000154	0,530540	1,000000
holešov 17 {10}		0,135303	0,000154	0,023239	1,000000	0,226981	0,595754	0,977148	0,999997	1,000000		0,001101	0,000154	0,406049	1,000000
hořice {11}		0,995018	0,000154	0,000154	0,000910	0,000154	0,000156	0,000176	0,000357	0,005876	0,001101		0,000154	0,295934	0,001546
čachovice {12}		0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154		0,000154	0,000154
žleby {13}		0,995958	0,000154	0,000267	0,357367	0,000780	0,003684	0,029386	0,154670	0,530540	0,406049	0,295934	0,000154		0,494740
holešov 16 {14}		0,170249	0,000154	0,017566	1,000000	0,173863	0,502147	0,950810	0,999953	1,000000	1,000000	0,001546	0,000154	0,494740	



**Příloha č. 15:** Statistické vyhodnocení obsahu Mg ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.:obsah (Tabulka2)													
		Označ. rozdily jsou významné na hlad. p < ,05000													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=1723,2	M=1708,4	M=1346,0	M=1427,8	M=1543,8	M=1368,9	M=1354,3	M=1294,2	M=1392,1	M=1289,7	M=1655,4	M=1816,5	M=1647,6	M=1312,0
	<b>kolín {1}</b>		1,000000	0,000391	0,005525	0,372581	0,000728	0,000481	0,000290	0,004324	0,000175	0,998584	0,953363	0,990975	0,000220
	bahno {2}	1,000000		0,000575	0,009419	0,497756	0,001177	0,000735	0,000383	0,007035	0,000195	0,999891	0,879515	0,998826	0,000268
	kluky {3}	0,000391	0,000575		0,959220	0,151340	1,000000	1,000000	0,999771	0,999935	0,998344	0,003337	0,000138	0,001267	0,999993
	větrušice {4}	0,005525	0,009419	0,959220		0,822741	0,997413	0,982037	0,662927	0,999997	0,457777	0,059378	0,000174	0,032167	0,702992
	ČB {5}	0,372581	0,497756	0,151340	0,822741		0,284589	0,192606	0,058856	0,614902	0,024114	0,915698	0,012490	0,905228	0,051592
	valteřice {6}	0,000728	0,001177	1,000000	0,997413	0,284589		1,000000	0,991851	1,000000	0,968017	0,007605	0,000139	0,003085	0,998139
	slaný {7}	0,000481	0,000735	1,000000	0,982037	0,192606	1,000000		0,998931	0,999993	0,993935	0,004512	0,000138	0,001743	0,999913
	hradenín {8}	0,000290	0,000383	0,999771	0,662927	0,058856	0,991851	0,998931		0,965479	1,000000	0,001635	0,000138	0,000748	1,000000
	plzeň {9}	0,004324	0,007035	0,999935	0,999997	0,614902	1,000000	0,999993	0,965479		0,913061	0,038717	0,000186	0,022932	0,985241
	holešov 17 {10}	0,000175	0,000195	0,998344	0,457777	0,024114	0,968017	0,993935	1,000000	0,913061		0,000524	0,000138	0,000253	1,000000
	hořice {11}	0,998584	0,999891	0,003337	0,059378	0,915698	0,007605	0,004512	0,001635	0,038717	0,000524		0,396527	1,000000	0,001034
	čachovice {12}	0,953363	0,879515	0,000138	0,000174	0,012490	0,000139	0,000138	0,000138	0,000186	0,000138	0,396527		0,196337	0,000138
	žleby {13}	0,990975	0,998826	0,001267	0,032167	0,905228	0,003085	0,001743	0,000748	0,022932	0,000253	1,000000	0,196337		0,000409
	holešov 16 {14}	0,000220	0,000268	0,999993	0,702992	0,051592	0,998139	0,999913	1,000000	0,985241	1,000000	0,001034	0,000138	0,000409	

**Příloha č. 16:** Výstup statistického hodnocení obsahu Mn ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná:obsah (Tabulka2)													
		Označ. rozdily jsou významné na hlad. p < ,05000													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=20,345	M=19,773	M=23,485	M=11,570	M=12,620	M=15,675	M=15,645	M=7,0467	M=12,973	M=11,000	M=16,200	M=16,920	M=2,8700	M=7,1200
	<b>kolín {1}</b>		0,996657	0,000388	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	bahno {2}	0,996657		0,000162	0,000150	0,000150	0,000151	0,000151	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000198	0,000150	0,000150
	kluky {3}	0,000388	0,000162		0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	větrušice {4}	0,000150	0,000150	0,000150		0,749203	0,000151	0,000151	0,000150	0,347046	0,996747	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	ČB {5}	0,000150	0,000150	0,000150	0,749203		0,000506	0,000560	0,000150	0,999798	0,043817	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	valteřice {6}	0,000150	0,000151	0,000150	0,000151	0,000506		1,000000	0,000150	0,002013	0,000150	0,998533	0,520704	0,000150	0,000150
	slaný {7}	0,000150	0,000151	0,000150	0,000151	0,000560	1,000000		0,000150	0,002288	0,000150	0,997477	0,485471	0,000150	0,000150
	hradenín {8}	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150		0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	1,000000
	plzeň {9}	0,000150	0,000150	0,000150	0,347046	0,999798	0,002013	0,002288	0,000150		0,006941	0,000153	0,000150	0,000150	0,000150
	holešov 17 {10}	0,000150	0,000150	0,000150	0,996747	0,043817	0,000150	0,000150	0,000150	0,006941		0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	hořice {11}	0,000151	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,998533	0,997477	0,000150	0,000153	0,000150		0,901173	0,000150	0,000150
	čachovice {12}	0,000215	0,000198	0,000150	0,000150	0,000150	0,520704	0,485471	0,000150	0,000150	0,000150	0,901173		0,000150	0,000150
	žleby {13}	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150		0,000150
	holešov 16 {14}	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	1,000000	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	

**Příloha č. 17:** Podrobnější statistické vyhodnocení obsahu Zn ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Nestejné N HSD; proměnná: Obsah (Tabulka2)													
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=44,000	M=46,605	M=45,765	M=25,827	M=15,313	M=28,320	M=40,990	M=38,650	M=51,693	M=24,373	M=32,483	M=33,230	M=28,277	M=27,800
	kolín {1}		0,584941	0,944349	0,000150	0,000150	0,000150	0,374287	0,006110	0,000184	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	bahno {2}	0,584941		0,999945	0,000150	0,000150	0,000150	0,003591	0,000168	0,010274	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	kluky {3}	0,944349	0,999945		0,000150	0,000150	0,000150	0,019058	0,000290	0,001938	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	větrušice {4}	0,000150	0,000150	0,000150		0,000150	0,354060	0,000150	0,000150	0,000150	0,941055	0,000161	0,000227	0,378709	0,687120
	ČB {5}	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150		0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	valteřice {6}	0,000150	0,000150	0,000150	0,354060	0,000150		0,000150	0,000150	0,000150	0,016993	0,010058	0,014632	1,000000	0,999998
	slaný {7}	0,374287	0,003591	0,019058	0,000150	0,000150	0,000150		0,727211	0,000150	0,000150	0,000154	0,000179	0,000150	0,000150
	hradenín {8}	0,006110	0,000168	0,000290	0,000150	0,000150	0,000150	0,727211		0,000150	0,000150	0,000207	0,005309	0,000150	0,000150
	plzeň {9}	0,000184	0,010274	0,001938	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150		0,000150	0,000150	0,000150	0,000150	0,000150
	holešov 17 {10}	0,000150	0,000150	0,000150	0,941055	0,000150	0,016993	0,000150	0,000150	0,000150		0,000150	0,000152	0,018850	0,057015
	hořice {11}	0,000150	0,000150	0,000150	0,000161	0,000150	0,010058	0,000154	0,000207	0,000150	0,000150		0,999986	0,009053	0,002827
	čachovice {12}	0,000150	0,000150	0,000150	0,000227	0,000150	0,014632	0,000179	0,005309	0,000150	0,000152	0,999986		0,013439	0,005203
	žleby {13}	0,000150	0,000150	0,000150	0,378709	0,000150	1,000000	0,000150	0,000150	0,000150	0,018850	0,009053	0,013439		0,999999
	holešov 16 {14}	0,000150	0,000150	0,000150	0,687120	0,000150	0,999998	0,000150	0,000150	0,000150	0,057015	0,002827	0,005203	0,999999	

**Příloha č. 18:** Statistické vyhodnocení obsahu Na ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Nestejné N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2)													
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=19,340	M=19,733	M=18,477	M=29,070	M=21,410	M=20,253	M=20,183	M=31,557	M=35,123	M=63,087	M=28,067	M=24,150	M=37,325	M=23,993
	kolín {1}		1,000000	0,999998	0,000226	0,980972	0,999996	0,999998	0,000155	0,000154	0,000154	0,000581	0,164515	0,000154	0,198188
	bahno {2}	1,000000		0,998701	0,000157	0,996999	1,000000	1,000000	0,000154	0,000154	0,000154	0,000184	0,076129	0,000154	0,098377
	kluky {3}	0,999998	0,998701		0,000154	0,808917	0,971862	0,979436	0,000154	0,000154	0,000154	0,000156	0,007995	0,000154	0,010716
	větrušice {4}	0,000226	0,000157	0,000154		0,002677	0,000164	0,000162	0,769969	0,003913	0,000154	0,999876	0,031970	0,001101	0,024137
	ČB {5}	0,980972	0,996999	0,808917	0,002677		0,999936	0,999878	0,000188	0,000154	0,000154	0,012495	0,867931	0,000154	0,907131
	valteřice {6}	0,999996	1,000000	0,971862	0,000164	0,999936		1,000000	0,000154	0,000154	0,000154	0,000250	0,172123	0,000154	0,215484
	slaný {7}	0,999998	1,000000	0,979436	0,000162	0,999878	1,000000		0,000154	0,000154	0,000154	0,000237	0,155164	0,000154	0,195227
	Hradenín {8}	0,000155	0,000154	0,000154	0,769969	0,000188	0,000154	0,000154		0,272348	0,000154	0,300563	0,000387	0,046269	0,000320
	plzeň {9}	0,000154	0,000154	0,000154	0,003913	0,000154	0,000154	0,000154	0,272348		0,000154	0,000646	0,000154	0,969226	0,000154
	holešov 17 {10}	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154	0,000154		0,000154	0,000154	0,000154	0,000154
	hořice {11}	0,000581	0,000184	0,000156	0,999876	0,012495	0,000250	0,000237	0,300563	0,000646	0,000154		0,167133	0,000322	0,131967
	čachovice {12}	0,164515	0,076129	0,007995	0,031970	0,867931	0,172123	0,155164	0,000387	0,000154	0,000154	0,167133		0,000154	1,000000
	žleby {13}	0,000154	0,000154	0,000154	0,001101	0,000154	0,000154	0,000154	0,046269	0,969226	0,000154	0,000322	0,000154		0,000154
	holešov 16 {14}	0,198188	0,098377	0,010716	0,024137	0,907131	0,215484	0,195227	0,000320	0,000154	0,000154	0,131967	1,000000	0,000154	

**Příloha č. 19:** Výstup ze statistického hodnocení obsahu Fe ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Nestejné N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2)													
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=16,933	M=25,000	M=32,770	M=11,263	M=34,385	M=30,920	M=20,500	M=7,5700	M=27,743	M=14,697	M=32,560	M=8,3800	M=31,537	M=29,857
	kolín {1}		0,000412	0,000138	0,002075	0,000138	0,000138	0,355475	0,000174	0,000138	0,723527	0,000138	0,000262	0,000138	0,000138
	bahno {2}	0,000412		0,000593	0,000138	0,000173	0,011392	0,107162	0,000138	0,721781	0,000141	0,000799	0,000138	0,004073	0,063011
	kluky {3}	0,000138	0,000593		0,000138	0,991495	0,974207	0,000138	0,000138	0,048459	0,000138	1,000000	0,000138	0,999341	0,644910
	větrušice {4}	0,002075	0,000138	0,000138		0,000138	0,000138	0,000180	0,308300	0,000138	0,161948	0,000138	0,658741	0,000138	0,000138
	ČB {5}	0,000138	0,000173	0,991495	0,000138		0,396093	0,000138	0,000138	0,003413	0,000138	0,976781	0,000138	0,674762	0,102861
	valteřice {6}	0,000138	0,011392	0,974207	0,000138	0,396093		0,000140	0,000138	0,243583	0,000138	0,952814	0,000138	0,999997	0,998862
	slaný {7}	0,355475	0,107162	0,000138	0,000180	0,000138	0,000140		0,000138	0,001288	0,013842	0,000138	0,000138	0,000138	0,000174
	hradenín {8}	0,000174	0,000138	0,000138	0,308300	0,000138	0,000138	0,000138		0,000138	0,001549	0,000138	0,999994	0,000138	0,000138
	plzeň {9}	0,000138	0,721781	0,048459	0,000138	0,003413	0,243583	0,001288	0,000138		0,000138	0,011792	0,000138	0,086533	0,786886
	holešov 17 {10}	0,723527	0,000141	0,000138	0,161948	0,000138	0,000138	0,013842	0,001549	0,000138		0,000138	0,005884	0,000138	0,000138
	hořice {11}	0,000138	0,000799	1,000000	0,000138	0,976781	0,952814	0,000138	0,000138	0,011792	0,000138		0,000138	0,999225	0,461914
	čachovice {12}	0,000262	0,000138	0,000138	0,658741	0,000138	0,000138	0,000138	0,999994	0,000138	0,005884	0,000138		0,000138	0,000138
	žleby {13}	0,000138	0,004073	0,999341	0,000138	0,674762	0,999997	0,000138	0,000138	0,086533	0,000138	0,999225	0,000138		0,944254
	holešov 16 {14}	0,000138	0,063011	0,644910	0,000138	0,102861	0,998862	0,000174	0,000138	0,786886	0,000138	0,461914	0,000138	0,944254	

**Příloha č. 20:** Statistické vyhodnocení obsahu Cu ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměnná: obsah (Tabulka2)													
		Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=7,9012	M=11,923	M=3,6673	M=25,496	M=6,1794	M=9,4174	M=18,470	M=4,6914	M=9,5198	M=1,0087	M=13,925	M=7,3757	M=1,0967	M=,76333
	kolín {1}		0,008509	0,004767	0,000151	0,817962	0,913261	0,000151	0,069386	0,870707	0,000152	0,000169	0,999997	0,000152	0,000151
	bahno {2}	0,008509		0,000151	0,000151	0,000196	0,307428	0,000154	0,000151	0,366408	0,000151	0,637489	0,002022	0,000151	0,000151
	Kluky {3}	0,004767	0,000151		0,000151	0,303755	0,000195	0,000151	0,996175	0,000182	0,231354	0,000151	0,019726	0,273239	0,139612
	větrušice {4}	0,000151	0,000151	0,000151		0,000151	0,000151	0,000152	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151
	ČB {5}	0,817962	0,000196	0,303755	0,000151		0,064850	0,000151	0,923178	0,050516	0,000438	0,000151	0,984888	0,000527	0,000286
	valteřice {6}	0,913261	0,307428	0,000195	0,000151	0,064850		0,000151	0,001255	1,000000	0,000151	0,002248	0,609870	0,000151	0,000151
	slaný {7}	0,000151	0,000154	0,000151	0,000152	0,000151	0,000151		0,000151	0,000151	0,000151	0,002033	0,000151	0,000151	0,000151
	hradenín {8}	0,069386	0,000151	0,996175	0,000151	0,923178	0,001255	0,000151		0,000966	0,021110	0,000151	0,220019	0,026538	0,010979
	plzeň {9}	0,870707	0,366408	0,000182	0,000151	0,050516	1,000000	0,000151	0,000966		0,000151	0,002986	0,537692	0,000151	0,000151
	holesov 17 {10}	0,000152	0,000151	0,231354	0,000151	0,000438	0,000151	0,000151	0,021110	0,000151		0,000151	0,000156	1,000000	1,000000
	hořice {11}	0,000169	0,637489	0,000151	0,000151	0,000151	0,002248	0,002033	0,000151	0,002986	0,000151		0,000154	0,000151	0,000151
	čachovice {12}	0,999997	0,002022	0,019726	0,000151	0,984888	0,609870	0,000151	0,220019	0,537692	0,000156	0,000154		0,000158	0,000153
	žleby {13}	0,000152	0,000151	0,273239	0,000151	0,000527	0,000151	0,000151	0,026538	0,000151	1,000000	0,000151	0,000158		1,000000
	holešov 16 {14}	0,000151	0,000151	0,139612	0,000151	0,000286	0,000151	0,000151	0,010979	0,000151	1,000000	0,000151	0,000153	1,000000	

**Příloha č. 21:** Podrobné statistické vyhodnocení obsahu Se ve vlašských ořeších (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.: obsah (Tabulka2)													
		Označ. rozdily jsou významné na hlad. p < ,05000													
A		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
		M=,06657	M=,06580	M=,30343	M=,02930	M=,01997	M=,05020	M=,00963	M=,03143	M=,11470	M=,08627	M=,19323	M=,08183	M=,08970	M=,07477
žleby {1}			1,000000	0,000151	0,009348	0,000655	0,801281	0,000165	0,017262	0,000457	0,563224	0,000151	0,863702	0,324309	0,999162
holešov 16 {2}		1,000000		0,000151	0,011662	0,000801	0,846050	0,000169	0,021425	0,000389	0,505847	0,000151	0,821433	0,280062	0,997951
kolín {3}		0,000151	0,000151		0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151
bahno {4}		0,009348	0,011662	0,000151		0,996996	0,473846	0,565992	1,000000	0,000151	0,000165	0,000151	0,000223	0,000155	0,000881
kluky {5}		0,000655	0,000801	0,000151	0,996996		0,065344	0,992305	0,981409	0,000151	0,000151	0,000151	0,000153	0,000151	0,000181
větrušice {6}		0,801281	0,846050	0,000151	0,473846	0,065344		0,003563	0,633615	0,000152	0,013216	0,000151	0,045267	0,004871	0,245109
ČB {7}		0,000165	0,000169	0,000151	0,565992	0,992305	0,003563		0,410303	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000152
Valteřice {8}		0,017262	0,021425	0,000151	1,000000	0,981409	0,633615	0,410303		0,000151	0,000181	0,000151	0,000296	0,000160	0,001592
slaný {9}		0,000457	0,000389	0,000151	0,000151	0,000151	0,000152	0,000151	0,000151		0,102670	0,000151	0,032446	0,224117	0,004289
hradenín {10}		0,563224	0,505847	0,000151	0,000165	0,000151	0,013216	0,000151	0,000181	0,102670		0,000151	0,999999	1,000000	0,980967
plzeň {11}		0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151	0,000151		0,000151	0,000151	0,000151
Holešov 17 {12}		0,863702	0,821433	0,000151	0,000223	0,000153	0,045267	0,000151	0,000296	0,032446	0,999999	0,000151		0,999452	0,999824
hořice {13}		0,324309	0,280062	0,000151	0,000155	0,000151	0,004871	0,000151	0,000160	0,224117	1,000000	0,000151	0,999452		0,880174
čachovice {14}		0,999162	0,997951	0,000151	0,000881	0,000181	0,245109	0,000152	0,001592	0,004289	0,980967	0,000151	0,999824	0,880174	

**Příloha č. 22:** Statistické vyhodnocení obsahu K v lískových ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=5166,3	M=7829,7	M=9781,2	M=6839,0
neratovice {1}			0,000255	0,000252	0,000554
všejanya {2}		0,000255		0,000676	0,008219
chlístovice {3}		0,000252	0,000676		0,000272
větrušice {4}		0,000554	0,008219	0,000272	

**Příloha č. 23:** Výstup ze statistického hodnocení obsahu Ca v lísk. ořeších (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.: obsah (Tabulka3) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=613,21	M=702,87	M=444,69	M=650,99
neratovice {1}			0,002582	0,000316	0,113358
všejanya {2}		0,002582		0,000245	0,020876
chlístovice {3}		0,000316	0,000245		0,000250
větrušice {4}		0,113358	0,020876	0,000250	

**Příloha č. 24:** Statistický výstup hodnocení obsahu Mg v lískových ořeších (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=1312,0	M=1886,2	M=1848,8	M=1722,0
neratovice {1}			0,000470	0,000862	0,001992
všejanya {2}		0,000470		0,917963	0,075980
chlístovice {3}		0,000862	0,917963		0,240455
větrušice {4}		0,001992	0,075980	0,240455	

**Příloha č. 25:** Statistické vyhodnocení obsahu Mn v lískových ořeších (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=9,2567	M=9,1100	M=21,670	M=53,567
neratovice {1}			0,998631	0,000231	0,000231
všejanya {2}		0,998631		0,000231	0,000231
chlístovice {3}		0,000231	0,000231		0,000231
větrušice {4}		0,000231	0,000231	0,000231	

**Příloha č. 26:** Podrobné statistické vyhodnocení obsahu Zn v lísk. ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=22,617	M=31,260	M=41,665	M=34,225
neratovice {1}			0,000255	0,000245	0,000249
všejanya {2}		0,000255		0,000257	0,029332
chlístovice {3}		0,000245	0,000257		0,000446
větrušice {4}		0,000249	0,029332	0,000446	

**Příloha č. 27:** Výstup statistického hodnocení obsahu Na v lískových ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=104,06	M=39,907	M=19,173	M=21,350
neratovice {1}			0,000252	0,000252	0,000252
všejanya {2}		0,000252		0,000252	0,000254
chlístovice {3}		0,000252	0,000252		0,439763
větrušice {4}		0,000252	0,000254	0,439763	

**Příloha č. 28:** Statistické vyhodnocení obsahu Fe v lískových ořeších (Statistica 12)

		Nestejně N HSD; proměnná: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=35,070	M=21,505	M=73,220	M=70,663
neratovice {1}			0,000265	0,000252	0,000252
všejanya {2}		0,000265		0,000252	0,000252
chlístovice {3}		0,000252	0,000252		0,082905
větrušice {4}		0,000252	0,000252	0,082905	

**Příloha č. 29:** Podrobnější statistické hodnocení obsahu Cu v lísk. ořeších (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=16,137	M=25,497	M=7,1000	M=11,440
chlístovice {1}			0,000744	0,000892	0,034931
větrušice {2}		0,000744		0,000231	0,000243
neratovice {3}		0,000892	0,000231		0,050410
všejanya {4}		0,034931	0,000243	0,050410	

**Příloha č. 30:** Statistické vyhodnocení obsahu Se v lískových ořeších (Statistica 12)

		Tukeyův HSD test; proměn.: obsah (Tabulka2) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
A		{1}	{2}	{3}	{4}
		M=,04460	M=,05443	M=,00693	M=,04173
neratovice {1}			0,103897	0,000244	0,860391
všejanya {2}		0,103897		0,000231	0,034621
chlístovice {3}		0,000244	0,000231		0,000262
větrušice {4}		0,860391	0,034621	0,000262	

## 10 Seznam tabulek

<b>Tabulka č. 1:</b> Průměrný obsah minerálních látek ve vlašských ořechích (mg/100 g).....	32
<b>Tabulka č. 2:</b> Průměrné obsahy minerálních látek ve 100 g lískových ořechů.....	34
<b>Tabulka č. 3:</b> Variabilita minerálního složení (mg/100 g mandlí) v závislosti na roku sklizně .	35
<b>Tabulka č. 4:</b> Variabilita minerálního složení (mg/100 g mandlí) v závislosti na pěstitelské oblasti.....	35
<b>Tabulka č. 5:</b> Minerální složení kešu ořechů (mg/100 g) .....	36
<b>Tabulka č. 6:</b> Minerální složení para ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	37
<b>Tabulka č. 7:</b> Průměrný obsah makroelementů a mikroelementů v pistáciích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	38
<b>Tabulka č. 8:</b> Průměrný obsah minerálních látek v pekanových ořechích (mg/100 g) .....	39
<b>Tabulka č. 9:</b> Průměrné obsahy minerálních látek (mg.kg <sup>-1</sup> ) ve všech sledovaných druzích ořechů .....	40
<b>Tabulka č. 10:</b> Zakoupené druhy suchých skořápkových plodů .....	45
<b>Tabulka č. 11:</b> Použité vlašské a lískové ořechy z domácí produkce .....	46
<b>Tabulka č. 12:</b> Průměrný obsah Ca v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	51
<b>Tabulka č. 13:</b> Stanovený obsah Ca ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	53
<b>Tabulka č. 14:</b> Zjištěný průměrný obsah Ca v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	54
<b>Tabulka č. 15:</b> Průměrný obsah Mg v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	55
<b>Tabulka č. 16:</b> Stanovený průměrný obsah Mg ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	56
<b>Tabulka č. 17:</b> Zjištěný průměrný obsah Mg v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	57
<b>Tabulka č. 18:</b> Průměrný obsah Mn v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	58
<b>Tabulka č. 19:</b> Stanovený obsah Mn ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	59
<b>Tabulka č. 20:</b> Zjištěný průměrný obsah Mn v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	60
<b>Tabulka č. 21:</b> Průměrný obsah Zn v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	61
<b>Tabulka č. 22:</b> Stanovený průměrný obsah Zn ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	62
<b>Tabulka č. 23:</b> Zjištěný průměrný obsah Zn v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	63
<b>Tabulka č. 24:</b> Průměrný obsah Na v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	64
<b>Tabulka č. 25:</b> Stanovený průměrný obsah Na ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	65
<b>Tabulka č. 26:</b> Zjištěný průměrný obsah Na v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	66
<b>Tabulka č. 27:</b> Průměrný obsah K v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	67
<b>Tabulka č. 28:</b> Stanovený průměrný obsah K ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	68
<b>Tabulka č. 29:</b> Zjištěný průměrný obsah K v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	69
<b>Tabulka č. 30:</b> Průměrný obsah Fe v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	70
<b>Tabulka č. 31:</b> Stanovený průměrný obsah Fe ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	71
<b>Tabulka č. 32:</b> Zjištěný průměrný obsah Fe v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	72
<b>Tabulka č. 33:</b> Průměrný obsah Cu v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	73
<b>Tabulka č. 34:</b> Stanovený průměrný obsah Cu ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	74
<b>Tabulka č. 35:</b> Zjištěný průměrný obsah Cu v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	75
<b>Tabulka č. 36:</b> Průměrný obsah Se v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	76
<b>Tabulka č. 37:</b> Stanovený průměrný obsah Se ve vlašských ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	77
<b>Tabulka č. 38:</b> Zjištěný průměrný obsah Se v lískových ořechích (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	78

## 11 Seznam obrázků

<b>Obrázek č. 1:</b> Mapa ČR - zobrazení míst původu vlašských a lískových ořechů.....	47
<b>Obrázek č. 2:</b> Grafické znázornění obsahu Ca v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	52
<b>Obrázek č. 3:</b> Zobrazení obsahu Ca ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	53
<b>Obrázek č. 4:</b> Grafické zobrazení průměrného obsahu Ca v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	54
<b>Obrázek č. 5:</b> Grafické znázornění obsahu Mg v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	55
<b>Obrázek č. 6:</b> Zobrazení obsahu Mg ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	56
<b>Obrázek č. 7:</b> Grafické zobrazení průměrného obsahu Mg v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	57
<b>Obrázek č. 8:</b> Grafické znázornění obsahu Mn v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	58
<b>Obrázek č. 9:</b> Zobrazení obsahu Mn ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	59
<b>Obrázek č. 10:</b> Grafické zobrazení průměrného obsahu Mn v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	60
<b>Obrázek č. 11:</b> Grafické znázornění obsahu Zn v různých suchých skořápkových plodech (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	61
<b>Obrázek č. 12:</b> Zobrazení obsahu Zn ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	62
<b>Obrázek č. 13:</b> Grafické zobrazení průměrného obsahu Zn v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	63
<b>Obrázek č. 14:</b> Grafické znázornění obsahu Na v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	64
<b>Obrázek č. 15:</b> Zobrazení obsahu Na ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	65
<b>Obrázek č. 16:</b> Grafické zobrazení obsahu Na v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	66
<b>Obrázek č. 17:</b> Grafické znázornění obsahu K v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	67
<b>Obrázek č. 18:</b> Zobrazení průměrného obsahu K ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	68
<b>Obrázek č. 19:</b> Grafické zobrazení obsahu K v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	69
<b>Obrázek č. 20:</b> Grafické znázornění obsahu Fe v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	70
<b>Obrázek č. 21:</b> Zobrazení obsahu Fe ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	71
<b>Obrázek č. 22:</b> Grafické zobrazení obsahu Fe v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	72
<b>Obrázek č. 23:</b> Grafické znázornění obsahu Cu v různých ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	73
<b>Obrázek č. 24:</b> Zobrazení obsahu Cu ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	74
<b>Obrázek č. 25:</b> Grafické zobrazení obsahu Cu v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	75
<b>Obrázek č. 26:</b> Grafické znázornění obsahu Se v různých druzích ořechů (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	76
<b>Obrázek č. 27:</b> Zobrazení obsahu Se ve vlašských ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	77
<b>Obrázek č. 28:</b> Grafické zobrazení průměrného obsahu Se v lískových ořeších (mg.kg <sup>-1</sup> ).....	78



## 12 Seznam příloh

<b>Příloha č. 1:</b> Průměrný obsah minerálních látek ve vzorcích různých druhů suchých skořápkových plodů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).....	96
<b>Příloha č. 2:</b> Průměrný obsah prvků ve vzorcích vlašských ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).....	97
<b>Příloha č. 3:</b> Průměrný obsah minerálních látek ve vzorcích lískových ořechů ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) .....	98
<b>Příloha č. 4:</b> Statistické vyhodnocení obsahu K v různých druzích ořechů (Statistica 12) .....	99
<b>Příloha č. 5:</b> Ukázka statistické vyhodnocení obsahu Ca v různých ořeších (Statistica 12).....	99
<b>Příloha č. 6:</b> Statistické výsledky obsahu Mg v různých druzích ořechů (Statistica 12) .....	99
<b>Příloha č. 7:</b> Podrobné statistické vyhodnocení obsahu Mn v různých ořeších (Statistica 12) .....	99
<b>Příloha č. 8:</b> Výstup statistického hodnocení obsahu Zn v různých ořeších (Statistica 12)...	100
<b>Příloha č. 9:</b> Statistické vyhodnocení obsahu Na v různých druzích ořechů (Statistica 12) ..	100
<b>Příloha č. 10:</b> Podrobné statistické vyhodnocení obsahu Fe v různých ořeších (Statistica 12) .....	100
<b>Příloha č. 11:</b> Statistické vyhodnocení obsahu Cu v různých druzích ořechů (Statistica 12)	100
<b>Příloha č. 12:</b> Výstup statistického hodnocení obsahu Se v různých druzích (Statistica 12).	101
<b>Příloha č. 13:</b> Podrobné statistické vyhodnocení obsahu K ve vlašských ořeších (Statistica 12) .....	102
<b>Příloha č. 14:</b> Statistický výstup hodnocení obsahu Ca ve vlašských ořeších (Statistica 12).	102
<b>Příloha č. 15:</b> Statistické vyhodnocení obsahu Mg ve vlašských ořeších (Statistica 12) .....	103
<b>Příloha č. 16:</b> Výstup statistického hodnocení obsahu Mn ve vlašských ořeších (Statistica 12) .....	103
<b>Příloha č. 17:</b> Podrobnější statistické vyhodnocení obsahu Zn ve vlašských ořeších (Statistica 12) .....	104
<b>Příloha č. 18:</b> Statistické vyhodnocení obsahu Na ve vlašských ořeších (Statistica 12) .....	104
<b>Příloha č. 19:</b> Výstup ze statistického hodnocení obsahu Fe ve vlašských ořeších (Statistica 12) .....	105
<b>Příloha č. 20:</b> Statistické vyhodnocení obsahu Cu ve vlašských ořeších (Statistica 12) .....	105
<b>Příloha č. 21:</b> Podrobné statistické vyhodnocení obsahu Se ve vlašských ořeších (Statistica 12) .....	106
<b>Příloha č. 22:</b> Statistické vyhodnocení obsahu K v lískových ořeších (Statistica 12).....	107
<b>Příloha č. 23:</b> Výstup ze statistického hodnocení obsahu Ca v lísk. ořeších (Statistica 12)...	107
<b>Příloha č. 24:</b> Statistický výstup hodnocení obsahu Mg v lískových ořeších (Statistica 12) ..	107
<b>Příloha č. 25:</b> Statistické vyhodnocení obsahu Mn v lískových ořeších (Statistica 12) .....	107
<b>Příloha č. 26:</b> Podrobné statistické vyhodnocení obsahu Zn v lísk. ořeších (Statistica 12)...	107
<b>Příloha č. 27:</b> Výstup statistického hodnocení obsahu Na v lískových ořeších (Statistica 12) .....	108
<b>Příloha č. 28:</b> Statistické vyhodnocení obsahu Fe v lískových ořeších (Statistica 12) .....	108
<b>Příloha č. 29:</b> Podrobnější statistické hodnocení obsahu Cu v lísk. ořeších (Statistica 12)...	108
<b>Příloha č. 30:</b> Statistické vyhodnocení obsahu Se v lískových ořeších (Statistica 12) .....	108