

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



**Stanovení vybraných mikronutrientů v doplňcích stravy
na bázi zeleného ječmene**

Diplomová práce

Bc. Barbora Peslová

Výživa a potraviny

doc. Ing. Alena Hejtmánková, CSc.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Stanovení vybraných mikronutrientů v doplňcích stravy na bázi zeleného ječmene" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucí mé práce paní doc. Ing. Aleně Hejtmánkové, CSc za vstřícný přístup a odborné vedení celé práce, milé jednání a v neposlední řadě cenné rady. Dále bych ráda poděkovala Ing. Tereze Michlové, Ph.D. za odborné vedení a milou spolupráci při stanovování minerálních látek pomocí metody AAS. V neposlední řadě patří velké díky také mé rodině a blízkým přátelům za podporu během celé doby studia.

Stanovení vybraných mikronutrientů v doplňcích stravy na bázi zeleného ječmene

Souhrn

Zelený ječmen je pěstován a využíván lidstvem po tisíce let, nejstarší nálezy jeho divoké formy jsou datovány 8500 let před naším letopočtem, ve starém Egyptě sloužil jako hlavní obživa. Využívalo se nejen zrno jako základ mouk, ale i zelená rostlina pro výrobu šťáv a jako obklad na zranění a popáleniny. Dnes se použití zeleného ječmene těší stále větší oblibě a jeho konzumace je spojena se zdravou výživou. Vědecky jsou prokázány rozmanité pozitivní účinky na lidský organismus, je považován za superpotravinu. Tyto vlastnosti jsou dány jeho výjimečným složením, obsahem mnoha enzymů, antioxidantů, všech esenciálních aminokyselin, vitamínů, minerálních látek, chlorofylu, rozpustné i nerozpustné vlákniny.

V současné době je na trhu k dostání mnoho doplňků stravy na bázi zeleného ječmene. Ve dvaceti z nich byly stanovovány a porovnávány obsahy K, Na, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Mn a vitamínů skupiny B (B1, B2, B3, B6 a B9) a vitamínu C. Minerální látky byly stanoveny metodou AAS a vitamíny metodou HPLC. Doplnky stravy byly v běžně nabízené (konvenční) i v bio kvalitě a pocházely bezmála z celého světa.

Nejvíce zastoupeným vitamínem ve vzorcích byl vitamín C (průměrně 145 mg.100g⁻¹), dále vitamíny B1 a B2 (oba průměrně 24,9 mg.100g⁻¹), v menší míře se vyskytovaly vitamíny B6 (8,37 mg.100g⁻¹) a B3 (3,88 mg.100g⁻¹), nejméně zastoupený byl vitamín B9 (průměrně 1,5 mg.100g⁻¹). Z minerálních látek byl v průměru nejvíce zastoupen K (2634 mg.100g⁻¹), dále Na (461,5 mg.100g⁻¹), Ca (317 mg.100g⁻¹), Fe (211 mg.100g⁻¹). Nejméně byly zastoupeny minerální látky Mn (2,82 mg.100g⁻¹), Zn (2,18 mg.100g⁻¹) a Cu (0,72 mg.100g⁻¹).

V bio doplňcích stravy byly zjištěny vyšší celkové obsahy vitamínů i minerálních látek oproti konvenčním doplňkům stravy. Až na výjimku manganu a vitamínu B1 jsou obsahy všech analytů vyšší v bio doplňcích stravy na bázi zeleného ječmene.

Analýzou byla zjištěna velká variabilita mezi jednotlivými doplňky stravy, jak v obsahu vitamínů, tak v obsahu minerálních látek. Obsah je pravděpodobně významně ovlivněn pěstebními podmínkami a zemí původu.

Stanovené obsahy vitamínů a minerálních látek jsou zpravidla nižší, než je deklarováno některými výrobci, avšak přesné složení většiny doplnků stravy na bázi zeleného ječmene není na etiketách uvedeno.

Klíčová slova: zelený ječmen, draslík, vápník, hořčík, vitamíny skupiny B

Determination of selected micronutrients in the food supplement on the basis of green barley

Summary

Green barley is grown and used by mankind for thousands of years, the oldest discoveries of wild forms are dated back to 8500 BC, in ancient Egypt Barley served as the main source of livelihood. Barley was not used just as base of flour, but also as a green plant for the juices production and as a compress for injuries and burns. In these days is barley becoming increasingly popular and its consumption is associated with healthy lifestyle. Thanks to scientifically proven effects on human organism is green barley considered superfood. These attributes are possible due to its exceptional composition such as the content of enzymes, antioxidants, essential amino acids, vitamins, minerals, chlorophyll, soluble and insoluble fiber.

Nowadays are plenty of green barley food supplements available on the market. In 20 of those were determined and compared contents of K, Na, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Mn by AAS method and vitamin B (B1, B2, B3, B6 and B9) and vitamin C contents by HPLC. Dietary supplements were commonly offered in both organic and organic quality and came from worldwide production.

The most abundant vitamin in the samples was vitamin C (145 mg per 100g⁻¹ on average), followed by vitamins B1 and B2 (both 24.9 mg per 100g⁻¹), B6 vitamins (8.37 mg.100g⁻¹) and B3 (3.88 mg.100g⁻¹), the least represented was B9 vitamin (average 1.5 mg.100g⁻¹). Minerals were represented mostly by K (2634 mg.100g⁻¹), Na (461.5 mg.100g⁻¹), Ca (317 mg.100g⁻¹), Fe (211 mg.100g⁻¹). Mineral substances Mn (2.82 mg.100g⁻¹), Zn (2.18 mg.100g⁻¹) and Cu (0.72 mg.100g⁻¹) were the least represented.

In bio food supplements were found higher total contents of vitamins and minerals compared to conventional food supplements. With the exception of manganese and vitamin B1, the contents of all analytes are higher in organic food supplements based on green barley.

The analysis revealed a great variability between the individual supplements, both in the contents of vitamins and in the contents of minerals. The content is likely to be significantly affected by growing conditions and the country of origin.

As a rule, determined contents of vitamins and minerals are lower than those declared by some manufacturers, but the exact composition of most of the observed samples on the green barley basis is not indicated on the labels.

Keywords: green barley, potassium, calcium, magnesium, B-group vitamins

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Cíl práce.....	13
3	Literární řešerše.....	14
3.1	Pěstování, sklizeň, výroba	15
3.2	Předpokládané použití.....	17
3.2.1	Mladý ječmen a anémie	19
3.2.2	Mladý ječmen a detoxikace	19
3.2.3	Mladý ječmen a kůže	19
3.2.4	Mladý ječmen a nadváha	20
3.2.5	Mladý ječmen a rakovina	20
3.2.6	Mladý ječmen a kardiovaskulární systém	20
3.2.7	Mladý ječmen a gastrointestinální trakt	21
3.3	Minerální látky a jejich význam ve výživě člověka	21
3.3.1	Vápník (Ca)	22
3.3.2	Hořčík (Mg).....	23
3.3.3	Draslík (K).....	23
3.3.4	Sodík (Na)	23
3.3.5	Zinek (Zn).....	24
3.3.6	Železo (Fe).....	25
3.3.7	Mangan (Mn).....	26
3.3.8	Měď (Cu).....	26
3.3.9	Selen (Se).....	26
3.3.10	Doporučený denní příjem minerálních látek a vitamínů	27
3.4	Vitamíny a jejich význam ve výživě člověka	29
3.4.1	Vitamín C	29
3.4.2	Vitamín B1 (thiamin)	30
3.4.3	Vitamín B2 (riboflavin).....	30
3.4.4	Vitamín B3 (niacin).....	31
3.4.5	Vitamín B6 (pyridoxin)	31
3.4.6	Vitamín B9 (listová kyselina).....	32
3.5	Chlorofyl.....	32
3.6	Obsah vitamínů a minerálních látek.....	34
3.7	Enzymy	36
3.8	Aminokyseliny	36
3.9	Vliv správného užívání na účinnost zeleného ječmene.....	37
3.10	Použité analytické metody	38
3.10.1	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC).....	38

3.10.2	Atomová absorpční spektrometrie.....	38
4	Materiál a metody	40
4.1	Analyzované doplňky stravy.....	40
4.2	Chemikálie.....	43
4.2.1	Metoda AAS.....	43
4.2.2	Metoda HPLC.....	43
4.3	Použité pomůcky a přístroje	44
4.3.1	Metoda AAS.....	44
4.3.2	Metoda HPLC.....	45
4.4	Stanovení minerálních látek	46
4.4.1	Příprava vzorků k analýze	46
4.4.1.1	Mikrovlnná mineralizace	46
4.4.1.2	Odpařování vzniklých mineralizátů.....	47
4.4.1.3	Odpařování vzniklých mineralizátů pro stanovení selenu	48
4.4.1.4	AAS analýza	49
4.5	Stanovení vitamínů	50
4.5.1	Příprava vzorků k analýze	50
4.5.2	Analýza pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie.....	51
4.6	Statistické vyhodnocení	52
5	Výsledky.....	53
5.1	Minerální látky.....	53
5.1.1	Vápník (Ca)	53
5.1.2	Hořčík (Mg).....	54
5.1.3	Draslík (K).....	56
5.1.4	Sodík (Na)	57
5.1.5	Zinek (Zn).....	58
5.1.6	Železo (Fe).....	60
5.1.7	Měď (Cu).....	61
5.1.8	Mangan (Mn).....	62
5.1.9	Selen (Se).....	64
5.2	Vitamíny	64
5.2.1	Vitamín B1	64
5.2.2	Vitamín B2	65
5.2.3	Vitamín B3	66
5.2.4	Vitamín B6	68
5.2.5	Vitamín B9	69
5.2.6	Vitamín C	70
5.3	Celkový obsah minerálních látek a vitamínů	72
5.4	Posouzení obsahů minerálních látek a vitamínů v denní dávce vzhledem k doporučenému dennímu příjmu	75

6	Diskuze	77
6.1	Obsahy minerálních látek	77
6.2	Obsahy vitamínů	80
6.3	Srovnání doplňků v běžně dostupné a bio kvalitě	83
6.4	Variabilita vitamínů a minerálních látek	84
6.5	Statisticky významné rozdíly mezi doplňky stravy	85
7	Závěr	86
8	Literatura.....	87
9	Seznam použitých zkratk.....	92
10	Seznam tabulek a obrázků	93
10.1	Seznam tabulek.....	93
10.2	Seznam obrázků	94
11	Samostatné přílohy.....	I
11.1	Příloha č. 1 Popisná statistika pro stanovené hodnoty jednotlivých minerálních látek a vitamínů	I
11.2	Příloha č. 2 Hodnoty variability hodnot pro jednotlivé minerální látky a vitamíny IX	
11.3	Příloha č. 3 Vyhodnocení statistických rozdílů mezi jednotlivými doplňky stravy X	
11.4	Příloha č. 4 Hodnocení doplňků stravy v bio a v konvenční kvalitě XXVII	
11.5	Seznam příloh	XXIX

1 Úvod

Doplňky stravy na bázi zeleného ječmene jsou stále populárnější, a vzhledem ke svému složení jsou dnes součástí zdravého životního stylu. Ječmen je vhodný pro vegetariány, vegany a pro lidi konzumující raw stravu, což jsou dnes stále oblíbenější směry výživy. Je to zpravidla 100% sušená nebo lisovaná šťáva z mladých rostlin zeleného ječmene (*Hordeum vulgare*) vzrostlých do výšky přibližně 15–25 cm.

Ječmen je obilnina s bohatou historií a celou škálou pozitivních účinků na lidské zdraví. Díky obsahu železa působí pozitivně proti chudokrevnosti, je to silný antioxidant, vysokým obsahem rozpustné i nerozpustné vlákniny působí na gastrointestinální trakt, pozitivně působí také na kardiovaskulární systém, ovlivněním činnosti orgánů nepřímo působí na onemocnění kůže, přímo na kůži působí příkládáním obkladů, jeho enzymy vykazují protirakovinnou aktivitu a také ho lze použít proti vedlejším účinkům chemoterapie.

Minerální látky obsažené v zeleném ječmeni jsou zásadní pro fungování celého organismu, jsou nezbytné pro správný metabolismus živin, pro udržení homeostázy organismu. Jsou součástí celé řady enzymů a hormonů, případně se uplatňují jako aktivátory enzymů. Jejich nedostatek způsobuje různé dysfunkce a onemocnění, proto je jejich dostatečný příjem stravou nezbytný, v některých případech však nedostatečný.

Vitamíny jsou organické molekuly důležité pro celkovou funkci, růst a vývoj organismu. Působí buďto jako aktivátory enzymů, součást enzymů nebo vstupují do enzymatických reakcí jako takové. Nedostatek se označuje jako hypovitaminóza, úplné chybění jako avitaminóza. Vitamíny skupiny B a vitamín C patří mezi ve vodě rozpustné vitamíny, další skupinou jsou vitamíny rozpustné v tucích, A, D, E, K, které se v zeleném ječmeni také vyskytují.

Atomová absorpční spektrometrie a vysokoúčinná kapalná chromatografie jsou nejčastěji používané analytické metody pro stanovení minerálních látek a vitamínů. Patří mezi separační metody, jejichž použití je obrovského rozsahu.

2 Cíl práce

Hypotézy:

Různé druhy doplňků stravy na bázi zeleného ječmene mají různé obsahy minerálních látek.

Různé druhy doplňků stravy na bázi zeleného ječmene mají různé obsahy vitaminů.

Cílem práce je stanovit a porovnat obsahy vybraných minerálních látek a vitaminů v různých tržně dostupných doplňcích stravy na bázi zeleného ječmene.

3 Literární rešerše

Objevy praženého ječného obilí jsou datovány už do doby ledové a do starší i mladší doby kamenné. Ječmen živil Egyptany už 5000 let před naším letopočtem, kdy kromě zrna používali i mladé rostlinky jako posilující prostředek. Byly nalezeny důkazy, že i v dalších dávných civilizacích byly konzumovány mladé rostliny ječmene. V Evropě byl ječmen pěstován téměř všude, Keltové používali ječnou trávu dokonce k léčbě zranění (Rathouský 2007).

Nejstarší archeologický nález divokého ječmene je z období 8500 let před naším letopočtem. Do zbytku světa se ječmen rozšířil z oblasti nazývané jako úrodný půlměsíc, což je oblast dnešního Íráku, Sýrie, Izraele, Palestiny a Libanonu. Ječmen se dostal i do starodávných mytologií, zmínky jsou v řecké, indické, židovské, mezopotámské i čínské mytologii. Ve starém Řecku a Římě byla ječmenná kaše běžným jídlem a byla spojována s výživou gladiátorů, kterým se přezdívalo „ječmen-jedlíci“. Ve starověkých kulturách se začalo z ječmene vařit pivo. Kromě toho bylo zrno ječmene používáno jako nejmenší váhová a délková jednotka, v neposlední řadě jako platidlo. Na území dnešní České republiky se ječmen podle všeho pěstuje již 5000 let. Ještě ve středověku byl ječmen dominantní plodinou, později jej vytlačila pšenice, což trvá dodnes (Česká technologická platforma pro potraviny 2012).

V novodobých dějinách se ječná šťáva dočkala popularizace ve 20. letech 20. století v USA, kdy byla velice rozšířena jako multivitaminový doplněk stravy, který byl dostupný téměř ve všech lékárnách. K ústupu došlo po 2. světové válce, kdy se začalo přecházet na vitamíny uměle syntetizované, dnes se opět začínají preferovat doplňky stravy přírodní povahy (Rathouský 2007).

O popularizaci na druhém konci světa se zasloužil japonský farmakolog Yoshihide Hagiwara, který žil do svých 40 let hektickým životem workoholika. Když si jeho životní styl začal vybírat svou daň, našel „spásu“ ve šťávách z travin, zejména ze zeleného ječmene. Poté provedl mnoho studií o jeho účincích na lidské zdraví (Dallen 2012).

Šťáva z mladého ječmene (*Hordeum vulgare*), sklizená vysoká přibližně 12—15 cm (v některých případech i 25 cm) má bohatou živinovou skladbu, a proto se využívá v dietě

k léčbě onemocnění kůže, jater, krve a poruch gastrointestinálního traktu. Tyto pozitivní účinky jsou připisovány množství speciálních složek jako jsou bílkoviny, rozpustná vláknina, nerozpustná vláknina, flavonoidy, chlorofyl a minerální látky, přičemž flavonoidy a chlorofyly jsou považovány za aktivní složku mladého ječmene. Tyto složky jsou komplexním doplněním rovnováhy v lidské výživě (Cao et al. 2018).

3.1 Pěstování, sklizeň, výroba

Pro výrobu komerčně vyráběných doplňků stravy se ječmen pěstuje klasicky na polích, kde by měly pěstitelské společnosti dbát na kvalitu půdy, aby nedocházelo k jejímu vyčerpávání a ječmen měl potřebné obsahy živin. I z tohoto důvodu se často pěstuje spolu s vojtěškou, aby nevznikala nepřírozená monokultura. Z hlediska kvality je třeba každý rok měnit zasévanou plodinu. Ječmen pěstovaný ve vyšších nadmořských výškách mívá z pravidla vyšší obsah bílkovin. Nutričně zajímavé je pěstování na plochách vyschlých sladkovodních jezer, nebo například v kalifornských polopouštích (Rathouský 2007).

Ječmen je plodinou velice přizpůsobivou mnoha podmínkám. Určuje vertikální i horizontální hranici, kde je možno pěstovat obilniny. V Himalájích se pěstuje až ve výšce 4700 m n. m., je toleratní k zasoleným půdám, snese vystavení vysokým letním teplotám, suchu. Optimální podmínky pro jeho pěstování jsou ve střední Evropě, ideálně v nadmořských výškách 200–300 m n. m., s průměrem teplot 9 °C a srážkami 500–600 mm (Česká technologická platforma pro potraviny 2012).

Výsledné obsahy látek v rostlině závisí na půdně klimatických podmínkách. Vhodné jsou úrodné řepařské oblasti s převahou černozemě a hnědozemě. Zde se totiž dobře daří také cukrovce, která je považována za nejlepší předplodinu. Zařazení do osevního postupu hraje také zásadní roli, obecně se ječmen zařazuje po okopanině. Svou roli hraje i příprava půdy a založení samotného porostu, výživa a hnojení. Hnojiva obsahující makroprvky i mikroprvky, zařazují se podle půdní zásoby a předplodiny (Polák et al. 1998). Optimalizace podmínek a výživy zvyšuje imunitní vlastnosti rostliny, vyšší odolnost proti chorobám, především proti vývoji hnědé rzi, na kterou je ječmen náchylný (Kosheliaev et al 2018).

Ječmen se dá velmi lehce vypěstovat i v domácích podmínkách, v květináči, na balkóně či zahradě. Do požadované výšky rostlina doroste během pouhých 14–21 dní, poté se dá sklízet a zpracovat zcela jednoduše, například v odšťavňovači (Rathouský 2007).

Ve většině případů je rostlina mladého ječmene zpracována do formy prášku za použití dvou technologií, buďto lisováním nebo drcením, případně zmražením mladých listů, kdy ke konečnému zpracování dojde až spotřebitelem. Nadrcený ječmen obsahuje na rozdíl od lisovaného i vlákninu, která způsobuje horší vstřebatelnost některých složek. Tento způsob zpracování je však levnější než lisování. Lisování je prováděno při teplotách do 31 °C, čímž je zaručeno zachování aktivních a cenných složek produktu. Poté je produkt vakuově balen, skladován by měl být v suchu, při pokojové teplotě a v temnu (Rathouský 2007).

U takto vyrobeného prášku bývá někdy problémem nízká rozpustnost a tím i využitelnost živin pro lidský organismus, proto dochází k tlakům na vyvíjení nových technologií na zpracování zeleného ječmene s cílem dostat co nejvyužitelnější prášek pro lidské tělo. Tyto technologie se zabývají snižováním velikosti částic, ideálně do řádů nano, kdy dochází k výrazným změnám v oblasti fyzikálně-chemických a nutričních vlastností. V takto připraveném ječmeni o velikosti částic 140–300 nm byly naměřeny následující hodnoty: obsah chlorofylu 19,64 g.kg⁻¹, obsah flavonoidů 5,34 g.kg⁻¹, obsah celkové vlákniny 290 g.kg⁻¹ a obsah rozpustné vlákniny 116 g.kg⁻¹ (Cao et al. 2018).

Zpracování trávy ječmene vyžaduje zachování významných složek, makronutrientů a mikronutrientů, aby byl zachován účel výrobku. K docílení nízké spotřeby energie, zachování živin a mikrobiologické bezpečnosti lze k ošetření využít ultrazvuk. Poté dochází k sušení, konkrétně byla použita lyofilizace ve vakuu, po sušení se stanovují důležité parametry – barva, mikrobiální kolonie, spotřeba energie, obsah vlhkosti, aktivita vody, chuťové látky, obsah flavonoidů a chlorofylu. Ultrazvukové ošetření vede k nižší vodní aktivitě, produkuje méně kyselosti a hořkosti sušené trávy. Tímto způsobem zpracování je docíleno zlepšení kvality, chuti a spotřeby energie při výrobě (Cao et al. 2018).

Běžně se k sušení prášku používá teplý vzduch, touto technologií však dochází k poklesu obsahu chlorofylu a flavonoidů, a tím i celkové antioxidační aktivity výsledného výrobku.

Tento technologický postup, který je zobrazen na **Obrázku č. 1**, je však zatím výrobci preferován, a to hlavně kvůli nižší spotřebě energie než při lyofilizaci (Cao et al. 2018).



Obrázek č. 1: Ukázka výroby prášku zeleného ječmene pomocí ultrazvuku a následné lyofilizace (Cao et al. 2018).

3.2 Předpokládané použití

Účinky a použití zeleného ječmene vyplývají z jeho složení. Jedná se o funkční potravinu, která může poskytovat podporu ve výživě u jedinců od dětství až do stáří. Obsahuje celou řadu vitamínů a minerálních látek, všech osm esenciálních aminokyselin, chlorofyl a další cenné látky. Má farmakologické účinky, protirakovinnou aktivitu, antioxidační aktivitu, protizánětlivou aktivitu. Tvrdí se, že napomáhá průtoku krve, trávení a celkové detoxikaci těla. Důležitou roli hraje v prevenci a léčbě chronických onemocnění (Lahouar et al. 2015).

Pozitivní účinky šťávy z mladého ječmene byly zkoumány vzhledem k velkému množství tělesných dysfunkcí a onemocnění. Podle studie společnosti Green Ways, s. r. o., kterou prováděl MUDr. M. Lacina vyplývá, že nápoj z prášku zeleného ječmene této firmy má prokazatelně příznivý účinek na syndrom zvýšené sedimentace, leukocytózu, alergie, revmatická onemocnění, lymeskou boreliózu, diabetes mellitus, astma, roztroušenou sklerózu.

Tyto studie byly vyhodnoceny laboratorně, avšak neúčastnilo se jich dostatečné množství respondentů a také nejsou uváděny další možné zásadní faktory a vlivy. Dále je ve studii uvedeno subjektivní hodnocení zlepšení u následujících onemocnění: únava a vyčerpání, deprese, pálení žáhy, bolesti žaludku, nadýmání, zácpa, průjem, nadváha či obezita, otoky končetin, bolesti na hrudi, křečové žíly, hemeroidy, kožní a slizniční alergie, zvýšená teplota, bolesti hlavy, bolesti páteře a kloubů, bolesti svalů a šlach, infekce dýchacích cest, opary, afty, záněty močových cest, prostatické obtíže, gynekologické obtíže, klimakterické obtíže, infekce kůže, akné, dna (Rathouský 2007).

V ječmeni obsažený flavonoid saponarin má silné antioxidační účinky, které jsou dány jeho schopností inhibovat tvorbu malonaldehydu, který vzniká při metabolismu polynenasycených lipidů, a je vysoce reaktivní. Díky jeho obsahu by měl mladý ječmen chránit organismus před onemocněními způsobenými oxidačním stresem, jako jsou různé druhy rakoviny, záněty a kardiovaskulární onemocnění (Kamiyama & Shibamoto 2012).

Prokazatelný antioxidační účinek má i enzym superoxid dismutáza (SOD), účinně chrání buňky a zabraňuje jejich předčasnému stárnutí (Dallen 2012).

Podle Yamaura et al. (2015), hraje konzumace zeleného ječmene velkou roli při prevenci a léčbě psychiatrických onemocnění, jmenovitě hlavně deprese. Předpokládá se, že hlavní příčinou vzniku deprese je stresující životní styl, proto je potřeba snižovat míru stresu. Byla provedena studie na pokusných myších, kdy stresová zátěž vedla k výraznému poklesu dobrovolného chování při běhu v kole. Tento pokles aktivity byl snižován po podání listů zeleného ječmene. Také se prokazatelně zvýšily hladiny BDNF mRNA, které jsou indukovány potlačením stresu. Z toho tedy vyplývá, že zelený ječmen má pravděpodobně silné protistresové vlastnosti.

Předpokládané použití má opravdu široký rozptyl. Bohatý výčet příznivých účinků uvádí téměř každý výrobce, distributor či dodavatel doplňku stravy z mladého zeleného ječmene. Ne všechny účinky jsou dostatečně vědecky prokázány a je třeba brát v úvahu i další možné faktory ovlivňující účinnost produktu.

3.2.1 Mladý ječmen a anémie

Anémie neboli chudokrevnost postihuje především obyvatelstvo rozvojových zemí, kde lidé trpí nedostatkem základních živin. Ve vyspělých zemích ovšem není její výskyt neobvyklý. Strava civilizovaného světa sice obsahuje vysoký podíl masa s dostatkem železa, ale na jeho vstřebatelnost mají vliv i další látky. Navíc v tepelně upravené stravě je železo ve formě těžko vstřebatelných oxidů. Mladý ječmen obsahuje organicky vázané železo, které je lidským organismem dobře vstřebáváno, spolu s dalšími živinami, které jsou důležité pro krvetvorbu (Dallen 2012).

3.2.2 Mladý ječmen a detoxikace

Mladý ječmen obsahuje beze sporu látky, které vykazují výrazné detoxikační nebo antioxidační účinky. Do této skupiny patří chlorofyl a enzymy, u kterých bylo dokázáno, že napomáhají metabolizovat některé insekticidy nebo chemická aditiva přidávaná do potravin a mají také schopnost neutralizovat některé toxiny. Dále jsou tyto složky ječmene schopny degradovat organofosforové pesticidy – malathion, guthion, diazinon a další (Dallen 2012).

Bioflavonoidy, konkrétně glykosylisovitexin, vykazují výrazné antioxidační účinky, díky kterým je ječmen schopen bránit tělo před oxidací mastných kyselin a lecitinu způsobenou UV zářením (Shibamoto & Umeda 2006).

3.2.3 Mladý ječmen a kůže

Vliv na kůži vyplývá z faktu, že stav kůže významně ovlivňuje správná funkce celé řady orgánů lidského těla, na které mladý ječmen také působí. Složení má příznivý vliv nejen na jednotlivé orgány, ale i na výživu, ochranu a regeneraci kožních buněk. Klinické studie ukázaly, že u pacientů s kožními chorobami dochází ke zlepšení či vyléčení mnohem rychleji, než je u těchto onemocnění obvyklé. Nejlepší výsledky měli pacienti s melanózou a atopickým ekzémem (Dallen 2012).

3.2.4 Mladý ječmen a nadváha

Samotný zelený ječmen nezpůsobuje úbytek váhy ani spalování tuku jako takového, ale ovlivňuje procesy v těle s hubnutím související. Obsah vitamínů a minerálních látek působí na hospodaření s energií a metabolismus jednotlivých živin a také má vliv na činnost štítné žlázy, jejíž funkce zasahuje do energetického metabolismu díky své hormonální aktivitě (Dallen 2012).

3.2.5 Mladý ječmen a rakovina

Pozitivní účinek zeleného ječmene při léčbě rakovinného onemocnění souvisí s obsaženou bílkovinou, která obsahuje enzym superoxid dismutázu (SOD), která účinně potlačuje rakovinné buňky. Navíc se využívá jako prevence vedlejších účinků chemoterapie. Dalším enzymem spojeným s účinky na potlačení karcinogenity, ale také mutagenity, je enzym hemoportein, který zneškodňuje karcinogeny a mutageny nazývané jako Try-1 a Try-2, které vznikají spálením různých aminokyselin. Při aplikaci ječmene do buněk s poškozenou DNA byla prokázána dvakrát rychlejší oprava, než je běžné. Vysoké množství mukopolysacharidů potom přímo ovlivňuje schopnost boje imunitních buněk s rakovinou (Dallen 2012).

3.2.6 Mladý ječmen a kardiovaskulární systém

Výše zmíněný enzym SOD má také vliv na ochranu srdeční tkáně proti poškození, hlavně následně při poškození během infarktu. Významný vliv má také na faktory vedoucí k rozvoji kardiovaskulárních chorob (Dallen 2012).

Dále byl potvrzen možný účinek na kardiovaskulární systém, související se schopností zeleného ječmene napomáhat snižování hladiny cholesterolu v krvi diabetiků (Miyake & Shibamoto 1998). Jiné studie prokázaly, že šťáva z mladého ječmene snižuje hladinu LDL cholesterolu v krvi všech pacientů, nejen těch s diabetem. Viditelných výsledků bylo dosaženo po 4 týdnech užívání 15 g denně. Studie také potvrzuje snížení celkového a LDL cholesterolu u lidí s diabetem 2. typu (Yu et al. 2002).

Výsledky předchozích studií potvrdily i klinické testy v Tchajwanské univerzitě, ve kterých bylo dokázáno snížení hladiny celkového cholesterolu, LDL cholesterolu a volných radikálů kyslíku u pacientů trpících II. typem diabetes mellitus, u kterých je pravděpodobnost rozvoje kardiovaskulárních onemocnění mnohem vyšší (Dallen 2012).

3.2.7 Mladý ječmen a gastrointestinální trakt

Prokazatelný vliv má zelený ječmen na trávicí soustavu, především potom na tlusté střevo. Je dokázán příznivý účinek na růst mikrobioty, na stimulaci buněk tlustého střeva a vliv na regulaci obsahu vody ve stolici. Byl prokázán důležitý vliv na recidivum zánětu tlustého střeva, zmenšuje frekvenci a trvání zánětu (Bamba et al. 2002).

Ječmen také působí proti vředovým onemocněním v oblasti žaludku a duodena. Předpokládaným důvodem jsou protizánětlivé účinky, díky látce P4D1, kterou se podařilo z ječmene izolovat. Tato látka prokazatelně potlačuje záněty pankreatu, žaludku, ústní dutiny, kůže a mechanických poranění žaludku a duodena. Vlákna spolu s chlorofylem a dalšími látkami příznivě ovlivňuje tlusté střevo, jak jeho peristaltiku, tak inaktivací toxických látek přijatých s potravou. Celkově potom příznivě ovlivňuje mechanismy související s vyprazdňováním (Dallen 2012).

3.3 Minerální látky a jejich význam ve výživě člověka

Minerální látky jsou v těle obsaženy v malých množstvích, ovšem jejich význam je zásadní. Plní v těle nejrůznější úlohy, podílejí se na metabolismu a v neposlední řadě také na homeostáze organismu. Jejich nedostatek se může projevit jako nejrůznější dysfunkce či symptomy onemocnění. Není důležitý pouze jejich příjem, ale také jejich dostupnost pro organismus z daného zdroje. U problematických prvků, nedostatkových ve výživě, dochází k obohacování potravin, aby byl zajištěn jejich dostatečný příjem pro populaci. Zde je důležité technologické zpracování kvůli biologické dostupnosti. Jako technologii lze použít například genovou nadměrnou expresi a aktivační kontrolu, kdy jsou plodiny vyšlechtěny tak, že žádoucí minerální prvky hromadí v jedlé části rostliny (Gharibzahedi & Jafari 2017).

Minerální látky se dělí do dvou skupin:

1. Makroprvky: vápník, hořčík, draslík, sodík, chlor, fosfor, síra
2. Stopové prvky: jod, zinek, selen, železo, mangan, měď, kobalt, chrom, bor

Předpokládá se, že dobrou a vyváženou stravou, rostlinného i živočišného původu, je příjem minerálních látek pro organismus dostatečný (Lukacki 2004).

3.3.1 Vápník (Ca)

Vápník je považován za základní živinu a současně také za pátý nejhojněji zastoupený prvek v zemské kůře jako součást širokého spektra minerálů. Z tohoto důvodu by měl být snadno dostupný ze stravy a s pokrytím denního příjmu by neměl být problém. Přesto stále přibližně 75 milionů lidí trpí osteoporózou, což je onemocnění, kdy dochází k vyplavování vápenatých kationtů ze skeletu kostí, kosti tak řádnou a křehnou, dochází ke zvýšenému riziku lámavosti. Problémem zůstává forma, v jaké je vápník přijímán, musí být v dostupné formě pro absorpci, což znamená, že musí být schopen se rozpustit v kyselém prostředí žaludku nebo zůstat rozpuštěn, pokud již rozpuštěn byl. 90 % vápníku je potom vstřebáváno v tenkém střevě, zbývajících necelých 10 % je vstřebáváno v tlustém střevě. Absorpce je regulována vitamínem D a to hlavně v dvanáctníku (Vavrusova & Skibsted 2014).

Lidské tělo obsahuje přibližně 1 kg vápníku, z toho je 99 % vázáno v kostech ve formě fosforečnanu vápenatého. Je zapojen do svalové kontrakce, aktivace enzymů, diferenciaci buněk, imunitní odpovědi, programování buněčné smrti a neuronální aktivity. Takto široké spektrum využití vyžaduje přesně řízenou koncentraci vápníku v krvi a extracelulární tekutině. Extracelulární koncentrace je udržována pomocí receptoru citlivého na vápník, který se nachází v příštítné žláze, a pomocí intestinální absorpce a ledvinové reabsorpce. Nesoulad těchto mechanismů způsobuje osteomalacii (Pu et al. 2016). Důležitý je také pro zdravé zuby, srážlivost krve a regulaci krevního tlaku (Gharibzahedi & Jafari 2017). Vysoký příjem není žádoucí, zvyšuje riziko onemocnění ledvin, také zvyšuje riziko infarktu myokardu a mrtvice (Pu et al. 2016).

Významným zdrojem je zelená zelenina, luštěniny, mléko a mléčné výrobky, tofu a fortifikované sójové mléko, konzervované ryby s kostmi (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.3.2 Hořčík (Mg)

Vyskytuje se v kostech, je potřebný pro tvorbu bílkovin, svalovou kontrakci, imunitní systém a nervový přenos. Působí jako aktivátor a kofaktor různých enzymů (Gharibzahedi & Jafari 2017). Je kofaktorem více než 600 enzymů (De Baaji et al. 2015). Studie zabývající se vyčerpáním a doplňováním hořčíku v lidské výživě naznačují, že hořčík je užitečný v terapii deprese (Boyle et al. 2017).

Významnými zdroji jsou ořechy a semena, luštěniny, artyčoky, listová a zelená zelenina, mléko a mléčné výrobky, mořské plody, čokoláda, „tvrdá“ voda (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.3.3 Draslík (K)

Draslík je oproti sodíku důležitým intracelulárním kationtem, který má také důležitou úlohu v udržování osmotického tlaku. Extracelulární draslík, kterého je malé množství, hraje roli v udržování homeostázy elektrolytů. Má velký význam pro svalovou činnost a růst. Při jeho nedostateku dochází k poruchám funkce svaloviny, kosterní, srdeční i hladké (Kirkland & Meyer-Ficca 2018).

Zdrojem je ovoce a zelenina, luštěniny, maso, ryby, mléko, jogurty, káva (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.3.4 Sodík (Na)

Tento prvek je potřebný pro udržení rovnováhy elektrolytů a tekutin v organismu. Dále je potřebný pro srdeční činnost, specifické metabolické aktivity, svalovou kontrakci a nervový přenos (Gharibzahedi & Jafari 2017). Jeho nejdůležitější funkcí je zajistit udržení osmotického tlaku, vodní rovnováhu a acidobazickou rovnováhu v trávicích št'ávách (Kirkland & Meyer-Ficca 2018).

Sodík je v největší míře přijmán ve formě kuchyňské soli, tedy NaCl, a jeho příjem je několikanásobně vyšší, než je vhodné. Nedostatek může nastat pouze při chronickém průjmovém onemocnění nebo nadměrném dlouhém pocení, kdy dojde k jeho vysokému

vyloučení z organismu. Je prokázána souvislost mezi vysokým příjmem sodíku a výskytem vysokého krevního tlaku (Kirkland & Meyer-Ficca 2018).

Sodík se nachází v konzervované zelenině, mase a rybách, mléce, sýrech, pečivu, a ve velkém množství ve zpracovaných potravinách, instantních potravinách, sójové omáčce, solených ořechách a semenech, v rychlém občerstvení (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.3.5 Zinek (Zn)

Zinek je jeden z prvků, jehož nedostatkem trpí celosvětově velké množství lidí, problém je horší v rozvojových zemích, kde představuje nedostatek zinku 5. nejvyšší rizikový faktor vzniku onemocnění až u 75 % populace některých zemí s nedostatečným příjmem zinku. Celosvětově je zinek 11. nejvyšším rizikovým faktorem pro mortalitu a morbiditu nemocí, navíc se odhaduje, že polovina světové populace má suboptimální příjem zinku. Nedostatek zinku lze nejlépe odhalit prostřednictvím pozitivní odpovědi na suplementaci zinku (Nriagu 2018).

Je jedním z nejdůležitějších funkčních kovů, v lidském těle je zaznamenáno více než 300 enzymů obsahující zinek. Jsou důležité pro strukturální stabilizaci a jako kofaktory při katalýzách. Přibližně 10 % lidského genomu kóduje enzymy, které mohou vázat tento prvek. Kvůli jeho důležitosti se jakákoliv porucha homeostázy zinku v těle projevuje onemocněními – reprodukční abnormality, retardace růstu, hypogonadismus, zhoršené hojení ran, kožní léze a anémie, průjem, anorexie, kognitivní poruchy, imunitní dysfunkce, diabetes mellitus, osteoporóza, cirhóza jater, onemocnění střev a dokonce nádory (Nriagu 2018). Je také potřebný pro syntézu bílkovin a genetického materiálu, má hlavní funkci při vnímání chuti, produkci spermií, normální vývoj plodu, normální růst a pohlavní zrání, v neposlední řadě také zlepšuje trávení (Gharibzahedi & Jafari 2017).

Tento prvek se vyskytuje v pšeničných klíčcích, špenátu, dýni, ořechách, fazolích, některých houbách, mořských plodech, hovězím a jehněčím mase, rybách, drůbeži, vepřovém mase, čokoládě a v kakaovém prášku (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.3.6 Železo (Fe)

Železo patří mezi kovy, které jsou hojně zastoupené v zemské kůře, a které jsou pro lidský organismus nezbytné. Z kvantitativního hlediska je jeho hlavním úkolem transport kyslíku, protože tvoří část hemového jádra, základu pro hemoglobin a myoglobin. Malé množství se účastní více než 200 enzymatických systémů, které jsou nezbytnou součástí pro funkce buňky (Skikne & Hershko 2012). Podílí se například na buněčném metabolismu, syntéze RNA a proteinů, redoxních reakcích, v důsledku výměn mezi trojmocným a dvojmocným kationtem také na katabolismu cholesterolu, metabolismu kolagenu, neurotransmiterů. Je tedy nezbytné pro přenos a skladování kyslíku, mnoho metabolických funkcí spojených s růstem, imunitou, svalovou aktivitou, pevností kostí a nervovým systémem (Blanco-Rojo & Vaquero 2019).

Problém s nedostatkem železa je rozšířen po celém světě, trápí obyvatele jak v rozvojových, tak v rozvinutých zemích. Světová zdravotnická organizace odhadla, že anémií v roce 2011 trpí přibližně 800 milionů dětí, což se dá považovat za číslo epidemiologických rozměrů. Nedostatek železa je v mnoha případech asymptomatický, a proto se velmi těžko diagnostikuje. Příznaky spojené s malým nedostatkem železa mohou být slabost, únava, snížené kognitivní funkce, obtížné soustředění. V případech závažnějšího deficitu se kromě anémie mohou ukázat i další projevy, například glositida, stomatitida, vypadávání vlasů a svědění. U dětí a dospívajících potom retardace růstu, horší motorický a kognitivní vývoj. Během těhotenství je nedostatek spojen s rizikem nízké porodní hmotnosti dítěte, předčasného porodu a se zvýšenou úmrtností jak dítěte, tak matky (Blanco-Rojo & Vaquero 2019).

Také se ukázalo, že anémie způsobená nedostatkem železa je rizikovým faktorem úmrtí u pacientů podstupujících chirurgické zákroky (Musallam et al. 2011).

Nachází se v ovoci, zelenině a luštěninách. Lépe je však využitelné z živočišných zdrojů, kde se vyskytuje v játrech, mořských plodech, hovězím a jehněčím mase, vejcích. Dále se také nachází v čokoládě, kakaovém prášku, obilovinách obohacených o železo a tofu (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.3.7 Mangan (Mn)

Je součástí mnoha enzymů. Důležitý je pro normální činnost mozku a nervové soustavy. Mangan je nezbytný pro normální růst struktury lidské kostry. Hraje významnou roli při menopauze žen a v prevenci osteoporózy. Jeho zdroji jsou ovoce a zelenina, jmenovitě ořechy, semena, fazole, špenát, dále celozrnná rýže, mořské plody, ryby, celozrnný chléb, tofu. Obecně se vyskytuje převážně v potravinách rostlinného původu (Gharibzahedi & Jafari 2017). Příjem se liší ve světě v jednotlivých oblastech podle místních zvyklostí, v západní dietě je konzumováno 1–10 mg Mn denně. Stále je diskutován jeho příjem v nepříznivých množstvích, ať už se jedná o nedostatek, který se projevuje zpomalením růstu, změnou hladiny HDL cholesterolu a glukózy v krvi, problémy s reprodukcí, nebo nadbytek, projevující se například anemií. Proti nadbytku má však tělo ochranný systém, ať už v podobě nízké absorpce do organismu nebo následnou rychlou eliminací manganu játry (Greger 1999).

3.3.8 Měď (Cu)

Měď se účastní mnoha buněčných procesů, energetického metabolismu buňky, antioxidační aktivity, činnosti neurotransmiterů, syntézy tkání. Nedostatek či nadbytek vede k ovlivnění různých funkcí orgánů, jejichž důsledkem jsou onemocnění jako diabetes, kardiovaskulární onemocnění, Alzheimerova choroba, angiogeneze, některé formy rakoviny. Dále jsou k přebytku i nedostatku příjmu mědi řazeny genetická onemocnění Menkes a Wilson (Latorre et al. 2019). Měď je dále důležitá pro metabolismus Fe a proteinů. Stimuluje imunitní systém v boji proti infekcím. Opravuje poškozené tkáně, podporuje hojení ran (Gharibzahedi & Jafari 2017).

Zdrojem mohou být luštěniny, semena, celozrnné obiloviny, avokádo, orgány živočichů, mořské plody, kozí sýr, fermentované sojové pokrmy (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.3.9 Selen (Se)

Selen byl objeven v roce 1817 a po 140 let byl považován za toxický prvek, dokud studie Schwarze a Folta neprokázala jeho nezbytnost pro lidský organismus. Tento prvek, jako složka selenoproteinů, aktivuje antikarcinogenní faktory v těle, zabraňuje kardiovaskulárním

onemocněním, vykazuje antiproliferační a protizánětlivé účinky, stimuluje imunitní systém a působí antagonisticky na těžké kovy jako arsen, kadmium, olovo a rtuť. Jako složka enzymů je důležitý v antioxidantních procesech – narušuje procesy peroxidace lipidů a chrání buňky před poškozením genetického materiálu. Selen je čím dál více spojován s reprodukčními funkcemi. Selenoenzymy tvoří můstky, které stabilizují proteinovou strukturu spermatu. Selenoproteiny jsou také spojovány se správnou spermatogenezí, zatímco spojování snížené plodnosti žen s nedostatkem selenu není prokázáno. Role selenu v reprodukci u žen je zatím nejasná, buď bylo provedeno málo studií, nebo jsou výsledky studií spekulativní (Pieczynka & Grajeta 2013).

V těhotenství bylo zjištěno, že zejména v druhém a třetím trimestru dochází ke snížení hladiny selenu v těle matky. Nedostatek může vést k dysfunkcím nervového systému vyvíjejícího se plodu, defektům neurální trubice, vrozeným vadám, které způsobují abnormální formaci páteře. Nízká koncentrace selenu v krevním séru může být příčinou opakovaných potratů. Několik studií také prokázalo souvislost nedostatku selenu s cholestázou a gestačním diabetem u těhotných žen (Pieczynka & Grajeta 2013).

Selen hraje také významnou roli při biosyntéze hormonů štítné žlázy, což má u žen v reprodukčním věku nepřímý vliv na plodnost. Na činnost štítné žlázy má vliv jak u fyziologicky zdravých jedinců, tak i u těch nemocných (Pieczynka & Grajeta 2013).

Za významné zdroje lze považovat zelenou a listovou zeleninu, semena, brazilské ořechy, celozrnné žito, pinto fazole, hnědou rýži, mořské plody, ryby, hovězí a jehněčí maso, kuřecí a krůtí maso, vepřové maso (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.3.10 Doporučený denní příjem minerálních látek a vitamínů

Podle zákona č. 352/2009 Sb. – Doporučené denní dávky vitamínů a minerálních látek jsou zobrazeny v **Tabulce č. 1**.

Tabulka č. 1: Doporučené denní dávky vitamínů a minerálních látek (Pro zdravé žití 2010).

Vitamín nebo minerální látka	Jednotka	Doporučená denní dávka
Biotin	μg	50
Draslík	mg	2000
Fluoridy	mg	3,5
Fosfor	mg	700
Hořčík	mg	375
Chloridy	μg	800
Chrom	μg	40
Jód	μg	150
Kyselina listová	μg	200
Kyselina pantothenová	mg	6
Mangan	mg	2
Měď	mg	1
Molybden	μg	50
Niacin	mg	16
Riboflavin (vitamin B2)	mg	1,4
Selen	μg	55
Thiamin (vitamin B1)	mg	1,1
Vápník	mg	800
Vitamin A	μg	800
Vitamin B12	μg	2,5
Vitamin B6	mg	1,4
Vitamín C	mg	80
Vitamín D	μg	5
Vitamín E	mg	12
Vitamin K	μg	75
Zinek	mg	10
Železo	mg	14

3.4 Vitamíny a jejich význam ve výživě člověka

Vitamíny jsou organické sloučeniny, které jsou nezbytné pro růst, vývoj a funkci celého organismu. Jsou zapojeny do enzymatických procesů, buďto jako aktivátory enzymů, součást enzymů, nebo vstupují do metabolických dějů jako takové. Ve vyspělých státech je avitaminóza zcela výjimečný jev, daleko častěji jsou diagnostikovány některé hypovitaminózy. S velkým rozvojem potravinářského průmyslu totiž dochází k obohacování potravin o problematické látky, které jsou ve výživě nedostatkové, včetně vitamínů. K nedostatku dochází většinou kvůli poruchám vstřebávání nebo nadbytečnému vylučování. Pozornost je vitamínům věnována především pro jejich antioxidační aktivitu, posilování imunitního systému, především obranyschopnost vůči civilizačním chorobám. Nadbytek, vysoký příjem či hromadění vitamínů v organismu, se nazývá hypervitaminóza, při níž dochází k jejich toxickému působení. Vitamíny skupiny B a vitamín C patří mezi vitamíny rozpustné ve vodě (Fajfrová 2011).

3.4.1 Vitamín C

Vitamín C neboli kyselina L-askorbová má v lidském těle řadu rozmanitých úloh. Moduluje imunitní odpověď v podobě kaskádovitých reakcí protizánětlivého cytokinu, posílení fagocytózy leukocytů a snížení superoxidů v makrofázích. Dále je primárním cirkulačním antioxidantem, který inhibuje reaktivní formy kyslíku a dusíku. Také inhibuje replikaci bakterií, zvyšuje endogenní syntézu vasopresinu, dopaminu, podporuje hojení ran díky tomu, že je součástí kofaktoru enzymu, který má za úkol syntézu kolagenu. Jeho adekvátní hladina v krevní plazmě má vliv na psychický stav člověka a jeho náladu (Langloise & Lamontagne 2019).

Klasickým projevem nedostatku vitamínu C je nemoc nazývaná kurděje (skorbut). Tato nemoc je důsledkem poruchy tvorby kolagenu. Typickými příznaky je podkožní hemorrhagie, svalová slabost, vypadávání zubů, anémie, náchylnost k infekcím, záněty a krvácení dásní (Fajfrová 2011).

Předávkování je velice vzácné, dlouhodobý příjem vyšší než 1 g denně zvyšuje riziko vzniku oxalátových kamenů a denní příjem 2–3 g denně způsobuje silné průjmy, v důsledku osmotického efektu nevstřebaného vitamínu (Fajfrová 2011).

3.4.2 Vitamín B1 (thiamin)

Thiamin je důležitým kofaktorem enzymů významných při reakcích v energetickém metabolismu. V lidském organismu působí jako thiamin difosfát (TDP), také známý jako thiamin pyrofosfát (TPP) (Strohm et al. 2016). Nedostatek tohoto vitamínu postihuje nervový a kardiovaskulární systém, takto vzniklé nejznámější onemocnění se nazývá beri-beri („nemohu nemohu“) (Fajfrová 2011).

Deficit může vyústit celkem ve tři odlišné syndromy. Suchá forma beri-beri, která se projevuje polyneuropatií, areflexií, ochabováním svalstva a postižením vyšších nervových center a také vyšší náchylností k infekcím. Srdeční forma beri-beri je charakterizována edémem vzestupného typu, hromaděním výpotku v některých dutinách, postupující hypertrofií a srdeční dilatací s příznaky žilního městnání, také hrozí náhlé selhání oběhového systému. A posledním je syndrom Wernicke-Korsakov, který vzniká pouze při současném alkoholizmu nebo abúzu omamných látek. Příznaky jsou zmatenost, dezorientace, oftalmoplegie, nystagmusdiplopie a ataxie, může vyústit až ve vážné ztráty paměti a Korsakovu psychózu (Fajfrová 2011).

Zdrojem je celozrnné pečivo, neloupaná rýže a živočišné produkty (Fajfrová 2011).

3.4.3 Vitamín B2 (riboflavin)

Riboflavin je prekurzorem koenzymů flavin mononukleotidu (FMN, riboflavin fosfát) a flavin adenin dinukleotidu (FAD), které jsou složkami oxidáz a dehydrogenáz (Strohm et al. 2016). Nedostatek se projevuje jako chelitida, stomatitida, atforická glositida a seborická dermatitida, může také přispět k deficitu železa, a s tím spojeným rozvojem anémie (Fajfrová 2011).

Významnými zdroji riboflavinu jsou mléčné výrobky a mléko, maso a ryby, také ovoce a zelenina, ze zeleniny především zelená zelenina (Powers 2003).

Pro vitamíny B1 a B2 společně platí, že jsou důležitou součástí energetického metabolismu a jejich referenční hodnoty příjmu se odvozují od referenčních hodnot příjmu energie (Strohm et al. 2016).

3.4.4 Vitamín B3 (niacin)

Niacin je souhrnný název pro nikotinovou kyselinu a nikotinamid, což jsou prekurzory bioaktivních molekul nikotinamidadenindinukleotidu (NAD) a nikotinamidadenindinukleotidfosfátu (NADP), což jsou kofaktory redoxních reakcí nezbytných pro buněčný metabolismus a dýchání. Má svou úlohu jako centrální regulátor fyziologických procesů, například udržování genetické stability a epigenetických kontrolních mechanismů, které ovlivňují metabolismus a státnutí. Jeho nedostatek souvisí s rozvojem celé řady onemocnění například s rakovinou, metabolickými onemocněními, kardiovaskulárními chorobami (Kirkland & Meyer-Picca 2018). Klasickým projevem závažného nedostatku je Pellagra, která se vyznačuje vyrážkou, zvracením, zácpou nebo průjmem, depresí, apatií, bolestmi hlavy, únavou či ztrátou paměti (Institute of medicine (US) 1998).

Nově jsou také dokázány antioxidační, reprogramovací a protizánětlivé účinky niacinu a jeho metabolitů na primárních lidských monocyttech a makrofágách vzniklých z monocytů, proto se může niacin používat k léčbě chronických zánětlivých onemocnění (Montserrat-de la Paz et al. 2017).

Zdrojem niacinu je maso a masné výrobky, ryby, celozrnné pečivo (Institute of medicine (US) 1998).

3.4.5 Vitamín B6 (pyridoxin)

Aktivní formou vitamínu B6 je pyridoxalfosfát (PLP), který je kofaktorem více než 150 enzymů, jež tvoří asi 4 % všech enzymových aktivit. Tyto enzymy katalyzují reakce zahrnující aminokyseliny a aminy, včetně transaminací, štěpení aldolu, alfa-dekarboxylace, racemizace, eliminace a další. Reakce jsou součástí syntézy a degradace aminokyselin, metabolismu lipidů, glukoneogeneze, biosyntézy hemu a neurotransmiterů. Také působí jako inaktivátor reaktivních forem kyslíku, chelátor kovů. Přítomnost PLP v krevní plazmě předpovídá riziko kardiovaskulárních onemocnění a některých druhů rakoviny a nepřímo je spojen s markery zánětlivých reakcí (Ueland et al. 2017).

V rozvinutých zemích je nedostatek B6 důsledkem perorálního užívání antikoncepce, kouření, alkoholizmu, celiakie a diabetu (Ueland et al. 2017).

Dostatečný příjem lze zajistit konzumací masa, mléčných výrobků, fazolí, ořechů, brambor, ovoce a zeleniny (Ueland et al. 2017).

3.4.6 Vitamín B9 (listová kyselina)

Listová kyselina nemá vlastní biologické účinky, biologicky aktivní jsou až její metabolity, které vznikají enzymatickou přeměnou v játrech a souhrnně se spolu s kyselinou listovou nazývají „foláty“. Foláty jsou nezbytné pro tvorbu nukleových kyselin v jádře buňky a pro syntézu aminokyselin. Obecně mají zásadní význam v organismu všude tam, kde dochází k rychlému buněčnému dělení (krvetvorba) a zvláštní úlohu mají pro normální růst a vývoj lidského plodu (Koucký 2011).

Enzymatické oxidační systémy, které zahrnují především mitochondrie, jsou rozhodující pro minimalizaci účinků reaktivních forem kyslíku, tyto systémy jsou ještě zvýrazněny interakcí s neenzymatickými antioxidačními živinami. Vzhledem k tomu, že růst plodu vyžaduje rozsáhlé mitochondriální dýchání, těhotné ženy a plody jsou vystaveny vysokému riziku působení těmito reaktivními forem kyslíku. Proto je důležitý vyšší příjem kyseliny listové v tomto období. Zabraňuje akumulaci homocysteinu a souvisí s metabolismem látek s jedním atomem uhlíku. Vitamín B9 může chránit nediferencované buňky před oxidačním poškozením, tím že se zaměří na mitochondriální aktivaci (Zhang et al. 2019).

V poměrně vysokých dávkách jsou foláty obsaženy hlavně v listové zelenině (špenát, brokolice, růžičková kapusta), dále v hrášku, fazolích, slunečnicových semenech. Dalším dobrým zdrojem jsou kvasnice, játra a ledviny (Koucký 2011).

3.5 Chlorofyl

Chlorofyl je organická molekula, zelené barvivo rostlin, zprostředkovatel fotosyntézy. Strukturou je velmi podobný hemoglobinu, jen středovým atomem není železo, ale hořčík. Nejspíš díky této podobnosti má chlorofyl příznivý vliv na stav osob trpících poruchou krvetvorby. Anémie se běžně léčí přípravky s obsahem železa. Mnoha studiemi bylo prokázáno, že pokud se tyto přípravky užívají společně s chlorofylem, celkový efekt je poté mnohonásobně vyšší. Pacientům přibývají červené krvinky mnohem rychleji. Dobrý vliv má také na kůži, ať už vnitřním nebo vnějším použitím, příznivě působí na různá kožní onemocnění, mimo jiné i na chronické akné či kožní vředy. Spolu s dalšími složkami zelených potravin podporuje zvýšení

počtu spermií u mužů. Je známý také pro svou schopnost neutralizovat pachy, především ty nepříjemné tělesné. Blahodárný vliv má na celou trávicí trubici, kde u poškozených tkání působí regeneračně a urychluje hojení, například vředovitých onemocnění, působí antisepticky a detoxikačně, podporuje peristaltiku střev a potlačuje růst patogenních mikroorganismů. Už od nepaměti se otevřené rány pokrývaly zelenými rostlinami, bylo to právě kvůli účinkům chlorofylu. Urychluje totiž hojení ran, zároveň ránu desinfikuje, minimalizuje tvorbu jizev, zmírňuje krvácení. Příznivě ovlivňuje všechny tři fáze hojení ran. Stejně působí i na popáleniny a další zranění, nejen na otevřené rány (Dallen 2012).

Významně přispívá k ochraně těla před zhoubnými nádory svou schopností snižovat působení celé řady karcinogenů. Také je schopen chránit organismus před mutagenními účinky radiace. Přispívá také ke snížení vstřebávání karcinogenních látek, které vznikají při grilování, a které jsou obsaženy v uzeninách. Dále potlačuje účinky karcinogenních aminů ve smaženém hovězím mase, které zvyšují riziko hlavně rakoviny prsu a tlustého střeva. Je dokázáno, že chlorofyl napomáhá snižovat riziko zhoubných nádorů, především kůže, žaludku, střeva a jater (Dallen 2012).

3.6 Obsah vitamínů a minerálních látek

Firma Green Ways uvádí podle studie MUDr. Laciny množství jednotlivých složek mladého ječmene uvedených na **Obrázku č. 2**.

Složení Ječmene Green Ways:			
100% prášek z mladého ječmene, doplňku stravy			
Množství ve 100 g		Aminokyseliny - množství v 1 g	
Bílkoviny	28,4 g	Fenylalanin	13,0 mg
Sacharidy	41,1 g	Prolin	14,8 mg
Tuky	4,1 g	Serin	11,4 mg
Vláknina	5,9 g	Glycin	12,4 mg
Vlhkost	5,6 %	Threonin	11,5 mg
Popel	14,9 %	Histidin	5,22 mg
Cholesterol	7 mg	Tyrosin	8,29 mg
Chlorofyl	300 mg	Isoleucin	10,8 mg
		Valin	13,0 mg
Aminokyseliny - množství v 1 g		Leucin	18,2 mg
Alanin	16,9 mg	Lysin	14,6 mg
Methionin	3,6 mg	Kyselina aspartamová	19,7 mg
Arginin	13,4 mg	Kyselina glutamová	26,1 mg
<hr/>			
Vitamíny	množství ve 100 g	% DDD* ve 2 g	
Vitamin B1	0,43 mg	0,8 %	
Vitamin B2	2,41 mg	3,4 %	
Vitamin B3	3,63 mg	0,5 %	
Vitamin B6	17,8 mg	25,4 %	
Vitamin C	457 mg	11,4 %	
Vitamin E	7,38 mg	1,2 %	
Vitamin K	776 µg	20,7 %	
Vitamin B5	5,1 mg	1,7 %	
Vitamin A	1340 µg	3,4 %	
Beta karoten	1320 µg		
Kyselina listová	946 µg	9,5 %	
Minerály	množství v 1 g	% DDD* ve 2 g	
Vápník	5,48 mg	1,4 %	
Hořčík	3,96 mg	2,1 %	
Železo	0,13 mg	1,9 %	
Fosfor	3,94 mg	1,1 %	
Zinek	0,03 mg	0,5 %	
Draslík	68,3 mg	6,8 %	
Mangan	0,14 mg	14,0 %	
Měď	0,015 mg	3 %	
Chrom	1,09 µg	5,5 %	
Křemík	0,04 mg		
Sodík	4,74 mg		
Bór	26,2 µg		
Stříbro	0,5 µg		
* DDD - doporučená denní dávka pro potravinové doplňky. Množství vitamínů a minerálů se může v každé dodávce mírně lišit.			

Obrázek č. 2: Obsah složek v zeleném ječmeni Green Ways (Zelené potraviny).

Obsahy vitamínů a minerálních látek podle Dallen (2012) jsou uvedeny v **Tabulce č. 2.**

Tabulka č. 2: Obsah vitamínů a minerálních látek v zeleném ječmeni.

	Množství ve 100 g
Vitamín B1	200 µg
Vitamín B2	2700 µg
Vitamín B3	120 mg
Vitamín B5	110 µg
Vitamín B6	1300 µg
Vitamín B8	110 µg
Vitamín B12	300 µg
Vitamín C	7000 µg
Vitamín E	48 mg
Vitamín H	1,1 mg
Vitamín K	800 µg
Cholin	2,9 mg
Draslík	2500 mg
Fosfor	52 mg
Hořčík	200 mg
Chrom	110 µg
Jod	200 µg
Kobalt	40 µg
Mangan	4,4 mg
Měď	1 mg
Selen	200 µg
Síra	200 mg
Sodík	18 mg
Vápník	600 mg
Zinek	1,6 mg
Železo	12 mg

3.7 Enzymy

Zelený ječmen obsahuje přibližně 40 % hmotnosti aktivních enzymů, které jsou nepochybně jeho velkou předností. Enzymy katalyzují v organismu veškeré biochemické procesy. Postupem času se vyčerpávají, je proto nutné je doplňovat stravou. Enzymy bohužel nelze zachovat v tepelně upravené stravě, degradují se již při 40 °C (Dallen 2012).

Zelený ječmen obsahuje například cytochrom oxidázu, která zodpovídá za buňčné dýchání. Obsahuje dále peroxidázu odpovídající za rozklad peroxidu vodíku, dále katalázu, oxidázu mastných kyselin a transhydrogenázu. Důležitý je vysoký obsah superoxid dismutázy (SOD), která rozkládá vysoce reaktivní superoxydy, které vznikají při metabolických procesech a mohou způsobovat poškození DNA, lipidů a dalších struktur. Nízká hladina právě těchto enzymů má přímou souvislost s nádorovým bujením, rozvojem aterosklerózy, Alzheimerovy choroby, chronických zánětlivých onemocnění, plicních onemocnění, revmatoidní artritidy, předčasným stárnutím a mnoho dalších nemocí. Mladý ječmen obsahuje rovněž celou řadu dalších důležitých enzymů (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.8 Aminokyseliny

Další důležitou složkou mladého ječmene jsou aminokyseliny. Obsahuje všech 20 základních aminokyselin, včetně esenciálních, které jsou vázané v malých organických molekulách, a proto jsou pro tělo dobře využitelné (Gharibzahedi & Jafari 2017). Množství jednotlivých aminokyselin obsažených v 1 g práškového ječmene je uvedeno v **Tabulce č.3**.

Tabulka č. 3: Obsah aminokyselin v zeleném ječmeni (Dallen 2012).

Aminokyselina	mg
Alanin	16,9
Arginin	13,4
Fenylalanin	13,0
Glycin	12,4
Histidin	5,22
Izoleucin	10,8
Leucin	18,2
Lysin	14,6
Methionin	3,6
Prolin	14,8
Serin	11,4
Threonin	11,5
Tyroxin	8,29
Valin	13,0
Kyselina aspartamová	30,7
Kyselina glutamová	33,5

3.9 Vliv správného užívání na účinnost zeleného ječmene

Nejčastěji se uvádí dávkování 2–3 x denně 2–6 g sušeného prášku, pro děti předškolního věku 1 g, rozpuštěného nejlépe ve vodě, popřípadě v ovocném či zeleninovém džusu. Nedoporučuje se ječmen přidávat do horkých nápojů, vysoká teplota deaktivuje celou řadu jeho účinných látek. Nejlepší účinky jsou pozorovány při konzumaci na lačný žaludek, nejlépe po ránu. Nápoj by se měl pít po malých douškách, ne najednou, aby mohl chlorofyl účinkovat již v dutině ústní. Aby se mohly projevit všechny příznivé účinky, je třeba ječmen pravidelně konzumovat alespoň po dobu dvou až tří měsíců, což je také čas potřebný k celkovému pročištění organismu. Díky tomu, že zelený ječmen nemá žádné vedlejší účinky, může se užívat dlouhodobě (Gharibzahedi & Jafari 2017).

3.10 Použité analytické metody

3.10.1 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)

Příprava vzorků na stanovení vitamínů vyžaduje zvláštní péči vzhledem k jejich náchylnosti na světlo, kyslík, vysokou teplotu a změny pH, stanovení vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií s fluorescenčním detektorem nebo detektorem pracujícím v ultrafialové a viditelné oblasti spektra (UV-VIS MS). Ke stanovení vitamínů lze použít i vyspělou technologii jakou je vysokoúčinná kapalinová chromatografie s tandemovou hmotnostní spektrometrií (UHPLC-MS/MS), u které dochází k výraznému zkrácení doby analýzy, potřeby menšího množství rozpouštědla a možnosti určit téměř všechny vitamíny současně. Je to však metoda velmi drahá (Matsumoto et al. 2018).

HPLC pracuje na principu separace látek mezi dvě fáze – mobilní (pohyblivou) a stacionární (pevnou). V závislosti na druhé, stacionární fázi, se dělí separační proces do čtyř režimů: adsorpční, dělicí, iontoměničová chromatografie a chromatografie na základě vylučnosti velikosti. Výběr rozpouštědla závisí na povaze provozního režimu, takže na základě izokratické nebo gradientové eluce (Bélanger et al. 1997).

3.10.2 Atomová absorpční spektrometrie

Základním principem metody AAS je měření zeslabení intenzity elektromagnetického záření, které je pohlceno stanovovaným prvkem. Neboli se jedná o absorpci vhodného elektromagnetického záření volnými atomy daného prvku v plynném stavu. Výsledkem tohoto měření je kvantitativní obsah stanovovaného prvku ve vzorku (Bartáková et al. 2004).

Absorpce záření volnými atomy v plynném stavu se řídí Kirchhoffovými zákony, které říkají, že volné atomy v plynném stavu jsou schopny absorbovat záření právě těch vlnových délek, které samy vyzařují. Absorpcí světelného kvanta dochází v atomu k přechodu valenčních elektronů do vyšších energetických hladin, což se nazývá excitovaný stav atomu (Křížek & Šíma 2015).

K měření vzorku je používána výbojka s dutou katodou ze stejného materiálu jako je stanovovaný prvek. Tyto výbojky jsou dostupné pro více než 60 prvků. Pro stanovení As, Se, P je vhodné použít výbojky bezelektrodové. Výbojka je naplněna argonem nebo heliem o tlaku až několik set Pa, pomocí vloženého napětí dochází k ionizaci přítomného plynu, následuje excitace atomů volného plynu duté katody. Při návratu zpět je vysíláno záření, jehož zeslabená intenzita se měří (Kříženecká & Synek 2014). Změna (úbytek) primárního záření určuje míru koncentrace volných atomů daného prvku, který záření původně absorboval. Rozdíly těchto energií, energií mezi jednotlivými elektronovými stavy atomu, jsou charakteristické pro každý jednotlivý prvek (Komínková & Mestek 1997).

Každý atomový absorpční spektrometr se skládá z pěti základních součástí, ze zdroje záření, atomizátoru, který je zároveň absorpčním prostředím, monochromátoru, detektoru a indikačního systému, do kterého patří zesilovač, zapisovač a ve většině případů osobní počítač (Křížek & Šíma 2015).

4 Materiál a metody

4.1 Analyzované doplňky stravy

U každého z analyzovaných doplňků stravy jsou uvedené dostupné informace. Dostupné informace se liší podle daného doplňku stravy.

ES Bio mladý ječmen premium 150 g

Výrobce Empower Company s. r. o., země původu USA, bio a raw kvalita, výroba sušením vylisované šťávy při 31 °C, každá šarže testována na přítomnost těžkých kovů, mikroorganismů, pesticidů, PAHů a mykotoxinů – tyto analýzy na vyžádání u výrobce. Cena je cca 500–600 Kč (Lékárna.cz 2019).

ES zelený ječmen 200 g

Tento ječmen má stejné specifikace jako doplněk stravy ES Bio mladý ječmen premium, s tím rozdílem, že není v bio kvalitě. Cena cca 350–400 Kč (Lékárna.cz 2019).

Topnatur zelený ječmen prášek 150 g

Vyrábí Topnature s.r.o. Cena 259 Kč (Dr.Max Lékárna 2018).

Dr. Max zelený ječmen natural 150 g

Cena 229 Kč (Dr.Max Lékárna 2018).

Allnature mladý ječmen bio prášek 250 g

Země původu Čína. Vyrobeno sušením, bio kvalita (etiketa). Cena 342 Kč (Dr.Max Lékárna 2018).

Zdravý Den mladý ječmen 250 g

Sklizeň při cca 15 cm. Rostlinky jsou nasušeny při nízké teplotě a následně rozemlety. Země původu Indie. Cena 250 Kč (Zdravý den 2014). Na etiketě je uvedena země původu: Spojené státy americké. Bio kvalita.

Green Barley mladý ječmen bio 200 g

Rostlinky sklizeny při cca 20 cm, vysušeny a rozemlety. Země původu Nový Zéland.
Cena 390–750 Kč (ForActive.cz 2019).

Zdravějšíživot.cz mladý ječmen bio 100 g

Země původu USA. Cena 455 Kč (Heureka Shopping s.r.o. 2007).

Maxivitalis mladý ječmen 250 g

Výrobce Maxivitalis (etiketa).

Mladý Kokos mladý ječmen 200 g

Sušená šťáva z listů. Zemědělská produkce mimo EU. Bio kvalita. (etiketa).

Aromatica Zelený ječmen 100 g

Koncentrovaný extrakt z listů 10:1. Cena 500 Kč (etiketa).

Greenhealth Green Barley 250 g

Země původu Tchaj-wan (etiketa).

Virde zelený ječmen prášek 250 g

Vyrobena metodou sušením a mletím. Vyrobena v EU. Cena 540 Kč (etiketa).

Lifefood mladý ječmen – sušená bio šťáva 100 g

Země původu Nový Zéland. Cena 390 Kč (etiketa).

Exotic Herbs – Mladý ječmen 75 g

Sušená šťáva prášek. Země původu USA. Cena 296 Kč (etiketa).

Iswari mladý bio ječmen

Usušené a rozmělněné listy na prášek. Země původu Nový Zéland. Cena 299 Kč (etiketa).

Barley grass powder

Země původu Nový Zéland (etiketa).

Purasana prášek 200 g

Prášek je extrahován z mladého ječmene. Země původu EU. Cena 399 Kč (Green market).

Grizzly mladý ječmen bio 250 g

Vyrobeno v ČR (etiketa).

Viridian 100 % Organic Pre-Sprouted Barley Powder Aktiv 100 g

Ječmen vypěstovaný ve Švédsku, vyrobeno ve Velké Británii. Bio kvalita. Cena 299 Kč (etiketa).



Obrázek č. 3: Ukázka balení doplňků stravy – mladého zeleného ječmene (autor práce).

K analýze vitamínů skupiny B a vitamínu C byla použita vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC). Ke stanovení minerálních látek byla použita metoda atomové absorpční spektrometrie (AAS).

4.2 Chemikálie

4.2.1 Metoda AAS

- H₂O₂ – peroxid vodíku pa+, pro stopovou analýzu, min. 30% (Analytika, ČR)
- HNO₃ – kyselina dusičná, pro stopovou analýzu, 67% (Analytika, ČR)
- HCl – kyselina chlorovodíková, pro stopovou analýzu, 36% (Analytika, ČR)
- HCOOH – mravenčí kyselina, 98–100% (Sigma – Aldrich, Německo)
- Referenční materiál NIST 1573a Tomato Leaves (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 ± 0,002 g/l, všechny Astasol (Analytika, ČR)
- Lantan ve formě 5% roztoku La (NO₃)₃ · 6 H₂O (rozpuštěný v 1,5% HNO₃)
- Deionizovaná voda

4.2.2 Metoda HPLC

- Destilovaná, deionizovaná voda
- Kyselina šťavelová p.a. (Zachner, ČR)
- 2,5M acetátový pufr o pH = 5,6 (181 ml CH₃COONa + 19 ml CH₃COOH)
- Roztoky pro kalibraci pH-metru (pH 2,0 a pH 7,0) (Fisher Scientifics, Německo)
- Sodná sůl kyseliny hexan-1-sulfonové pro HPLC (Fisher Scientifics, Německo)
- Triethylamin pro HPLC, Acros Organics (Lachner, ČR)
- Kyselina octová ACS reagent ≥ 99,7% (Sigma-Aldrich, ČR)
- Octan sodný p.a. (Lachner, ČR)
- Taka-Diastáza z *Aspergillus oryzae* (Sigma – Aldrich, ČR)
- Methanol gradient grade pro HPLC (Lachner, ČR)

4.3 Použité pomůcky a přístroje

4.3.1 Metoda AAS

- Běžné laboratorní sklo
- Automatická pipeta Socorex ACURA 825 100 – 1000 μ 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 (Varian, Belrose, Austrálie)
- Atomový absorpční spektrometr Varian 280Z s elektrotermickým atomizátorem GTA-120 s programovatelným dávkovačem vzorků PSD120 (Varian, Belrose, Austrálie)
- Atomový absorpční spektrometr Varian 280Z s generátorem par VGA-76 a dávkovačem vzorků Varian SPS3 (Varian, Belrose, 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 deionizované vody (Millipore, Německo)

4.3.2 Metoda HPLC

- Běžné laboratorní sklo
- Plastové vzorkovnice se šroubovacím víčkem (100 ml, 250 ml)
- Vialka 2 ml se šroubovacím závitem 9 mm, Chromservis, s.r.o. (ČR)
- Modrá plastová víčka pro vialky Red PTFE, White Silicone, 9 mm, Chromservis, s.r.o. (ČR)
- Plastový stojan na zkumavky
- Laboratorní lžičky
- Injekční stříkačky (3 ml)
- Stříkačkové filtry PVDF LUT Syringe 25 mm 0,45 μm , Labicom, s.r.o. (ČR)
- Centrifugační zkumavky s víčky (falkonky), plastové (45 ml)
- Alobal na odstínění vzorkovnic a centrifugačních zkumavek
- Automatická pipeta Socorex ACURA 825 100 – 1000 μl (Švýcarsko)
- Špičky k pipetám (μl , ml)
- Kapalinový chromatograf Waters Alliance e2695 (USA)
- Detektor diodového pole Waters 996 PDA (USA)
- Centrifuga Eppendorf 5810R (Německo)
- Vodní lázeň Julabo 19 (Německo)
- Laboratorní váha Kern 770 (Německo)
- Laboratorní třepačka GFL 3006 (Německo)
- Přístroj pro přípravu destilované vody (vodivost cca 1 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Goldman Water, ČR)
- Přístroj na přípravu deionizované vody (odpor 18 $\text{M}\Omega$) Millipore (Francie)
- Lednice Candy (Itálie)
- pH-meter Schott (Německo)

4.4 Stanovení minerálních látek

4.4.1 Příprava vzorků k analýze

Všechny analyzované vzorky jsou prodávány jako homogenní prášek, proto nebylo nutné provádět homogenizaci vzorků. Vzorky tedy mohly být rovnou naváženy do plastových váženek (**Obrázek č. 4**). Hmotnost každého vzorku byla přibližně 0,260 g až 0,290 g, vzorky byly naváženy ve třech opakováních. Ke každé sérii vzorků byl navážen referenční materiál o stejné hmotnosti, použitým referenčním materiálem byly sušené listy rajčat (NIST 1573a Tomato Leaves).



Obrázek č. 4: Navážené vzorky v plastových váženkách (autor práce).

4.4.1.1 Mikrovlnná mineralizace

Obsahy váženek byly následně převedeny do teflonových tlakových rozkladných nádob (TMF), do kterých byly přidány 2 ml kyseliny dusičné a 3 ml peroxidu vodíku pomocí automatického dávkovače. Následně byly do patron vhozeny i váženky, celý obsah byl dobře krouživými pohyby promíchán a ponechán reagovat po dobu 30 minut. Poté vše bylo uzavřeno šroubovacími uzávěry s tlakovými pojistkami a obsah byl krouživými pohyby promíchán.

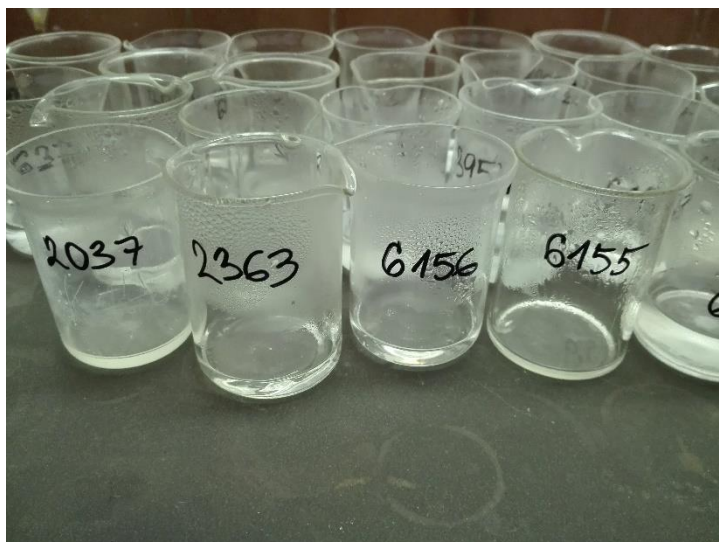
Patrony byly poté umístěny do rotoru mikrovlnné pece Berghof MWS – 3+ speedwave a pomocí šroubovacích závitů napojeny na sběrnou nádobu, která je umístěna uprostřed rotoru, a která zajišťuje odvod par hadicí do digestoře (**Obrázek č. 5**). Mikrovlnná pec byla následně uzavřena otočným bezpečnostním víkem s elektromechanickým zavíráním. Jelikož se jedná o rostlinný materiál, stačil nejkratší mineralizační program, délka tohoto programu je 50 minut. Postupně během programu se teplota zvýšila až na 190 °C, spolu s teplotou uvnitř vzrůstal i tlak. Po ukončení programu mineralizace byly patrony vyjmuty a ponechány v digestoři, dokud nevychladly.



Obrázek č. 5: Mikrovlnná pec a umístění TMF do rotoru pece (autor práce).

4.4.1.2 Odpařování vzniklých mineralizátů

Po vychladnutí byly v digestoři patrony s mineralizátem opatrně otevřeny a obsah byl kvantitativně převeden pomocí demineralizované vody do předem označených kádinek. Kádinky se vzorky byly poté umístěny na topnou desku vyhřátou na 150 °C, kde probíhalo odpařování do vlhkého zbytku (**Obrázek č. 6**). Kádinky s vlhkým zbytkem byly sejmuty z topné desky a byla do nich přidána 1,5% kyselina dusičná. Pomocí kyseliny dusičné byl obsah kádinek kvantitativně převeden do 25ml zkumavek, které byly doplněny na stejný objem 25 ml a uzavřeny dvěma vrstvami parafilmu. Do analýzy byly vzorky skladovány v lednici.



Obrázek č. 6: Kádinky na topné desce (autor práce).

4.4.1.3 Odpařování vzniklých mineralizátů pro stanovení selenu

Pro analýzu selenu je potřeba použít při přípravě vzorků odlišný postup. Příprava vzorku je totožná až do bodu odpařování vzorků na topné desce při 150 °C. Po sejmutí kádinek z topné desky s vlhkým zbytkem byla do kádinek přidána stříčkou 10% HCl. Následovalo odpaření kapalného podílu a přidání 1 ml mravenčí kyseliny, 2 ml deionizované vody a 3 ml koncentrované HCl pomocí automatického dávkovače. Poté byly kádinky umístěny zpět na topnou desku, vyhřátou na 100 °C a roztok byl zahříván po dobu 20 minut. Během této doby často probíhaly bouřlivé reakce (**Obrázek č. 7**), při kterých docházelo k rozkladu a redukci zbytků kyseliny dusičné a organických zbytků vzorku. Pokud nastala bouřlivá reakce, kádinka byla odstraněna mimo topnou desku a reakce se ponechala proběhnout za nižší teploty. Roztok silně bublal, zežloutl a po krátkém čase tyto procesy ustaly a roztok byl opět čirý. Následně byla kádinka navracena na topnou desku. Po dokončení všech reakcí a uplynutí 20 minut byly mineralizáty pomocí 10% HCl kvantitativně převedeny do plastových zkumavek se šroubovacími uzávěry a doplněné na objem 12 ml. Takto připravené vzorky byly uchovány v ledničce do samotné analýzy.



Obrázek č. 7: Probíhající bouřlivá reakce při opětovném zahřátí s přidavkem HCl (autor práce).

4.4.1.4 AAS analýza

Před samotnou analýzou byly vzorky vytemperovány na laboratorní teplotu. Některé vzorky byly před analýzou naředěny 1,5% kyselinou dusičnou. Vzorky pro stanovení Na, K a Fe byly ředěny 15x, vzorky pro stanovení Ca byly ředěny 2x a vzorky pro stanovení Mg byly ředěny 20x. Ke vzorkům, ve kterých byl stanovován hořčík a vápník bylo přidáno 0,4 ml lantanu ve formě 5% roztoku $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (rozpuštěný v 1,5% HNO_3). Samotná analýza byla provedena na plamenovém AAS na přístroji Varian SpectrAA 110, znázorněném na **Obrázku č. 8**, se systémem SIPS. Selen byl stanovován technikou generování hydridů (AAS – HG). Použit byl spektrometr Varian 280Z. Vzorky pro stanovení mědi byly ředěny 20x a poté byla provedena analýza metodou elektrotermické atomizace (ET-AAS) na přístroji Varian AA 280Z opatřeném elektrotermickým atomizátorem GTA-120 s programovatelným dávkovačem vzorků PSD120.

Po proměření vždy deseti vzorků následovalo proměření referenčního materiálu, NIST 1573a Tomato Leaves, a slepého vzorku. U mědi probíhalo proměření vždy dvou slepých vzorků za sebou. Standard byl nastaven na hodnotu 1 a kalibrace přístroje byla prováděna vždy po každých dvaceti zanalyzovaných vzorcích.

Vlnové délky použité pro stanovení jednotlivých prvků jsou následující:

$$\lambda (\text{Ca}) = 422,7 \text{ nm}$$

$$\lambda (\text{Mg}) = 285,2 \text{ nm}$$

$$\lambda (\text{Na}) = 589,0 \text{ nm}$$

$$\lambda (\text{Mn}) = 279,5 \text{ nm}$$

$$\lambda (\text{Fe}) = 248,3 \text{ nm}$$

$$\lambda (\text{Cu}) = 213,9 \text{ nm}$$

$$\lambda (\text{Zn}) = 213,9 \text{ nm}$$

$$\lambda (\text{K}) = 769,9 \text{ nm}$$

$$\lambda (\text{Se}) = 196 \text{ nm}$$



Obrázek č. 8: Přístroj Varian SpecterAA 110 (autor práce).

4.5 Stanovení vitamínů

4.5.1 Příprava vzorků k analýze

Cca 1 g vzorku byl navážen do 50 ml centrifugačních zkumavek, falkonek, a bylo k nim. Přidáno 20 ml 0,5% kyseliny šťavelové. Vzorky byly uzavřeny šroubovacími víčky a následně obaleny alobalem, kvůli citlivosti vzorku na světlo. Poté byly vzorky umístěny na 10 minut na třepačku. Následně bylo pH vzorku upraveno na hodnotu 5,3 pomocí 2,5M acetátového pufru o pH 5,6, jehož spotřeba se pohybovala okolo 5,5 ml a vzorky byly opět umístěny na 10 minut na třepačku. Následně bylo přidáno 0,1 g enzymu Taka-diaféazy a vzorky byly opět protřepány

po dobu 10 minut na třepačce. Vzorky byly poté umístěny do vodní lázně vyhřáté na 50 °C, kde byly ponechány po dobu 2 hodin. Poté byly vzorky zfiltrány přes skládaný filtrační papír a doplněny na objem 40 ml deionizovanou vodou a umístěny do centrifugy. Centrifugace probíhala při 4000 otáčkách za minutu (přetížení 600 x g) po dobu 10 minut. Takto připravené vzorky byly převedeny pomocí injekční stříkačky přes mikrofiltr PUDF 45 µm do vialky. Vialky byly umístěny do karuselu v označených polohách a následovala samotná analýza.

4.5.2 Analýza pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie

Samotná analýza pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie byla provedena podle doporučených podmínek firmou Phenomenex, která je výrobcem použité kolony (stacionární fáze).

Podmínky analýzy:

- Analytická kolona: Kinetex 2,6 µm Polar C18 100 Å L, 150 x 4,6 mm (Phenomenex, Inc., USA)
- Teplota chromatografické klony: 26 °C
- Typ eluce: gradientová
- Mobilní fáze A: H₂O (992,5 ml), kyselina octová (7,5 ml), triethylamin (0,2 ml), sodná sůl kyseliny hexan-1-sulfonové (1,5 g)
- Mobilní fáze B: 100% methanol
- Průtok mobilní fáze: 0,5 ml/min
- Objem analyzovaného vzorku: 5 µl
- Délka trvání analýzy: 17 min.
- Podmínky detekce: PDA detektor, vlnová délka $\lambda = 270$ nm

Tabulka č. 4: Podmínky HPLC gradientové eluce (17 minut).

Čas	Průtok	%A	%B	Režim
0,0	0,5	95	5	
9,0	0,5	63	47	lineárně
9,15	0,5	2	98	skokově
12,0	0,5	2	98	
12,1	0,5	95	5	skokově
17,0	0,5	95	5	

4.6 Statistické vyhodnocení

Všechna stanovení minerálních látek a vitamínů byla provedena vždy ve třech opakováních. Data byla zaznamenávána do softwaru MS Excel 2016, kde byla následně přepočítána podle daných vzorců na reálné hodnoty. Výpočet obsahu vitamínů v analyzovaném vzorku byl proveden z plochy píku s pomocí softwaru EMPOWER z kalibrační závislosti pro jednotlivé standardy. Koncentrace kvantifikovaných vitamínů v softwaru EMPOWER jsou uvedeny v $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. K převodu na koncentraci vyjádřenou v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ byl použit následující vzorec:

$$C = (C_0 \cdot V) / n$$

C.....koncentrace vitamínů ve vzorku vyjádřena v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

C₀.....koncentrace vitamínů ve vzorku vyjádřena v $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$

V.....objem suspenze vzorku (40 ml)

n.....navážka vzorku v g

Minerální látky byly přepočteny podle následujícího vzorce:

$$C = [(C_0 - C_{SL}) \cdot a] \cdot b / n$$

C.....koncentrace minerálních látek ve vzorku vyjádřena v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

C₀.....koncentrace minerálních látek ve vzorku vyjádřena $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$

C_{SL}....průměrná koncentrace slepých vzorků vyjádřena v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$

a.....ředění vzorku

b.....původní objem vzorku (20 ml)

n.....navážka vzorku v g

Následně bylo provedeno statistické vyhodnocení dat softwarem Statistica 12.0 (StatSoft), konkrétně byla provedena jednofaktorová analýza rozptylu s opakováním (ANOVA) na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a následně pro podrobnější vyhodnocení byl použit Schefféův test.

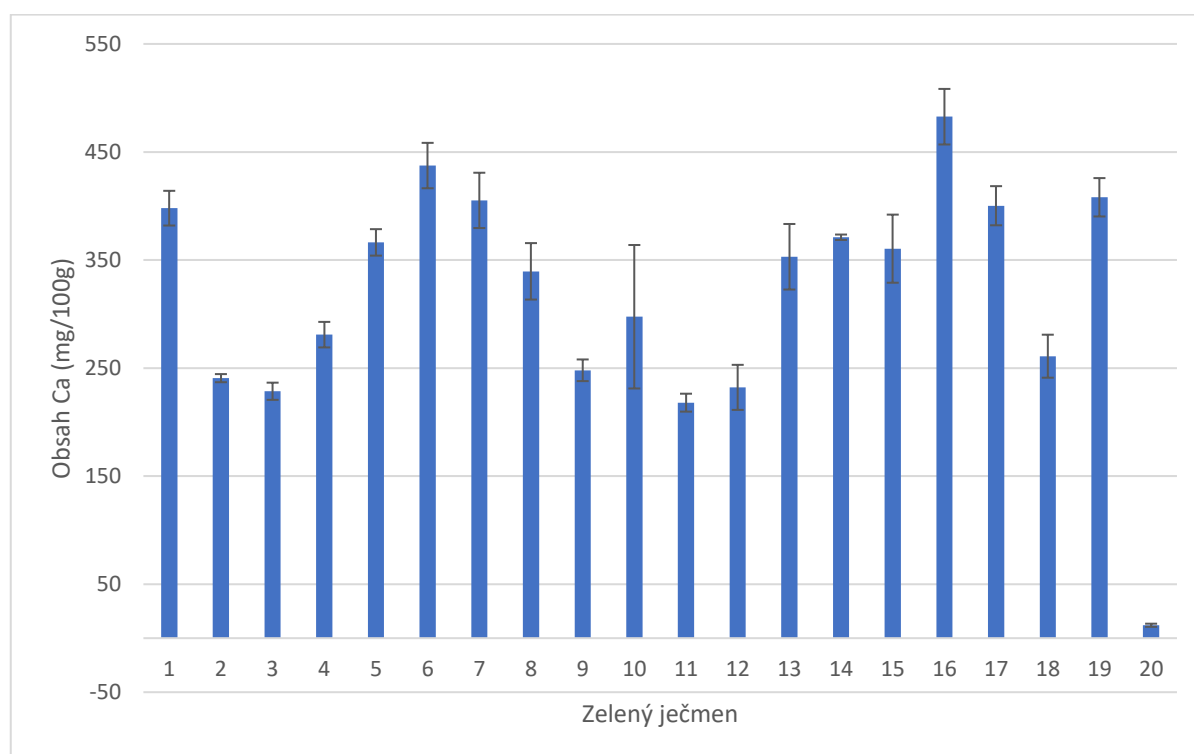
5 Výsledky

V doplňcích stravy byly stanoveny obsahy minerálních látek (Ca, Mg, K, Na, Zn, Fe, Cu, Mn a Se) a vitamíny skupiny B a vitamín C. Stanovené jednotlivé obsahy minerálních látek a vitamínů se v některých analyzovaných doplňcích stravy – zeleném ječmeni významně liší. Zjištěné obsahy minerálních látek a vitamínů jsou shrnuty v následujících tabulkách a grafech. Vzorky byly hodnoceny anonymně vzhledem ke skutečnosti, že byly analyzovány konkrétní produkty dostupné v tržní síti ČR. Pořadí uvedených hodnot se neshoduje se sledem uvedených vzorků zeleného ječmene v kapitole 4.1.

5.1 Minerální látky

5.1.1 Vápník (Ca)

Obsah vápníku ve vzorcích se pohyboval v hodnotách 12–483 mg.100g⁻¹. Ve vzorku č. 20 byl stanoven mnohem nižší obsah vápníku než ve všech ostatních vzorcích. Medián hodnot obsahu vápníku je 127 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot je 317 mg.100g⁻¹. Obsahy vápníku jsou znázorněny v **Tabulce č. 5** a graficky jsou znázorněny v **Obrázku č. 9**.



Obrázek č. 9: Grafické znázornění obsahu vápníku ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 5: Průměrný obsah vápníku ve vzorcích zeleného ječmene.

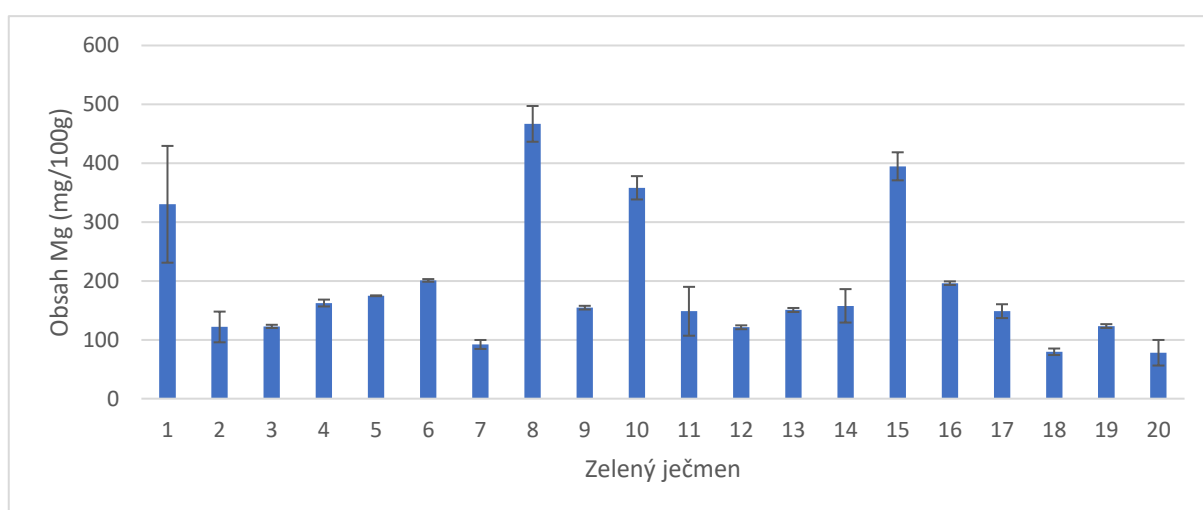
Zelený ječmen	Vápník [mg.100g ⁻¹]
1	398 ± 16
2	240 ± 3,8
3	229 ± 8
4	281 ± 11,8
5	366 ± 12,3
6	437 ± 21
7	405 ± 25,6
8	340 ± 26,1
9	248 ± 10
10	298 ± 66,4
11	218 ± 8,3
12	232 ± 20,9
13	353 ± 30,3
14	371 ± 2,5
15	361 ± 31,5
16	483 ± 25,7
17	400 ± 18
18	261 ± 20
19	408 ± 17,7
20	12 ± 1,5

5.1.2 Hořčík (Mg)

Stanovené obsahy hořčíku ve vzorcích se pohybovaly v rozmezí od 78 mg.100g⁻¹ do 467 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot obsahu hořčíku je 153 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot je 189 mg.100g⁻¹. Výsledky měření jsou znázorněny v **Tabulce č. 6** a grafické znázornění je na **Obrázku č. 10**.

Tabulka č. 6: Průměrný obsah hořčiku ve vzorcích zeleného ječmene.

Zelený ječmen	Hořčík [mg.100g ⁻¹]
1	330 ± 99
2	122 ± 26,1
3	123 ± 2,7
4	162 ± 5,8
5	175 ± 0,7
6	201 ± 2,2
7	92 ± 7,6
8	467 ± 30,3
9	155 ± 3
10	358 ± 19,8
11	148 ± 41,5
12	121 ± 3,3
13	151 ± 3,4
14	158 ± 28,4
15	395 ± 23,8
16	196 ± 3
17	149 ± 11,7
18	79,7 ± 5,5
19	123 ± 3,2
20	78 ± 21,7



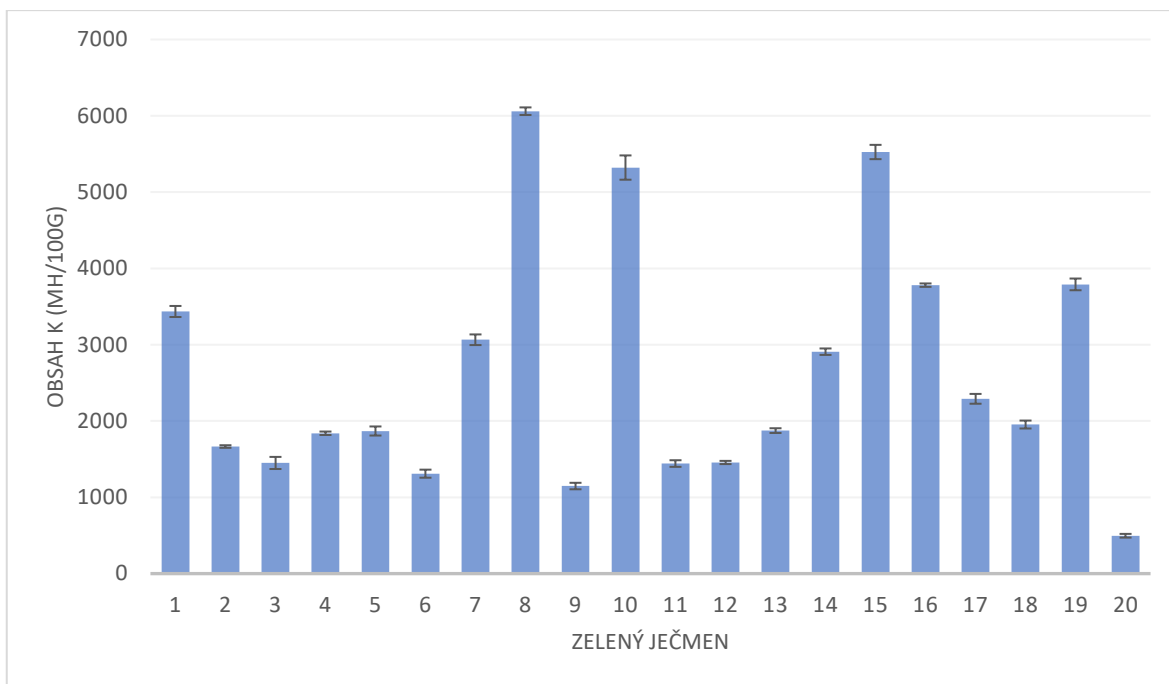
Obrázek č. 10: Graf znázorňující obsah hořčiku ve vzorcích zeleného ječmene.

5.1.3 Draslík (K)

Obsah draslíku se ve vzorcích zeleného ječmene pohyboval v rozmezí od 496 do 6060 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot draslíku je 1914 mg.100g⁻¹, průměr těchto hodnot je 2634 mg.100g⁻¹. Obsahy draslíku jsou uvedeny v **Tabulce č. 7** a graficky znázorněny na **Obrázku č. 11**.

Tabulka č. 7: Průměrný obsah draslíku ve vzorcích zeleného ječmene.

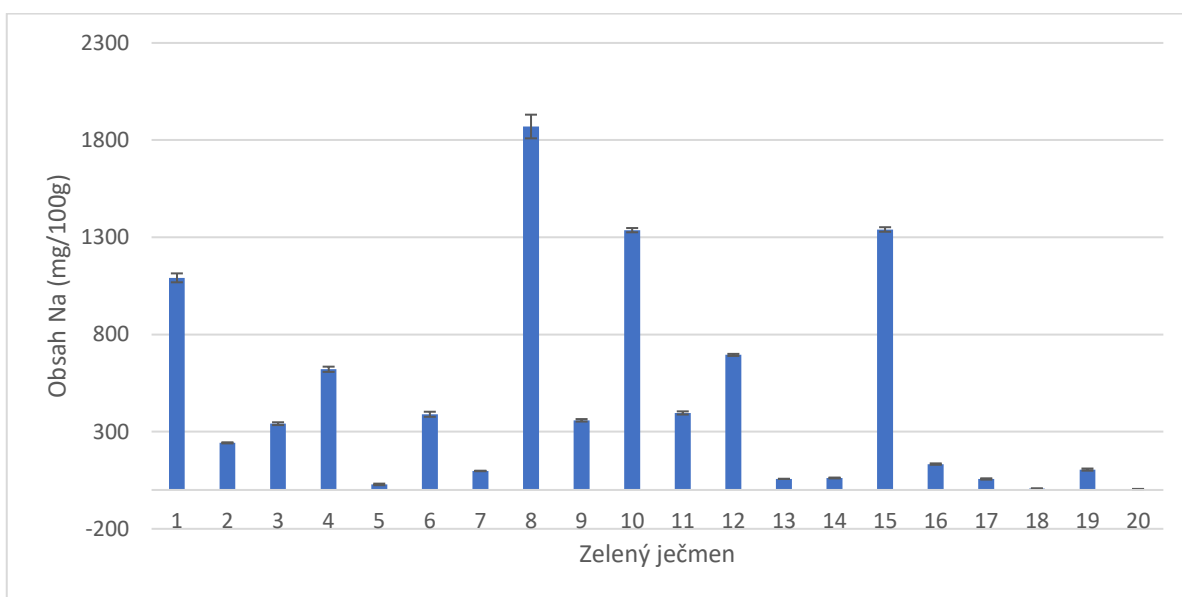
Zelený ječmen	Draslík [mg.100g ⁻¹]
1	3435 ± 170
2	1665 ± 39,5
3	1450 ± 186,5
4	1839 ± 53
5	1869 ± 139,6
6	1309 ± 124,2
7	3065 ± 164
8	6060 ± 116,8
9	1147 ± 99,7
10	5321 ± 374
11	1442 ± 102
12	1456 ± 49,2
13	1874 ± 72,7
14	2908 ± 99,2
15	5525 ± 220,2
16	3780 ± 52,4
17	2291 ± 151
18	1954 ± 122
19	3790 ± 180,2
20	496 ± 57,2



Obrázek č. 11: Grafické znázornění obsahu draslíku ve vzorcích zeleného ječmene.

5.1.4 Sodík (Na)

Obsah sodíku v jednotlivých vzorcích se pohyboval v hodnotách od 3,1 mg.100g⁻¹ do 1869 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot obsahu sodíku je 292 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot 462 mg.100g⁻¹. Obsah sodíku je uveden v **Tabulce č. 8** a graficky znázorněn na **Obrázku č. 12**.



Obrázek č. 12: Grafické znázornění sodíku ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 8: Průměrný obsah sodíku ve vzorcích zeleného ječmene.

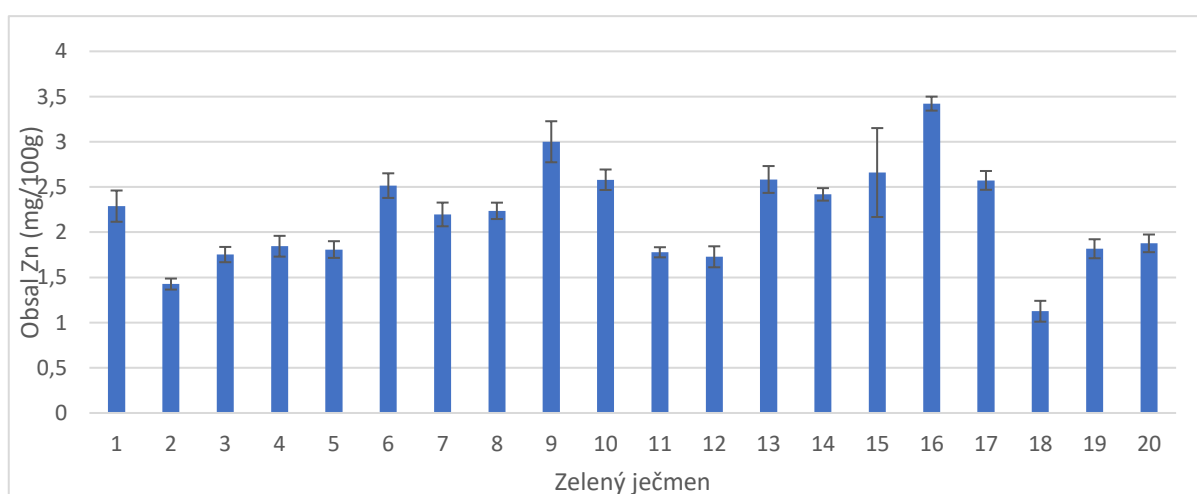
Zelený ječmen	Sodík [mg.100g ⁻¹]
1	1091 ± 53,7
2	242 ± 6,6
3	341 ± 16,9
4	621 ± 31,5
5	28,5 ± 9,6
6	389 ± 30,6
7	97,8 ± 3,0
8	1870 ± 143,3
9	358 ± 15,0
10	1337 ± 25,7
11	396 ± 19,2
12	695 ± 12,4
13	57 ± 1,5
14	61,6 ± 5,2
15	1340 ± 27,4
16	133 ± 8,5
17	56,4 ± 7,8
18	6,8 ± 2,1
19	105 ± 13
20	3,1 ± 5,2

5.1.5 Zinek (Zn)

Stanovené obsahy zinku ve vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene se pohybovaly v rozmezí od 1,13 mg.100g⁻¹ do 3,42 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot pro zinek je 2,22 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot je 2,18 mg.100g⁻¹. Zjištěné hodnoty obsahu zinku jsou uvedeny v **Tabulce č. 9** a graficky znázorněny na **Obrázku č. 13**.

Tabulka č. 9: Průměrný obsah zinku ve vzorcích zeleného ječmene.

Zelený ječmen	Zinek [mg.100g ⁻¹]
1	2,29 ± 0,17
2	1,42 ± 0,06
3	1,75 ± 0,08
4	1,84 ± 0,11
5	1,80 ± 0,09
6	2,51 ± 0,14
7	2,20 ± 0,13
8	2,23 ± 0,09
9	3,00 ± 0,23
10	2,58 ± 0,11
11	1,78 ± 0,05
12	1,72 ± 0,11
13	2,58 ± 0,15
14	2,41 ± 0,07
15	2,70 ± 0,49
16	3,42 ± 0,77
17	2,57 ± 0,10
18	1,13 ± 0,12
19	1,80 ± 0,11
20	1,88 ± 0,10



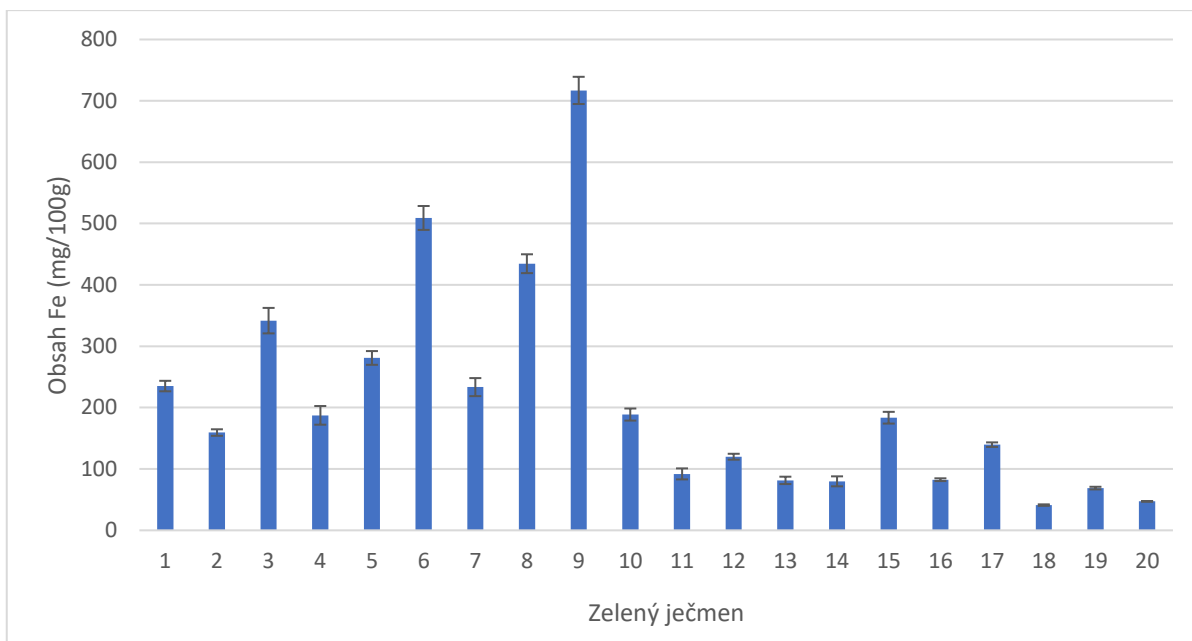
Obrázek č. 13: Grafické znázornění obsahu zinku ve vzorcích zeleného ječmene

5.1.6 Železo (Fe)

Nejvyšší obsah železa byl zjištěn ve vzorku č. 9 (716 mg.100g⁻¹) a ve vzorku č. 6 (509 mg.100g⁻¹), nejnižší hodnotu má vzorek č. 18 (41,1 mg.100g⁻¹). Medián stanovených hodnot pro železo je 172 mg.100g⁻¹ a průměr těchto stanovených hodnot je 211 mg.100g⁻¹. Průměrný obsah železa ve vzorcích zeleného ječmene je uveden v **Tabulce č. 10** a graficky znázorněn na **Obrázku č. 14**.

Tabulka č. 10: Průměrný obsah železa ve vzorcích zeleného ječmene.

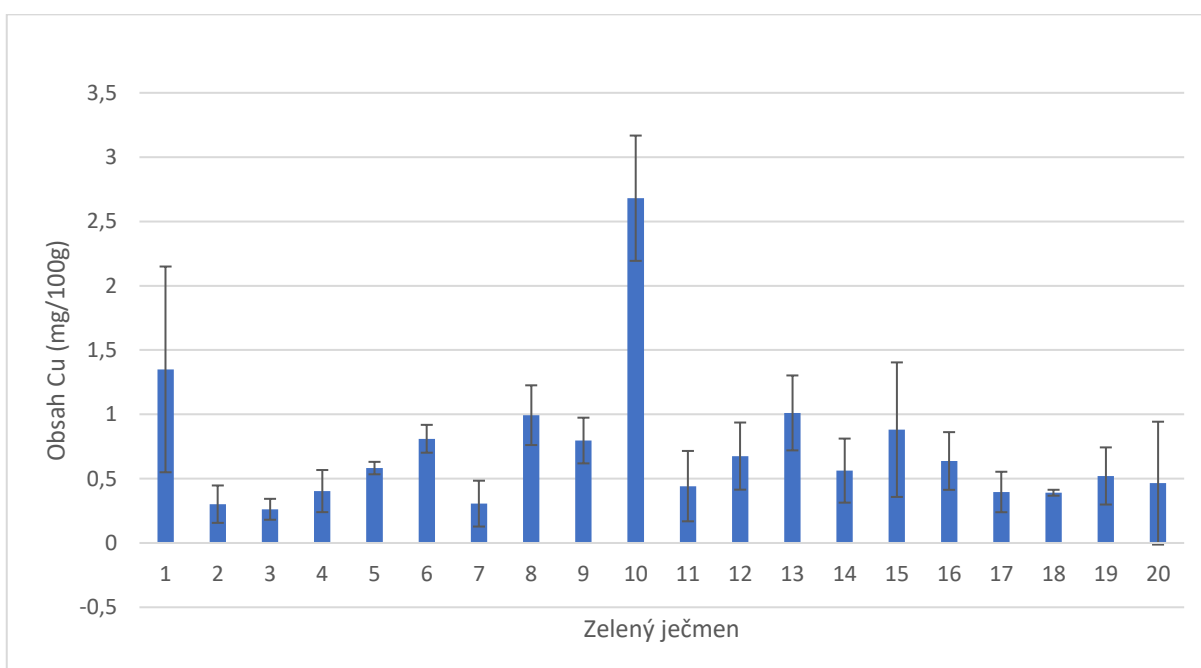
Zelený ječmen	Železo [mg.100g ⁻¹]
1	235 ± 20,1
2	159 ± 12,6
3	341 ± 48,8
4	187 ± 35,8
5	281 ± 26,3
6	509 ± 45,8
7	233 ± 34,5
8	435 ± 36
9	717 ± 52,1
10	189 ± 23,1
11	92 ± 21,1
12	120 ± 11,3
13	81 ± 14,1
14	80 ± 19,1
15	184 ± 22,5
16	82 ± 5,2
17	140 ± 8,7
18	41,1 ± 2,9
19	69 ± 5
20	47 ± 1,2



Obrázek č. 14: Grafické znázornění obsahu železa ve vzorcích zeleného ječmene.

5.1.7 Měď (Cu)

Obsah mědi se ve stanovovaných vzorcích pohyboval v rozmezí od 0,26 mg.100g⁻¹ do 2,68 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot pro měď je 1136 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot je 1449 mg.100g⁻¹. Průměrný obsah mědi je uveden v **Tabulce č. 11** a graficky znázorněn na **Obrázek č. 14**.



Obrázek č. 14: Grafické znázornění obsahu mědi ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 11: Průměrný obsah mědi ve vzorcích zeleného ječmene.

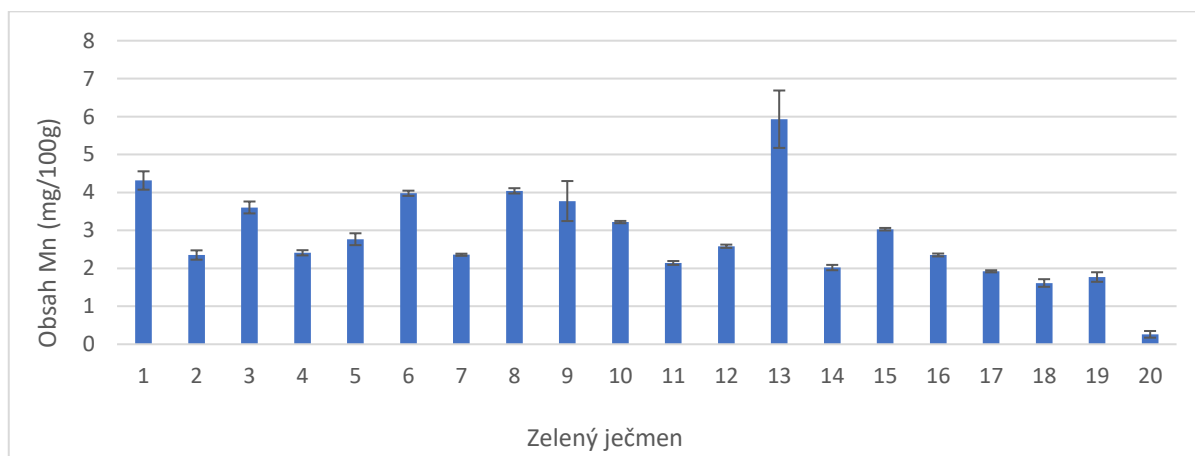
Zelený ječmen	Měď [mg.100g ⁻¹]
1	1,35 ± 0,8
2	0,3 ± 0,15
3	0,26 ± 0,08
4	0,4 ± 0,16
5	0,58 ± 0,05
6	0,81 ± 0,11
7	0,31 ± 0,18
8	0,99 ± 0,23
9	0,80 ± 0,18
10	2,68 ± 0,49
11	0,44 ± 0,27
12	0,68 ± 0,26
13	1,01 ± 0,29
14	0,56 ± 0,25
15	0,88 ± 0,52
16	0,64 ± 0,22
17	0,40 ± 0,16
18	0,39 ± 0,02
19	0,52 ± 0,22
20	0,47 ± 0,48

5.1.8 Mangan (Mn)

Hodnoty manganu ve vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene se pohybovaly v rozmezí od 0,26 mg.100g⁻¹ do 5,93 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot pro mangan je 2,5 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot je 2,82 mg.100g⁻¹. Hodnoty jsou uvedeny v **Tabulce č. 12** a graficky jsou znázorněny na **Obrázku č. 15**.

Tabulka č. 12: Průměrný obsah manganu ve vzorcích zeleného ječmene.

Zelený ječmen	Mangan [mg.100g ⁻¹]
1	4,32 ± 0,24
2	2,35 ± 0,12
3	3,6 ± 0,16
4	2,41 ± 0,07
5	2,79 ± 0,16
6	3,98 ± 0,07
7	2,36 ± 0,03
8	4,04 ± 0,07
9	3,77 ± 0,52
10	3,22 ± 0,03
11	2,14 ± 0,05
12	2,58 ± 0,04
13	5,93 ± 0,76
14	2,02 ± 0,07
15	3,03 ± 0,03
16	2,35 ± 0,04
17	1,92 ± 0,03
18	1,61 ± 0,1
19	1,77 ± 0,13
20	0,26 ± 0,09



Obrázek č. 15: Průměrný obsah manganu ve vzorcích zeleného ječmene.

5.1.9 Selen (Se)

Selen nebyl stanoven z důvodu poruchy přístroje Varian 280Z.

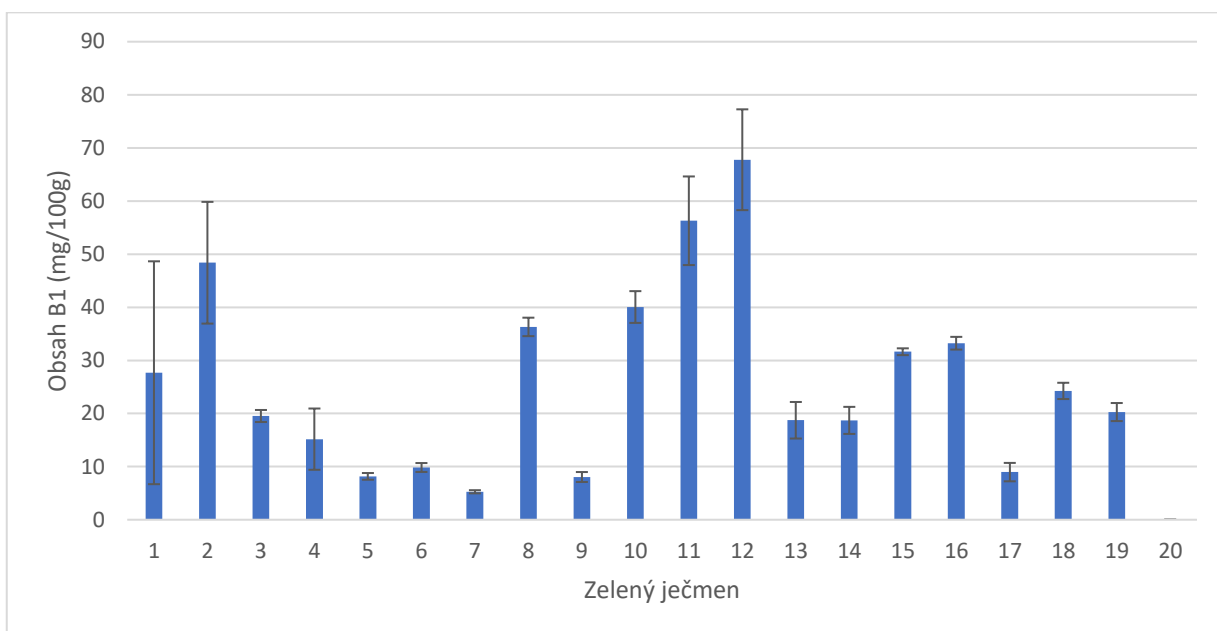
5.2 Vitamíny

5.2.1 Vitamín B1

Obsah vitamínu B1 se ve vzorcích pohyboval v hodnotách od 0 (obsah byl nižší než mez detekce) do 67,8 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot je 19,9 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot je 24,9 mg.100g⁻¹. Průměrné hodnoty jsou uvedeny v **Tabulce č. 13** a jsou znázorněny na **Obrázku č. 16**.

Tabulka č. 13: Průměrný obsah vitamínu B1 ve vzorcích zeleného ječmene.

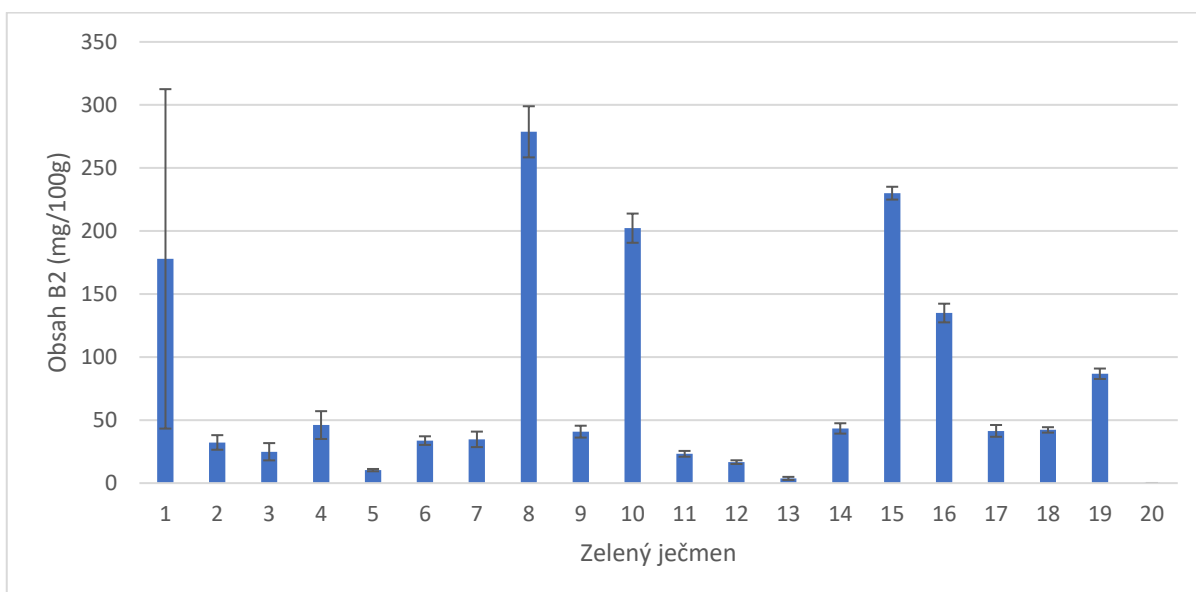
Zelený ječmen	Vitamín B1 [mg.100g ⁻¹]
1	27,7 ± 21
2	48,4 ± 11,5
3	19,5 ± 1,13
4	15,2 ± 5,77
5	8,17 ± 0,63
6	9,83 ± 0,84
7	5,27 ± 0,3
8	36,3 ± 1,74
9	8,04 ± 0,94
10	40 ± 2,99
11	56,3 ± 8,34
12	67,8 ± 9,49
13	18,7 ± 3,44
14	18,7 ± 2,54
15	31,6 ± 0,64
16	33,2 ± 1,20
17	8,97 ± 1,73
18	24,3 ± 1,53
19	20,3 ± 1,70
20	<MD



Obrázek č. 16: Grafické znázornění obsahu vitamínu B1 ve vzorcích.

5.2.2 Vitamín B2

Množství vitamínu B2 bylo ve vzorcích zeleného ječmene stanoveno v rozmezí 0,07 – 279 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot vitamínu B2 je 41,1 mg.100g⁻¹ a jejich průměr je 24,9 mg.100g⁻¹. Průměrné hodnoty jsou uvedeny v **Tabulce č. 14** a graficky znázorněny na **Obrázku č. 17**.



Obrázek č. 17: Grafické znázornění obsahu vitamínu B2 ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 14: Průměrný obsah vitamínu B2 ve vzorcích zeleného ječmene.

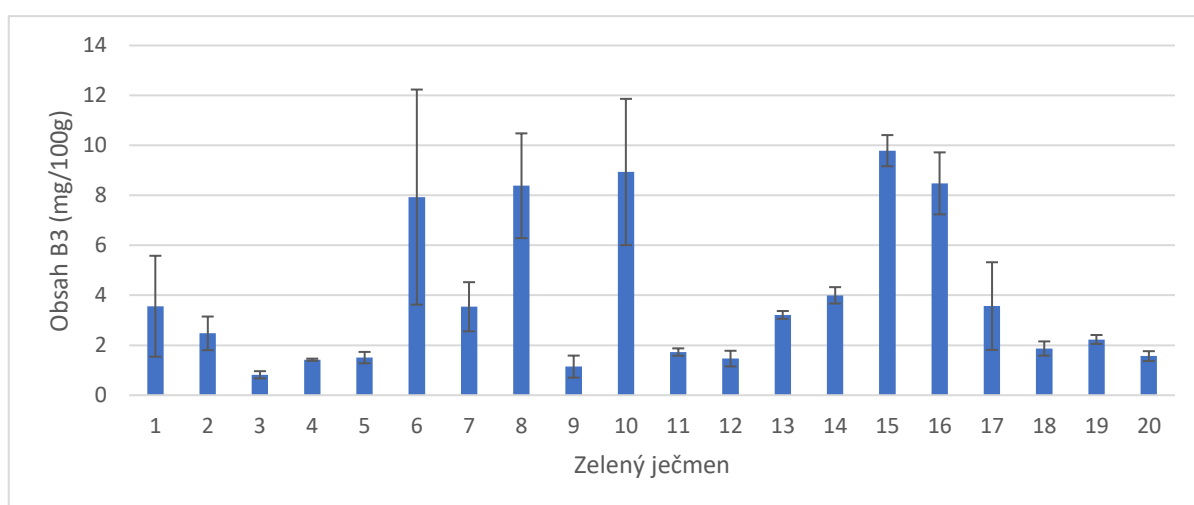
Zelený ječmen	Vitamín B2 [mg.100g ⁻¹]
1	178 ± 135
2	32,3 ± 5,79
3	24,9 ± 6,85
4	46 ± 11
5	10,3 ± 0,92
6	33,7 ± 3,41
7	34,7 ± 6,14
8	279 ± 20,3
9	40,8 ± 4,71
10	202 ± 2,14
11	23,2 ± 2,29
12	16,6 ± 1,47
13	3,7 ± 1,21
14	43,4 ± 4,1
15	230 ± 5,1
16	135 ± 7,4
17	41,4 ± 4,69
18	42,2 ± 2,14
19	86,7 ± 4,14
20	0,07 ± 0,04

5.2.3 Vitamín B3

Ve vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene byl zjištěn obsah vitamínu B3 v rozmezí od 0,82 mg.100g⁻¹ do 9,79 mg.100g⁻¹. Medián pro stanovené hodnoty vitamínu B3 je 2,84 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot je 3,88 mg.100g⁻¹. Všechny průměrné hodnoty vitamínu B3 obsažené ve vzorcích jsou uvedeny v **Tabulce č. 15** a graficky jsou znázorněny na **Obrázku č. 18**.

Tabulka č. 15: Průměrný obsah vitamínu B3 ve vzorcích zeleného ječmene.

Zelený ječmen	Vitamín B3 [mg.100g ⁻¹]
1	3,56 ± 2
2	2,48 ± 0,67
3	0,82 ± 0,14
4	1,42 ± 0,04
5	1,5 ± 0,23
6	7,93 ± 4,3
7	3,54 ± 0,98
8	8,38 ± 2,1
9	1,14 ± 0,44
10	8,93 ± 2,93
11	1,73 ± 0,15
12	1,46 ± 0,31
13	3,21 ± 0,16
14	4,00 ± 0,33
15	9,79 ± 0,62
16	8,48 ± 1,24
17	3,57 ± 1,75
18	1,87 ± 0,28
19	2,23 ± 0,18
20	1,56 ± 0,2



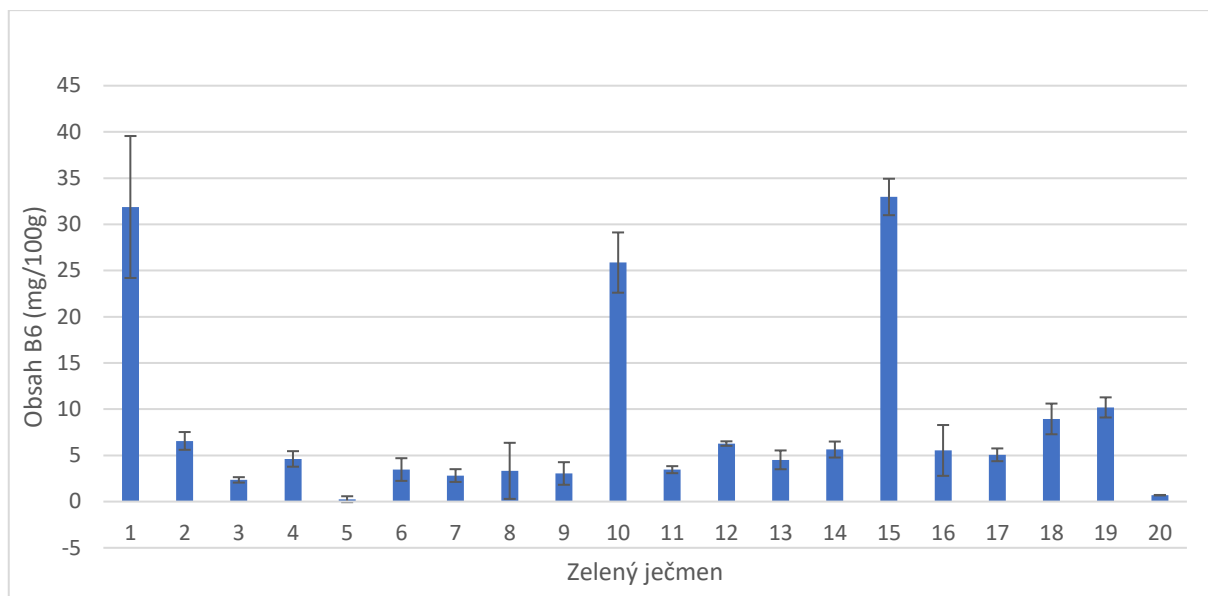
Obrázek č. 18: Grafické znázornění obsahu vitamínu B3 ve vzorcích zeleného ječmene.

5.2.4 Vitamín B6

Hodnoty vitamínu B6 byly ve vzorcích zeleného ječmene stanoveny v rozmezí 0,26–33 mg.100g⁻¹. Medián stanovených hodnot pro vitamín B6 je 4,84 mg.100g⁻¹ a průměr těchto hodnot je 8,37 mg.100g⁻¹. Průměrné hodnoty obsahu vitamínu B6 ve vzorcích jsou uvedeny v **Tabulce č. 16** a graficky jsou znázorněny na **Obrázku č. 19**.

Tabulka č. 16: Průměrný obsah vitamínu B6 ve vzorcích zeleného ječmene.

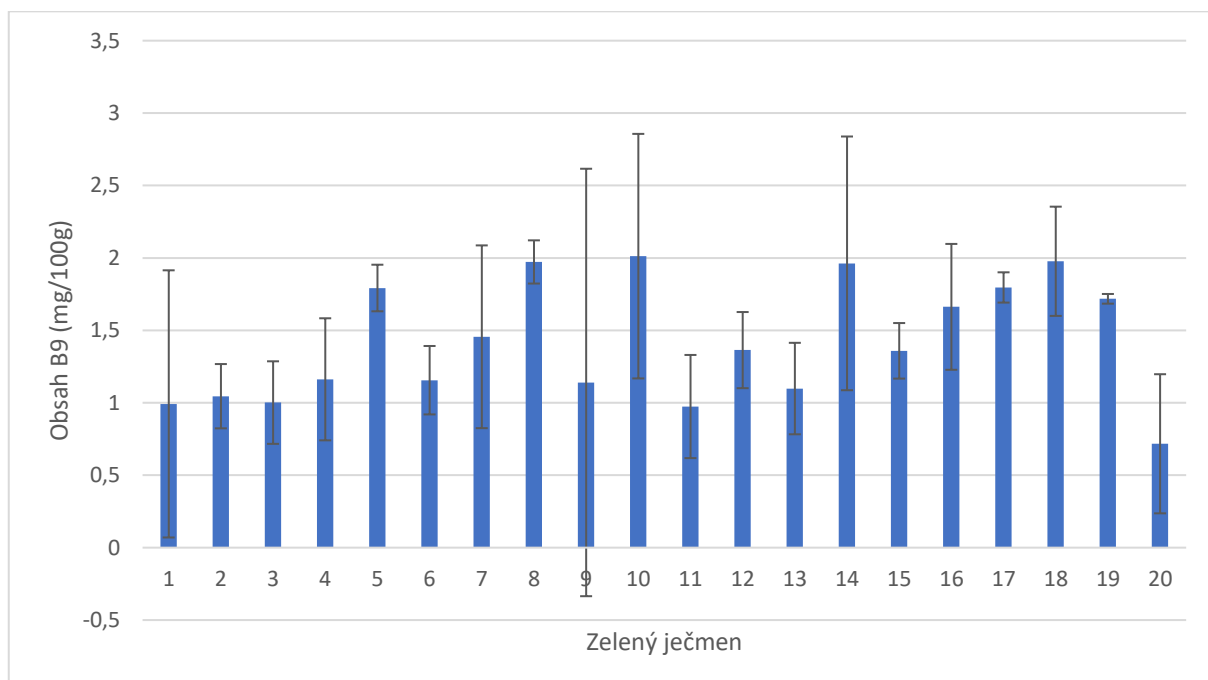
Zelený ječmen	Vitamín B6 [mg.100g ⁻¹]
1	31,9 ± 7,68
2	6,56 ± 0,96
3	2,35 ± 0,29
4	4,62 ± 0,84
5	0,26 ± 0,32
6	3,47 ± 1,22
7	2,82 ± 0,69
8	3,32 ± 3,03
9	3,04 ± 1,22
10	25,9 ± 3,26
11	3,45 ± 0,38
12	6,28 ± 0,24
13	4,52 ± 1,02
14	5,63 ± 0,86
15	33 ± 1,97
16	5,54 ± 2,75
17	5,06 ± 0,69
18	8,94 ± 1,66
19	10,2 ± 1,09
20	0,69 ± 0,02



Obrázek č. 19: Grafické znázornění obsahu vitamínu B6 ve vzorcích zeleného ječmene.

5.2.5 Vitamín B9

Obsah vitamínu B9 ve vzorcích zeleného ječmene byl stanoven v rozmezí od $0,72 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $2,01 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Medián stanovených hodnot vitamínu B9 je $1,41 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a jejich průměr je $1,55 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Obsah vitamínu B9 ve vzorcích je shrnut v **Tabulce č. 17** a graficky je znázorněn na **Obrázku č. 20**.



Obrázek č. 20: Grafické znázornění obsahu vitamínu B9 ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 17: Průměrný obsah vitamínu B9 ve vzorcích zeleného ječmene.

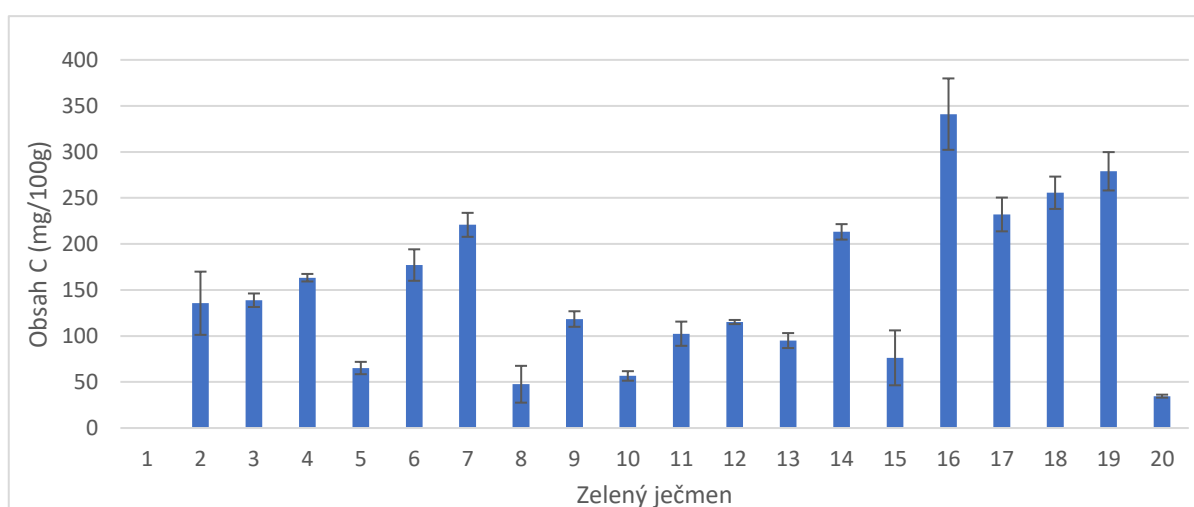
Zelený ječmen	Vitamín B9 [mg.100g⁻¹]
1	0,99 ± 0,92
2	1,05 ± 0,22
3	1 ± 0,28
4	1,16 ± 0,42
5	1,79 ± 0,16
6	1,16 ± 0,24
7	1,46 ± 0,63
8	1,97 ± 0,15
9	1,14 ± 1,46
10	2,01 ± 0,84
11	0,97 ± 0,36
12	1,36 ± 0,26
13	1,1 ± 0,32
14	1,96 ± 0,88
15	1,36 ± 0,19
16	1,66 ± 0,43
17	1,80 ± 0,1
18	1,98 ± 0,38
19	1,72 ± 0,03
20	0,72 ± 0,48

5.2.6 Vitamín C

Obsah vitamínu C byl stanoven ve vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene v rozmezí 33–341 mg.100g⁻¹. Medián pro stanovené hodnoty vitamínu C je 127 mg.100g⁻¹ a jejich průměr je 145 mg.100g⁻¹. Průměrné hodnoty obsahu vitamínu C ve vzorcích jsou znázorněny v **Tabulce č. 18** a graficky jsou znázorněny na **Obrázku č. 21**.

Tabulka č. 18: Průměrný obsah vitamínu C ve vzorcích zeleného ječmene.

Zelený ječmen	Vitamín C [mg.100g ⁻¹]
1	33 ± 28
2	136 ± 34,3
3	139 ± 7,35
4	163 ± 4,1
5	65,2 ± 6,69
6	177 ± 17,1
7	221 ± 13
8	47,6 ± 20
9	118 ± 8,45
10	56,6 ± 5,17
11	102 ± 13,16
12	115 ± 2,25
13	95 ± 8,14
14	213 ± 8,41
15	76,3 ± 29,8
16	314 ± 38,8
17	232 ± 18,3
18	256 ± 17,6
19	279 ± 20,8
20	34,6 ± 1,63



Obrázek č. 21: Grafické znázornění obsahu vitamínu C ve vzorcích zeleného ječmene.

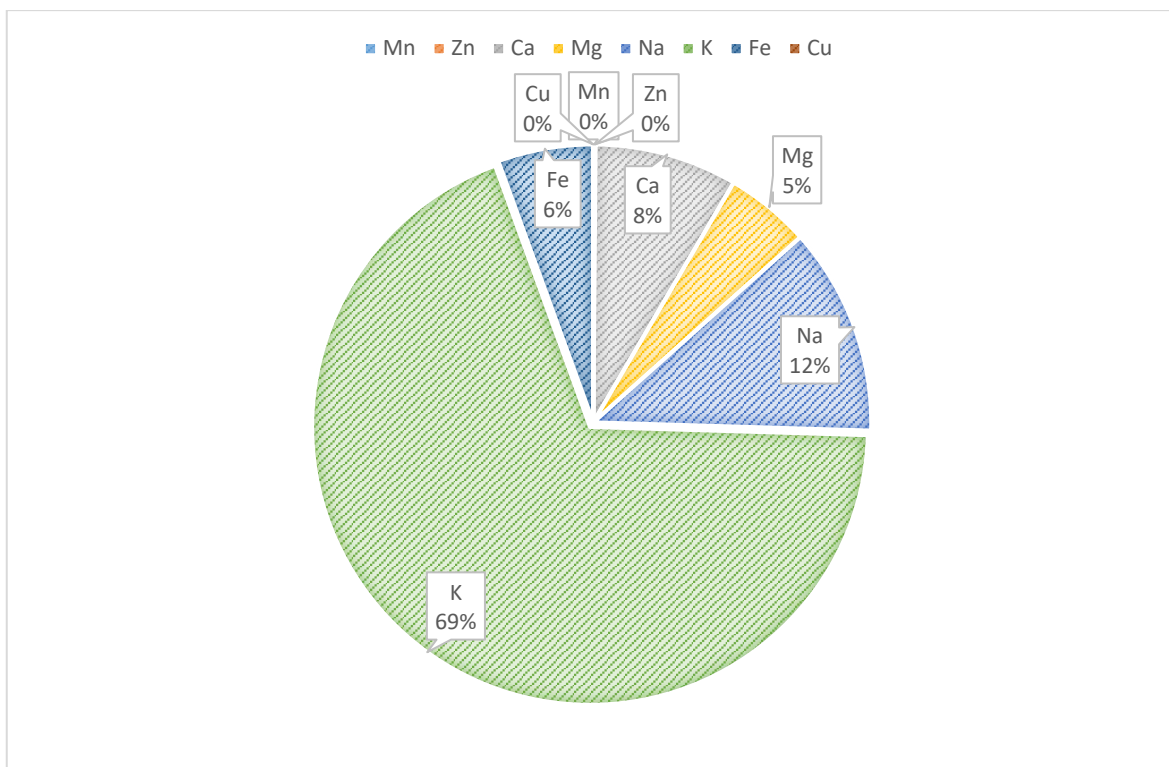
Nejnižší obsahy minerálních látek se nejčastěji vyskytovaly u vzorků č. 20 a č.18. Nejvyšší obsahy se nejčastěji vyskytovaly u vzorků s čísly 8 a 15. Nejnižší obsahy vitamínů byly nejčastěji u vzorku č.20. Nejvyšší obsahy vitamínů se nejčastěji vyskytovaly u vzorků číslo 10 a 15. Celkově lze vzorek č.15 považovat za vzorek s nejčastěji nejvyššími obsahy vitamínů a minerálních látek, které byly stanovovány.

5.3 Celkový obsah minerálních látek a vitamínů

V **Tabulce č. 19** jsou uvedeny průměrné hodnoty minerálních látek v jednotlivých analyzovaných vzorcích a také jejich rozpětí. Na **Obrázku č. 22** je zobrazeno grafické znázornění zastoupení průměrných hodnot stanovovaných minerálních látek.

Tabulka č. 19: Celkový a průměrný obsah minerálních látek ve vzorcích zeleného ječmene.

Minerální látka	Obsah [mg.100g⁻¹]	Průměrný obsah [mg.100g⁻¹]
Vápník	12–483	317 ± 27,3
Hořčík	78–467	189 ± 28,1
Draslík	496–6060	2634 ± 404
Sodík	3,1–1869	461 ± 139
Zinek	1,13–3,42	2,18 ± 0,14
Železo	41,1–716	211 ± 44,8
Měď	0,26–2,68	0,72 ± 0,28
Mangan	0,26–5,93	2,82 ± 0,61

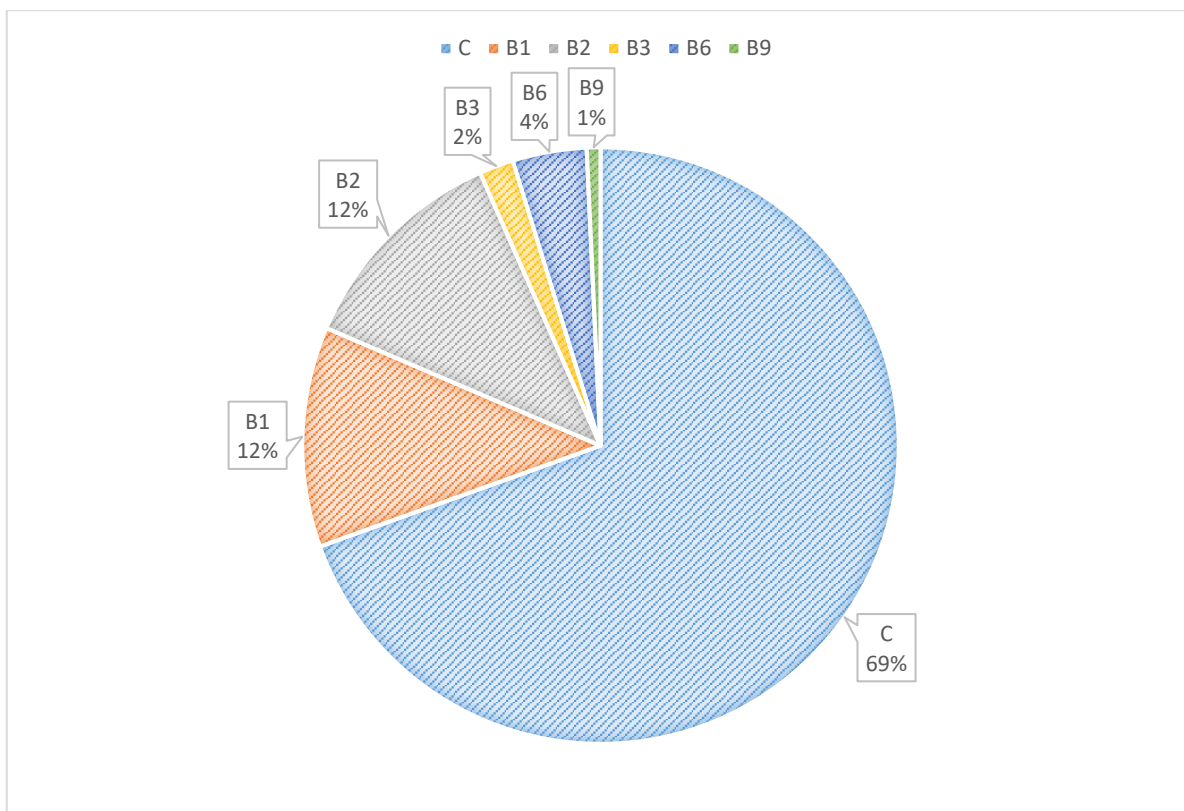


Obrázek č. 22: Grafické znázornění průměrných variabilních zastoupení jednotlivých minerálních látek ve vzorcích zeleného ječmene.

V **Tabulce č. 20** jsou uvedeny průměrné hodnoty a rozpětí hodnot stanovovaných vitamínů v jednotlivých vzorcích zeleného ječmene. Na **Obrázku č. 23** je grafické znázornění zastoupení průměrných hodnot stanovovaných vitamínů ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 20: Celkový a průměrný obsah vitamínů ve vzorcích zeleného ječmene.

Vitamíny	Obsah [mg.100g ⁻¹]	Průměrný obsah [mg.100g ⁻¹]
C	33–341	145 ± 22,6
B1	0–67,8	24,9 ± 4,62
B2	0,07–279	24,9 ± 21,3
B3	0,82–9,79	3,88 ± 0,77
B6	0,26–33	8,37 ± 2,52
B9	0,72–2,01	1,55 ± 0,16



Obrázek č. 23: Grafické znázornění průměrných variabilních zastoupení jednotlivých vitamínů ve vzorcích zeleného ječmene.

V **Tabulce č. 21** jsou uvedeny celkové obsahy minerálních látek a vitamínů pro jednotlivé doplňky stravy zeleného ječmene.

Tabulka č. 21: Celkový obsah minerálních látek a vitamínů v jednotlivých doplňcích stravy.

Vzorek	Celkový obsah minerálních látek [mg.100g ⁻¹]	Celkový obsah vitamínů [mg.100g ⁻¹]
1	5499	275
2	2434	226
3	2490	187
4	3096	232
5	2725	87,2
6	2854	233

Tabulka č. 21: pokračování

7	3898	269
8	9179	376
9	2634	172
10	7514	336
11	2302	188
12	2630	209
13	2527	126
14	3584	287
15	7812	382
16	4681	525
17	3041	293
18	2346	335
19	4500	400
20	639	37,7

5.4 Posouzení obsahů minerálních látek a vitamínů v denní dávce vzhledem k doporučenému dennímu příjmu

Všechny obsahy stanovovaných minerálních látek a vitamínů jsou uváděny v mg obsažených ve 100 g zeleného ječmene, takové množství je ovšem mnohem vyšší než doporučené denní dávky. Je nutno vzít v úvahu reálný denní příjem doplňku stravy a tím i v něm obsažených vitamínů a minerálních látek. Doporučené denní dávkování se liší výrobek od výrobku, pohybuje se řádově v gramech zeleného ječmene za den, jako optimální denní dávku lze považovat 10 g denně podle doporučeného denního dávkování většiny výrobců a prodejců. Pokrytí doporučené denní dávky příjmem 10 g potravního doplňku denně je uvedeno v **Tabulce č. 22**.

Tabulka č. 22: Pokrytí doporučené denní dávky příjmem 10 g potravního doplňku denně.

	Průměrný obsah [mg.100g⁻¹]	Doporučené denní dávky [mg]	Pokrytí DDD [%]
Vápník	12–483	800	0,15–6,04
Draslík	497–6060	2000	2,48–30,3
Sodík	3,1–1869	550	0,06–34
Hořčík	78–467	375	2,08–12,5
Zinek	1,13–3,42	10	1,13–3,42
Železo	41,1–716	14	29,36–511
Měď	0,26–2,68	1	2,6–26,8
Mangan	0,26–5,93	2	1,3–29,7
Vitamín C	33–341	80	4,1–42,6
Vitamín B1	0–67,8	1,1	0–616
Vitamín B2	0,07–279	1,4	0,5–1993
Vitamín B3	0,82–9,79	16	0,5–6,12
Vitamín B6	0,26–33	1,4	1,86–235
Vitamín B9	0,72–2,01	0,2	36–100,5

6 Diskuze

V této práci byla provedena prvková a látková analýza dvaceti vybraných doplňků stravy na bázi zeleného ječmene, všechny obsahovaly 100 % *Hordeum vulgare*, byly v běžně dostupné nebo bio kvalitě, od různých výrobců a pocházely z různých zemí. Všechny doplňky stravy byly zakoupeny v tržní síti České republiky. Byly sledovány vybrané minerální látky (Ca, Mg, Na, K, Mn, Zn, Fe, Cu) a vybrané vitamíny (vitamín C, vitamíny skupiny B, B1, B2, B3, B6 a B9). Po provedení analýzy byly vzájemně porovnány obsahy sledovaných prvků a vitamínů v jednotlivých doplňcích stravy. Obsah sledovaných analytů byl zároveň posouzen vzhledem k doporučeným denním dávkám ve výživě člověka.

6.1 Obsahy minerálních látek

Z výsledků analýzy je patrná velmi vysoká variabilita jednotlivých doplňků stravy, obsahy jednotlivých minerálních látek v jednotlivých vzorcích zeleného ječmene se často i mnohonásobně liší. Některé rozdíly jsou dokonce v rámci dvou řádů.

Z průměrných hodnot pro jednotlivé minerální látky je patrné pořadí zastoupení minerálních látek v listech zeleného ječmene. Z **Obrázku č. 22** vyplývá, že nejvíce zastoupenou minerální látkou je draslík (69 %), který svým zastoupením mnohokrát převyšuje ostatní minerální látky. Následuje sodík (12 %), vápník (8 %), železo (6 %) a hořčík (5 %), mangan, zinek a měď svým zastoupením nedosahují ani 1 %.

Celkový průměrný obsah vápníku ve všech analyzovaných vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene byl $317 \pm 27,3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot od $12 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $483 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Vyšší průměrný obsah vápníkatých iontů v listech mladého ječmene $480,7 \pm 27,5 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ uvádí ve své práci Cao et al. (2018), Výsledky práce Cao et al. (2018) potvrzuje další studie, ve které Zeng et al. (2018) stanovil obsah vápníku v zeleném ječmeni $479,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Obsahy vápníku ve vzorcích s jeho nejvyšším obsahem, stanovené v této diplomové práci, jsou v souladu s výsledky citovaných autorů, celkově však byly stanovené obsahy v mé studii nižší. Vyšší obsahy vápníku v zeleném

ječmeni než všichni předchozí autoři ve své knize popisuje Rathouský (2007), který udává hodnotu $680 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Celkový průměrný obsah hořčíku ve všech analyzovaných vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene byl $189 \pm 28,1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. V jednotlivých vzorcích byl obsah hořčíku stanoven v rozmezí hodnot od $78 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $467 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Cao et al. (2018) uvádí obsah hořečnatých kationtů $190 \pm 20 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, tato hodnota odpovídá průměrné hodnotě analyzovaných vzorků. Tuto hodnotu také potvrzuje studie Zenga et al. (2018), který uvádí obsah hořčíku $183,2 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Vyšší obsah hořčíku v zeleném ječmeni prezentuje ve své studii Slimáková (2016), která udává obsah hořčíku $396 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Obsahy hořčíku, které byly stanovené v této diplomové práci jsou v souladu s výsledky výše citovaných autorů. Výrazně odlišnou hodnotu než ostatní citovaní autoři popisuje ve své knize Rathouský (2007), který uvádí obsah hořčíku pouze $3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, což je hodnota výrazně nižší než nejmenší stanovená hodnota analýzou AAS v této diplomové práci.

Celkový průměrný obsah sodíku v analyzovaných vzorcích zeleného ječmene byl $461 \pm 139 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí od $3,1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $1869 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Rathouský (2007) uvádí ve své studii obsah sodíku $641 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, přičemž tato hodnota je v souladu s rozmezím hodnot této diplomové práce, přibližně stejný obsah sodíku byl stanoven i ve dvou z analyzovaných vzorků zeleného ječmene. Mnohem nižší hodnotu obsahu sodíku $18 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ v zeleném ječmeni popisuje Dallen (2012). Tato hodnota je také v souladu s výsledky mé diplomové práce, avšak většina analyzovaných vzorků měla obsah vyšší.

Analýzou zjištěné obsahy draslíku ve vzorcích zeleného ječmene byly stanoveny v rozmezí od $496 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $6060 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, spodní hranice je z hlediska výživy zanedbatelnou hodnotou, horní hranice představuje 30 % DDD. Celkový průměrný obsah draslíku ve vzorcích zeleného ječmene byl $2634 \pm 404 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Podobný průměrný obsah draslíku prezentuje Dallen (2012), která udává hodnotu $2500 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Zeng et al. (2018) ve své studii stanovil obsah draslíku v zeleném ječmeni $3384 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, což je o něco vyšší hodnota než průměrná hodnota obsahu draslíku v analyzovaných vzorcích v této diplomové práci. Ještě vyšší hodnotu uvádí Rathouský (2007), který ve své knize uvádí obsah draslíku $4050 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Tato hodnota taktéž zapadá do rozmezí hodnot analyzovaných vzorků. Obsahy

draslíku ve vzorcích zeleného ječmene stanovené v této diplomové práci jsou v souladu s výsledky výše citovaných autorů, celkově však byly stanovené obsahy draslíku v mé studii nižší.

Celkový průměrný obsah manganu ve všech analyzovaných vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene byl $2,82 \pm 0,61 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot od $0,26 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $5,93 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Výsledky mé studie potvrzuje Dallen (2012), která uvádí hodnotu $4,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Rozdílnou hodnotu prezentuje Rathouský (2007), který uvádí hodnotu 14 mg manganu ve 100 g zeleného ječmene, s touto hodnotou nejsou v souladu výsledky této diplomové práce, hodnota je více než dvakrát vyšší než nejvyšší stanovená hodnota manganu v mé studii.

Celkový průměrný obsah zinku ve všech analyzovaných vzorcích zeleného ječmene byl $2,18 \pm 0,14 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, v jednotlivých vzorcích se hodnoty pohybovaly v rozmezí od $1,13 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $3,42 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Vyšší hodnotu ve své studii prezentuje Rathouský (2007), který uvádí $3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Oproti tomu Dallen (2012) udává nižší hodnotu $1,6 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Hodnoty stanovené v této diplomové práci jsou v souladu s výsledky citovaných autorů.

Celkový průměrný obsah mědi v analyzovaných vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene byl $0,72 \pm 0,28 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. V jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí od $0,26 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $2,68 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Vyšší hodnotu mědi v zelených listech ječmene uvádí Rathouský (2007), a to $1,5 \text{ mg}$ na 100 g zeleného ječmene. Dallen (2012) prezentuje ve své knize hodnotu $1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Hodnotě uváděné Dallen (2012) přibližně odpovídá obsah mědi v 5 analyzovaných vzorcích z mé studie. Hodnoty obsahu mědi v zeleném ječmeni stanovené v této diplomové práci jsou v souladu s výsledky výše citovaných autorů.

Průměrný obsah železa ve všech analyzovaných vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene byl $211 \pm 44,8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot od $41,1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $716 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Mnohem nižší obsah železa v zeleném ječmeni prezentuje Dallen (2012), která uvádí hodnotu $12 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, i Rathouský (2007), který stanovil obsah železa $13 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Stanovený obsah železa ve vzorcích v této diplomové práci není v souladu s výsledky citovaných autorů, i nejmenší stanovený obsah mé studie je mnohonásobně vyšší než výsledky citovaných autorů.

6.2 Obsahy vitamínů

Z průměrných hodnot stanovených pro jednotlivé vitamíny bylo vypočteno relativní zastoupení jednotlivých vitamínů v zeleném ječmeni. Z **Obrázku č. 23** je patrné nejvyšší zastoupení vitamínu C (69 %), který je zastoupen z největší části. Stejný podíl tvoří vitamín B1 a vitamín B2 (12 %), dále vitamín B6 (4 %). Nejméně zastoupenými vitamíny je vitamín B3 (2 %) a listová kyselina (1 %).

Nejčastěji stanovovaným vitamínem v zeleném ječmeni je kyselina askorbová neboli vitamín C. Celkový průměrný obsah vitamínu C ve všech analyzovaných vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene byl $145 \pm 22,6$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot od $33 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $341 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Tyto hodnoty odpovídají přibližně 4 – 43 % doporučeného denního příjmu, v některých vzorcích lze tedy ječmen považovat za významný zdroj vitamínu C. Vyšší průměrný obsah uvádí Zeng et al. (2018), který stanovil hodnotu obsahu vitamínu C $251,6 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Paulíčková et al. (2007) provedla studii, ve které analyzovala mladý zelený ječmen vypěstovaný na různých místech České republiky. V této studii stanovila obsah vitamínu C v rozmezí hodnot $107\text{--}635,8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Z tohoto výsledku je také patrná variabilita jednotlivých vzorků ječmene, což je patrné také z této diplomové práce. Výsledky práce Paulíčkové et al. (2007) potvrzují také výsledky studie Koga et al. (2013), podle které je obsah vitamínu C v zeleném ječmeni $380 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, což je hodnota o něco vyšší než nejvyšší stanovená hodnota vitamínu C v analyzovaných vzorcích v této diplomové práci. Ještě vyšší obsah uvádí Rathouský (2007) a to hodnotu $457 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Výsledky této diplomové práce jsou v souladu s výsledky Zenga et al. (2018) a částečně i s výsledky studie Paulíčkové et al. (2007), celkově však byly stanovené obsahy vitamínu C v mé studii nižší. Výsledky Koga et al. (2013) a Rathouského (2007) jsou vyšší než stanovené hodnoty v této diplomové práci. Speciálním případem jsou výsledky analýzy zeleného ječmene provedené Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí (2017). Množství tohoto vitamínu bylo pod mezí stanovitelnosti laboratorní metody a tato hodnota byla v rozporu s obsahem uvedeným na etiketě ($595 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), proto byl tento doplněk stravy označený jako falšovaný.

Celkový průměrný obsah vitamínu B1 ve všech analyzovaných vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene byl $24,9 \pm 4,62 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot od $0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $67,8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Mnohem nižší hodnotu prezentuje Dallen (2012), která uvádí obsah vitamínu B1 $0,2 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Tuto hodnotu podporuje i studie Rathouského (2007), který stanovil obsah $0,43 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Obsahy vitamínu B1 ve vzorcích s jeho nejnižším obsahem stanovené v této diplomové práci jsou v souladu s hodnotami uváděnými citovanými autory, avšak většinou jsou obsahy vitamínu B1 stanovené v zeleném ječmeni v této studii vyšší.

Celkový průměrný obsah vitamínu B2 ve všech analyzovaných vzorcích zeleného ječmene byl $24,9 \pm 21,3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. V jednotlivých vzorcích byl jeho obsah stanoven v rozmezí hodnot od $0,07 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $279 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nižší průměrný obsah v listech mladého ječmene $2,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ uvádí ve své knize Dallen (2012). Výsledky Dallen (2012) potvrzuje i studie Rathouského (2007), který prezentuje velmi podobnou hodnotu ($2,41 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Obsahy vitamínu B2 ve vzorcích s jeho nejnižším obsahem stanovené v této diplomové práci jsou v souladu s hodnotami, které uvádějí citovaní autoři, celkově však jsou obsahy vitamínu B2 stanovené v zeleném ječmeni v této studii vyšší.

Průměrný obsah vitamínu B3 ve všech analyzovaných vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene je $3,88 \pm 0,77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot od $0,82 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $9,79 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Podobnou hodnotu ve své knize popisuje Rathouský (2007), který uvádí obsah vitamínu B3 $3,63 \text{ mg}$ ve 100 g zeleného ječmene. Výsledky mé studie jsou v souladu s výsledky Rathouského (2007). Vyšší obsah vitamínu B3 v listech mladého ječmene než jsou všechny předchozí hodnoty, udává Dallen (2012), která prezentuje hodnotu vitamínu B3 $120 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Průměrný obsah vitamínu B6 ve všech analyzovaných vzorcích zeleného ječmene byl $8,37 \pm 2,52 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven jeho obsah v rozmezí od $0,26 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $33 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nižší hodnotu prezentuje Dallen (2012), která uvádí hodnotu $1,3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Oproti tomu Rathouský udává o jeden řád vyšší hodnotu $17,8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Výsledky této diplomové práce jsou v souladu s hodnotami uvedenými Dallen (2012) i Rathouským (2007).

Celkový průměrný obsah vitamínu B9 ve všech analyzovaných vzorcích zeleného ječmene byl $1,55 \pm 0,16 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. V jednotlivých vzorcích byl stanoven obsah v rozmezí hodnot od $0,72 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $2,01 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ Rathouský (2007) ve své studii stanovil obsah listové kyseliny v zeleném ječmeni $0,946 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Výsledky mé studie jsou v souladu s výsledky výše uvedeného autora, celkově však byly obsahy stanovené v mé studii vyšší.

Celkové množství vitamínů v jednotlivých vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene se pohybovalo v rozmezí od $37,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $525 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, nejčastěji se pohybovalo v hodnotách od $200 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $300 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Do tohoto intervalu spadá osm vzorků ze dvaceti (**Tabulka č. 21**).

Celkový obsah minerálních látek v doplňcích stravy zeleného ječmene se pohyboval v rozmezí hodnot od $639 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $9179 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Tato rozdílnost minima a maxima celkových obsahů minerálních látek poukazuje na velkou variabilitu mezi jednotlivými doplňky stravy. Nejčastěji stanovené celkové obsahy minerálních látek odpovídají rozmezí hodnot od $2000 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do $3000 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, této kategorii vyhovuje téměř polovina analyzovaných vzorků, devět z dvaceti (**Tabulka č. 21**).

Stejně jako celkové hodnoty obsahů vitamínů se liší i jejich průměrné hodnoty v jednotlivých vzorcích. Průměrně je nejvíce ze všech vitamínů v zeleném ječmeni zastoupen vitamín C, jehož celková průměrná hodnota je $145 \pm 22,6 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, pro jednotlivé vzorky byl stanoven v rozmezí hodnot $33\text{--}341 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Řádově nižšího celkového průměrného obsahu dosahují vitamíny B1 a B2. Celkový průměrný obsah vitamínu B1 ve vzorcích zeleného ječmene byl $24,9 \pm 4,62 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, stanovené hodnoty pro jednotlivé vzorky se pohybovaly v rozmezí $0\text{--}68 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Celkový průměrný obsah vitamínu B2 ve vzorcích byl $24,9 \pm 21,3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a pro jednotlivé vzorky byl stanoven v rozmezí $0,07\text{--}279 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Výrazně nižší průměrný obsah ve vzorcích zeleného ječmene vykazuje vitamín B6, který odpovídá hodnotě $8,37 \pm 2,52 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a pro jednotlivé vzorky byl stanoven v rozmezí $0,26\text{--}33 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Následuje vitamín B3 s celkovým průměrným obsahem $3,88 \pm 0,77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a hodnotami obsahů pro jednotlivé vzorky v rozmezí $0,82\text{--}9,79 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejmenší celkový průměrný obsah ve vzorcích zeleného ječmene vykazuje s hodnotou $1,55 \pm 0,16 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ listová kyselina a v jednotlivých vzorcích byl obsah této kyseliny stanoven v rozmezí od $0,72\text{--}2,01 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Rozdílnost jednotlivých doplňků stravy se projevila i v rozdílnosti celkových obsahů minerálních látek. Průměrně je ze všech minerálních látek nejvíce zastoupen draslík, jehož celkový průměrný obsah v zeleném ječmeni byl $2634 \pm 404 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích zeleného ječmene byl stanoven v rozmezí hodnot $496\text{--}6060 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Obsahy draslíku v jednotlivých vzorcích mnohonásobně převyšují obsahy ostatních minerálních látek. Další hojně zastoupenou minerální látkou je sodík, jehož celkový průměrný obsah činil $461 \pm 139 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl obsah stanoven v rozmezí hodnot $3,1\text{--}1869 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Celkový průměrný obsah vápníku byl $317 \pm 27,3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot $12\text{--}483 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Celkový průměrný obsah železa ve všech analyzovaných doplňcích stravy na bázi zeleného ječmene činil $211 \pm 44,8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot $41,1\text{--}716 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Významné množství bylo také zjištěno v případě hořčičku, jeho celkový průměrný obsah ve vzorcích byl $189 \pm 28,1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích zeleného ječmene byl stanoven v rozmezí hodnot $41,1\text{--}716 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Naopak nejnižší obsahy ze sledovaných minerálních látek v zeleném ječmeni vykazovaly mangan, zinek a měď. Celkový průměrný obsah manganu byl $2,82 \pm 0,61 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a rozmezí hodnot obsahů pro jednotlivé vzorky zeleného ječmene se pohybovalo v intervalu $0,26\text{--}5,93 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Celkový průměrný obsah zinku ve všech analyzovaných doplňcích stravy byl $2,18 \pm 0,14 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a v jednotlivých vzorcích byl stanoven v rozmezí hodnot $1,13\text{--}3,42 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejnižší celkový průměrný obsah ze všech sledovaných minerálních látek ve vzorcích doplňků stravy na bázi zeleného ječmene vykazovala měď ($0,72 \pm 0,28 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) a pro jednotlivé vzorky byly stanoveny hodnoty v rozmezí $0,26\text{--}2,68 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

6.3 Srovnání doplňků v běžně dostupné a bio kvalitě

Polovina analyzovaných vzorků byla v bio kvalitě, proto lze skupinu doplnků stravy v bio a v běžně dostupné kvalitě posoudit na základě celkových obsahů vitamínů i minerálních látek. Celkové obsahy minerálních látek i vitamínů jsou v doplňcích stravy v bio kvalitě vyšší. Celkový průměrný obsah vitamínů v bio vzorcích zeleného ječmene byl $2825 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, ve vzorcích běžně dostupné kvality $2351 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Celkový průměrný obsah minerálních látek v doplňcích stravy v bio kvalitě byl $45073 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, celkový průměrný obsah minerálních látek ve vzorcích normální kvality činil $31310 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

V **Příloze č. 4 v Tabulce č. 53** je znázorněn tento trend i pro jednotlivé analyzované minerální látky, s výjimkou manganu, jehož průměrný obsah je vyšší v doplňcích stravy v konvenční kvalitě. Průměrné obsahy všech ostatních stanovených minerálních látek jsou vyšší v doplňcích stravy v bio kvalitě. To samé platí i pro obsahy vitamínů. S výjimkou vitamínu B1 mají všechny analyzované vitamíny v bio doplňcích stravy na bázi zeleného ječmene vyšší průměrné obsahy než v doplňcích stravy v běžné kvalitě. Konkrétní obsahy vitamínů v bio a v běžně dostupné kvalitě doplňků stravy na bázi zeleného ječmene jsou uvedeny v **Příloze č. 4 v Tabulce č. 54**.

6.4 Variabilita vitamínů a minerálních látek

Variabilita jednotlivých minerálních látek a vitamínů v jednotlivých vzorcích byla vypočtena z relativní směrodatné odchylky viz. **Příloha 2**. U minerálních látek byla zjištěna největší variabilita u draslíku (350 %), dále u mědi (242,21 %), sodíku (120,33 %), železa (38,81 %), hořčíku (24,85 %), vápníku (23,64 %). Nejmenší variabilita byla zjištěna u manganu (0,27 %) a u zinku (0,12 %). U vitamínů byla největší variabilita zjištěna u vitamínu C (261,3 %) a u vitamínu B2 (245,59 %), dále u vitamínu B1 (53,34 %), u vitamínu B6 (29,1 %). Nejmenší variabilita byla zjištěna u vitamínu B3 (8,94 %) a u kyseliny listové (1,84 %).

Z **Tabulky č. 21** je patrná již zmíněná variabilita jednotlivých doplňků stravy. Celkově nízké pokrytí doporučeného denního příjmu při konzumaci 10 g zeleného ječmene denně bylo zjištěno pro hořčík (nanejvýš 12,5 %). Naopak v některých vzorcích zeleného ječmene dosahuje obsah železa až 500 % DDD, v žádném ze vzorků zeleného ječmene nebyl zjištěn obsah železa nižší než 29 % doporučeného denního příjmu. Vysoce variabilní byly zjištěny také obsahy všech vitamínů. Největší rozptyl hodnot měl vitamín B2, jehož obsah v zeleném ječmeni pokrývá 0,5–1992,8 % doporučené denní dávky. Variabilní byl také obsah vitamínu B1, v některých zelených ječmenech je jeho obsah zanedbatelný, tj. pod mezí detekce, v jiných doplňcích stravy je obsaženo až 616 % DDD. Pro ostatní analyty je opět patrná výrazná variabilita, pokrytí denního příjmu minerálních látek a vitamínů není zanedbatelné, mnohdy jejich obsah odpovídá až 50 % DDD (hořčík, vitamín C), v některých případech i 100 % DDD (sodík, B9, B6). O obsahu mědi a manganu lze v některých vzorcích zeleného ječmene mluvit jako o hodnotách zanedbatelných. Naopak v jiných vzorcích zeleného ječmene obsah odpovídá bezmála 30 % z doporučeného denního příjmu. Téměř 30 % doporučeného denního příjmu

pokrývají i některé vzorky zeleného ječmene z hlediska obsahu draslíku a sodíku. Celkově lze analyzované doplňky stravy považovat za významné zdroje mnoha esenciálních minerálních látek a vitamínů ve výživě člověka.

6.5 Statisticky významné rozdíly mezi doplňky stravy

Statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými doplňky stravy byly hodnoceny pro každou minerální látku a vitamín zvlášť a dále také pro celkové množství vitamínů a pro celkové množství minerálních látek. Použita byla jednofaktorová analýza rozptylu s opakováním (ANOVA), ze které vyplynula nutnost podrobnějšího testování, hodnota p byla pro všechny minerální látky i vitamíny menší než hladina významnosti alfa. Byl tedy dokázán statisticky významný rozdíl alespoň jednoho doplňku stravy. K detailnějšímu vyhodnocení byl použit Schefféův test, který přesně znázorňuje, mezi kterými doplňky stravy je statisticky významný rozdíl.

Statisticky významné rozdíly vzorků pro jednotlivé analyty jsou vyhodnoceny v **Příloze č. 3 v Tabulkách č. 18-45**. Z výsledků Schefféova testu vyplývá, že nejvíce jsou statisticky rozdílné jednotlivé doplňky stravy na bázi zeleného ječmene z hlediska obsahů vitamínu C. Naopak nejméně jsou statisticky rozdílné doplňky stravy na bázi zeleného ječmene z hlediska obsahů vitamínu B9 neboli listové kyseliny. Pro minerální látky je nejvíce statisticky významných rozdílů mezi jednotlivými doplňky stravy na bázi zeleného ječmene z hlediska obsahu draslíku. Naopak nejméně jsou statisticky rozdílné doplňky stravy na bázi zeleného ječmene z hlediska obsahu mědi.

Statisticky významné rozdíly mezi doplňky stravy na bázi zeleného ječmene z hlediska celkového obsahu vitamínů jsou vyhodnoceny v **Příloze č. 3 v Tabulce č. 45** a v **Tabulce č. 46**. Statisticky významné rozdíly mezi doplňky stravy na bázi zeleného ječmene z hlediska celkového obsahu minerálních látek jsou vyhodnoceny v **Příloze č. 3 v Tabulce č. 47** a v **Tabulce č. 48**.

Pro celkový obsah minerálních látek bylo zjištěno více statisticky významných rozdílů mezi jednotlivými doplňky stravy na bázi zeleného ječmene, než je tomu u celkového obsahu vitamínů.

7 Závěr

Byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu sledovaných vitamínů a minerálních látek mezi jednotlivými doplňky stravy. Nejvyšší variabilita byla zjištěna v obsahu draslíku, mědi, vitamínu C a vitamínu B2. Naopak nejnižší variabilitu mezi jednotlivými vzorky vykazoval obsah manganu, zinku a vitamínu B9. Na variabilitu jednotlivých složek má vliv celá řada faktorů, například půdní, klimatické a pěstební podmínky, země původu, zpracování a také způsob skladování.

Dále byl zjištěn rozdíl v obsahu sledovaných mikronutrientů mezi doplňky stravy na bázi zeleného ječmene v bio kvalitě a v běžně dostupné kvalitě. Doplňky stravy v bio kvalitě vykazují celkově vyšší průměrné obsahy vitamínů i minerálních látek. Průměrný obsah všech vitamínů, kromě obsahu vitamínu B1, je v bio doplňcích stravy vyšší. Rovněž obsahy všech minerálních látek kromě obsahu manganu jsou v bio doplňcích stravy vyšší.

Na základě stanovených obsahů sledovaných mikronutrientů lze doplnky stravy na bázi zeleného ječmene považovat za prospěšné lidskému zdraví. Nicméně vzhledem k velké variabilitě obsahů některých minerálních látek a vitamínů by bylo vhodné, aby konkrétní výrobci či dodavatelé uváděli skutečné obsahy všech zastoupených mikronutrientů v jednotlivých doplňcích stravy, a mohly tak být dodrženy denní doporučené dávky pro jednotlivé mikronutrienty, neboť v dnešní době při koupi těchto doplňků až na výjimky nelze zjistit konkrétní obsahy vitamínů a minerálních látek v těchto výrobcích.

8 Literatura

- Bamba T, Kanauchi O, Andoh A, Fujiyama Y. 2002. A new prebiotic from germinated barely for nutraceutical treatment of ulcerative colitis. *Journal of Gastroenterology and Hepatology* **17**:818–824.
- Bélanger JMR, Paré JRJ, Sigouin M. 1997. Chapter 2 High performance liquid chromatography (HPLC): Principles and applications. *Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry* **18**:37–59.
- Blanco-Rojo R, Vaquero MP. 2019. Iron bioavailability from food fortification to precision nutrition. A review. *Innovate Food Science & Emerging Technologies* **51**:126–138.
- Boyle NB, Lawton C, Dye L. 2017. The Effect of Magnesium Supplementation on Subjective Anxiety and Stress – A Systematic Review. *Nutrients* **9**:1–22.
- Cao X, Zhang M, Mujumdar A. S, Zhong Q, Wang Z. 2018. Effect of nano-scale powder processing on physicochemical and nutritional properties of barely grass. *Powder Technology* **336**:161–167.
- Cao X, Zhang M, Mujumdar A. S, Zhong Q, Wang Z. 2018. Effect of ultrasonic pretreatments on quality, energy consumption and sterilization of barely grass in freeze drying. *Ultrasonics – Sonochemistry* **40**:333–340.
- Česká technologická platforma pro potraviny. 2012. *Renesance ječmene*. Potravinářská komora České republiky. Praha.
- Dallen M. 2012. *Zelené potraviny, Když jídlo je naším lékem: mladá pšenice, mladý ječmen, alfaalfa, chlorela, spirulina, mořské řasy, zelenina*. Ratio Bona s. r. o., Praha.
- De Baaji JHF, Hoenderop JGJ, Bindels RJM. 2015. Magnesium in man: Implications for Health and Disease. *Physical Rev* **95**:1–46.
- Dobešová D. 2011. Mladý ječmen bio 100 g. Available from <http://www.zdravejsizivot.cz/eshop/bio-mlady-jecmen/mlady-jecmen-bio-100g-P4.html> (accessed February 2019).
- Dr.Max Lékárna. 2018. Dr.Max Zelený ječmen Natural 150 g. Available from https://www.drmax.cz/max-zeleny-jecmen-natural?gclid=Cj0KCQiA-onjBRDSARIsAEZXCcKYL04K86FhR-9SAT_LnanrtkBs87DiZ0N1K8s9_QJSyglf9TC24oyQaAoTIEALw_wcB (accessed February 2019).

- Dr.Max Lékárna. 2018. Allnature Mladý ječmen BIO prášek 250 g. Available from https://www.drmax.cz/bio-mlady-jecmen?gclid=Cj0KCQiA-onjBRDSARIsAEZXCkY3XaRM9z0k2oxT7QU73AaJShuuJBIPNm8tViBysDRI2St3R066Zr0aAvcCEALw_wcB (accessed February 2019).
- Heureka Shopping s.r.o. 2007–2019. Blue Step Bio Mladý ječmen 200 g. Available from <https://doplňky-stravy.heureka.cz/blue-step-bio-mlady-jecmen-200-g/specifikace/#section> (accessed February 2019).
- Institute of medicine (US). 1998. Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on Folate, Other B Vitamins, and Choline. National Academies Press (US). Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK114310/doi:10.17226/6015> (accessed March 2019).
- Komínková J, Mestek O. 1997. Atomová absorpční spektrometrie. Available from <http://www.vscht.cz/files/uzel/0005766/AAS.pdf?redirected> (accessed March 2019).
- Koucký M. 2011. Patologie kyseliny listové a těhotenství. *Praktické lékařství* **7(4)**:166–170.
- Fajfrová J. 2011. Vitamíny a jejich funkce v organizmu. *Interní medicína pro praxi* **13(12)**.
- ForActiv.cz s.r.o. 2019. Barley Powder BIO 200 g (Zelený ječmen). Available from <https://www.green-market.cz/barley-powder-bio-200g-zeleny-jecmen-/> (accessed February 2019).
- Gharibzahedi SMT, Jafari SM. 2017. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing, effect and nanoencapsulation. *Trends in Food Science and Technology* **62**:119–132.
- Greger JL. 1999. Nutrition versus toxicology manganese in humans: Evaluation of potential biomarkers. *Neurotoxicology* **20**:205–212.
- Kamiyama M, Shibamoto T. 2012. Flavonoids with Potent Antioxidant Activity Found in Young Green Barley Leaves. *Journal of Agricultural and Chemistry* **60**:6260–6267.
- Kirkland JB, Meyer-Ficca ML. 2018. Chapter Three – Niacin. *Advances in Food and Nutrition Research* **83**:83–149.
- Koga R, Meng T, Nakamura E, Miura Ch. 2013. The effect of photo-irradiation on the growth and ingredient composition of young green barely (*Hordeum vulgare*). *Agricultural Sciences* **4**:185–194.

- Kosheliaev VV, Kosheliaeva IP, Volodkin AA. 2018. Disease Development And Yield Of Barlex On Different Levels Of Mineral Nutrition. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences* **9**:819–824.
- Lahouar L, El-Book S, Acour L. 2015. Therapeutic Potential of Young Green Barley Leaves in Prevention and Treatment of Chronic Diseases: An Overview. *Journal of Chinese Medicine* **43**:1311–1329.
- Langloise PL, Lamontagne F. 2019. Vitamin C for the critically ill: Is the evidence strong enough? *Nutrition* **60**:185–190.
- Latorre M, Troncoso R, Uauy R. 2019. Chapter 4 – Biological Aspects of Copper. *Clinical and Translational Perspectives on WILSON DISEASE* 25–31.
- Lékárna.cz. 2019. ES BIO Mladý ječmen premium 150 g. Pears Health Cyber, s.r.o. Available from https://www.lekarna.cz/es-bio-mlady-jecmen-premium-150g/?gclid=Cj0KCQiA-onjBRDSARIsAEZXCkY6FY-w3hww3D78f9L3qx0L_v7nFfh0OvkVNhvQbivXs-uOcWUXR7MaAiB3EALw_wcB#vice-informaci (accessed February 2019).
- Lukacki HC. 2004. Vitamin and mineral status: Effect on physical performance. *Nutrition* **20**:632–644.
- Matsumoto LTA, Sampaio GR, Bastos DHM. 2018. Do the labels of vitamin A, C, and E supplements reflect actual vitamin content in commercial supplements? *Journal of Food Composition and Analysis* **72**:141–149.
- Miyake T, Shibamoto T. 1998. Inhibition of Malonaldehyde and acetaldehyde formation from blood plasma oxidation by naturally occurring antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**:1135–1138.
- Montserrat-de la Paz S, Naranjo MC, Lopez S, Abia R, Muriana FJG, Bermudez B. 2017. Niacin and its metabolites as master regulators of macrophage activation. *The Journal of Nutritional Biochemistry* **39**:40–47.
- Musallam KM, Tamin HM, Richards T, Spahn DR, Rosendaal FR, Habbal A, Jamali FR. 2011. Preoperative anaemia and postoperative outcomes in non-cardiac surgery: A retrospective cohort study. *Lancet* **378**:1396–1407.
- Nriagu J. 2018. Zinc Deficiency in Human Health. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Science* 789–800.
- Pieczynska J, Grajeta H. 2013. The role of selenium in human conception and pregnancy. *Department of Food Science and Dietetics* **211**:50–556.

- Polák B, Váňová M, Onderka M. 1998. Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene. Institut výchovy a vzdělávání MZe v Praze. Praha.
- Powers HJ. 2003. Riboflavin (vitamin B-2) and health. *The American Journal of Clinical Nutrition* **77**:1352–1360.
- Pro zdravé žití. 2010. Doporučené denní dávky vitamínů/minerálů. Available from <http://www.prozdraveziti.cz/doporucene-denni-davky-ddd-vitaminu-a-mineralnich-latek> (accessed February 2019).
- Pu F, Chen N, Xue S. 2016. Calcium intake, calcium homeostasis and health. *Food Science and Human Wellness* **5**:8–16.
- Rathouský V. 2007. Kniha o nápoji z trávy II. GW International. Praha.
- Shibamoto T, Umeda H. 2006. Antioxidant Activity of a Flavonoid Isolated from Young Green Barley Leaves. *Abstracts of Papers of the American Chemical Society* **232**:268–268.
- Skikne B, Hershko C. 2012. Iron deficiency. *Iron Physiology and Pathophysiology in Humans* 251–282.
- Státní zemědělská a potravinářská inspekce. 2017. Skupina potravin: Zvláštní výživa, doplňky stravy / Doplňky stravy. NUTRI ELEMENTS Zelený ječmen. Kategorie: Falšované potraviny. Available from <http://www.potravinynaprawyri.cz/Detail.aspx?id=15229&lang=cs&design=default&archive=archive&listtype=tiles> (accessed March 2019).
- Strohm D, Bechthold A, Isik N, Leschik-Bonnet E, Hesecker H. 2016. Revised reference values for the intake of thiamin (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), and niacin. *NFS Journal* **3**:20–24.
- Ueland PM, McCann A, Midttun Q, Ulvik A. 2017. Inflammation, vitamin B6 and related pathways. *Molecular Aspects of Medicine* **53**:10–27.
- Vavrusova M, Skibsted LH. 2014. Calcium nutrition. Bioavailability and fortification. *LWT – Food Science and Technology* **59**:1198–1204.
- Yamaura K, Tanaka R, Bi YY, Fukata H, Oishi N, Sato H, Mori C, Ueno K. 2015. Protective effect of young green barley leaf (*Hordeum vulgare* L.) on restraint stress-induced decrease in hippocampal brain-derived neurotrophic factor in mice. *Pharmacognosy Magazine* **11**:86–92.
- Yu YM, Chang WC, Chang CT, Hsieh CL, Tsai CE. 2002. Effects of young barley leaf extract and antioxidative vitamins on LDL oxidation and free radical scavenging activities in type 2 diabetes. In *Diabetes Metabolism* **28**(2).

- Zdravý den. 2014. Mladý ječmen 250 g. Available from <https://www.zdravyden.cz/zelenepotraviny-5/mlady-jecmen-3/> (accessed February 2019).
- Zelené potraviny. Available from www.zelenyjecmen.eu/mlady-jecmen-slozeni.htm (accessed March 2019).
- Zeng Y, Pu X, Yang J, Du J, Yang X, Li X, Li L, Zhou Y, Yang T. 2018. Preventive and Therapeutic Role of Functional Ingredients of Barley Grass for Chronic Diseases in Human Beings. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 1–15.
- Zhang Y, Kato H, Sato H, Yamaza H, Hirofuji Y, Han X, Masuda K, Nonaka K. 2019. Folic acid-mediated mitochondrial activation for protection against oxidative stress in human dental pulp stem cells derived from deciduous teeth. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **508**:850–856.

9 Seznam použitých zkratk

AAS	Atomová absorbční spektrometrie
BDNF	Mozkový neurotrofní faktor
DDD	Doporučená denní dávka
FAD	Flavin adenin dinukleotidu
FMN	Flavin mononukleotid
HDL	Vysokodenzitní lipoprotein
HPLC	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie
LDL	Nízkodenzitní lipoprotein
MS	Hmotnostní spektrometrie
NAD	Nikotinamidadeninnukleotid
NADP	Nikotinamidadenindinukleotidfosfátu
PAH	Polycyklické aromatické uhlovodíky
PDA	Detektor diodového pole
PLP	Pyridoxalfosfát
SOD	Superoxid dismutáza
TDP	Thiamin difosfát
TMF	Teflonová tlaková rozkladná nádoba
TPP	Thiamin pyrofosfát
UHPLC	Ultra účinná kapalinová chromatografie
UV	Ultrafialové světlo
VIS	Viditelné světlo

10 Seznam tabulek a obrázků

10.1 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Doporučené denní dávky vitamínů a minerálních látek.

Tabulka č. 2: Obsah vitamínů a minerálních látek v zeleném ječmeni.

Tabulka č. 3: Obsah aminokyselin v zeleném ječmeni.

Tabulka č. 4: Podmínky HPLC gradientové eluce (17 minut).

Tabulka č. 5: Průměrný obsah vápníku ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 6: Průměrný obsah hořčíku ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 7: Průměrný obsah draslíku ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 8: Průměrný obsah sodíku ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 9: Průměrný obsah zinku ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 10: Průměrný obsah železa ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 11: Průměrný obsah mědi ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 12: Průměrný obsah manganu ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 13: Průměrný obsah vitamínu B1 ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 14: Průměrný obsah vitamínu B2 ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 15: Průměrný obsah vitamínu B3 ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 16: Průměrný obsah vitamínu B6 ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 17: Průměrný obsah vitamínu B9 ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 18: Průměrný obsah vitamínu C ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 19: Celkový a průměrný obsah minerálních látek ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 20: Celkový a průměrný obsah vitamínů ve vzorcích zeleného ječmene.

Tabulka č. 21: Celkový obsah minerálních látek a vitamínů v jednotlivých doplňcích stravy.

Tabulka č. 22: Pokrytí doporučené denní dávky příjmem 10 g potravního doplňku denně.

10.2 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Ukázka výroby prášku zeleného ječmene pomocí ultrazvuku a následná lyofilizace.

Obrázek č. 2: Obsah složek v zeleném ječmeni Green Ways.

Obrázek č. 3: Ukázka balení doplňků stravy – mladého zeleného ječmene.

Obrázek č. 4: Navážené vzorky v plastových váženkách.

Obrázek č. 5: Mikrovlnná pec a umístění TMF do rotoru pece.

Obrázek č. 6: Kádinky na topné desce.

Obrázek č. 7: Probíhající bouřlivá reakce při opětovném zahřátí s přidavkem HCl.

Obrázek č. 8: Přístroj VARIAN Specter AA 110.

Obrázek č. 9: Graf znázorňující obsah vápníku ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 10: Graf znázorňující obsah hořčíku ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 11: Graf znázorňující obsah draslíku ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 12: Graf znázorňující obsah sodíku ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 13: Graf znázorňující obsah zinku ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 14: Graf znázorňující obsah železa ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 15: Graf znázorňující obsah manganu ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 16: Graf znázorňující obsah vitamínu B1 ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 17: Graf znázorňující obsah vitamínu B2 ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 18: Graf znázorňující obsah vitamínu B3 ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 19: Graf znázorňující obsah vitamínu B6 ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 20: Graf znázorňující obsah vitamínu B9 ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 21: Graf znázorňující obsah vitamínu C ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 22: Graf znázorňující průměrné variabilní zastoupení jednotlivých minerálních látek a vitamínů ve vzorcích zeleného ječmene.

Obrázek č. 23: Grafické znázornění průměrných variabilních zastoupení jednotlivých vitamínů ve vzorcích zeleného ječmene.

11 Samostatné přílohy

11.1 Příloha č. 1 Popisná statistika pro stanovené hodnoty jednotlivých minerálních látek a vitamínů

Tabulka č. 1: Vápník

Sloupec 1	
Stř. hodnota	317,0309626
Chyba stř. hodnoty	23,72369433
Medián	346,2713161
Modus	#####
Směr. odchylka	106,0955864
Rozptyl výběru	11256,27346
Špičatost	2,244211356
Šikmost	-1,098164061
Rozdíl max-min	470,702463
Minimum	11,94673628
Maximum	482,6491992
Součet	6340,619252
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	49,6542629

Tabulka č. 2: Hořčík

Sloupec 1	
Stř. hodnota	189,1660423
Chyba stř. hodnoty	24,4697288
Medián	152,6251901
Modus	#####
Směr. odchylka	109,431954
Rozptyl výběru	11975,35255
Špičatost	1,203568603
Šikmost	1,456582143
Rozdíl max-min	388,8018851
Minimum	78,00235571
Maximum	466,8042408
Součet	3783,320845
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	51,21573098

Tabulka č. 3: Draslík

Sloupec 1	
Stř. hodnota	2633,991807
Chyba stř. hodnoty	351,4331811
Medián	1913,903985
Modus	#####
Směr. odchylka	1571,656965
Rozptyl výběru	2470105,616
Špičatost	0,021650202
Šikmost	0,970862482
Rozdíl max-min	5564,034015
Minimum	496,0660145
Maximum	6060,10003
Součet	52679,83615
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	735,5581016

Tabulka č. 4: Sodík

Sloupec 1	
Stř. hodnota	461,4911466
Chyba stř. hodnoty	120,7442537
Medián	291,6308198
Modus	#####
Směr. odchylka	539,9847183
Rozptyl výběru	291583,496
Špičatost	1,157336668
Šikmost	1,410554443
Rozdíl max-min	1866,840943
Minimum	3,054469701
Maximum	1869,895413
Součet	9229,822931
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	252,7206274

Tabulka č. 5: Zinek

Sloupec 1	
Stř. hodnota	2,180984465
Chyba stř. hodnoty	0,123660286
Medián	2,215800385
Modus	#####
Směr. odchylka	0,553025611
Rozptyl výběru	0,305837326
Špičatost	0,084900888
Šikmost	0,275351901
Rozdíl max-min	2,296692444
Minimum	1,125131961
Maximum	3,421824404
Součet	43,6196893
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	0,258823953

Tabulka č. 6: Železo

Sloupec 1	
Stř. hodnota	211,1731457
Chyba stř. hodnoty	38,9470818
Medián	171,4710685
Modus	#####
Směr. odchylka	174,1766448
Rozptyl výběru	30337,50361
Špičatost	2,683616093
Šikmost	1,635878148
Rozdíl max-min	675,893332
Minimum	41,10314856
Maximum	716,9964805
Součet	4223,462913
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	81,51717905

Tabulka č. 7: Měď

Sloupec 1	
Stř. hodnota	1,4490906
Chyba stř. hodnoty	0,2430513
Medián	1,1354593
Modus	#####
Směr. odchylka	1,0869584
Rozptyl výběru	1,1814786
Špičatost	9,1832821
Šikmost	2,7416521
Rozdíl max-min	4,8640906
Minimum	0,523788
Maximum	5,3878786
Součet	28,981812
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	0,5087122

Tabulka č. 8: Mangan

Sloupec 1	
Stř. hodnota	2,823102668
Chyba stř. hodnoty	0,273188839
Medián	2,496974764
Modus	#####
Směr. odchylka	1,221737628
Rozptyl výběru	1,492642831
Špičatost	1,366755376
Šikmost	0,526841919
Rozdíl max-min	5,668921046
Minimum	0,261886504
Maximum	5,93080755
Součet	56,46205336
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	0,571790811

Tabulka č. 9: Vitamín C

Sloupec 1	
Stř. hodnota	145,0284
Chyba stř. hodnoty	19,67497
Medián	126,9935
Modus	#####
Směr. odchylka	87,98913
Rozptyl výběru	7742,087
Špičatost	-0,41575
Šikmost	0,624852
Rozdíl max-min	308,052
Minimum	32,98981
Maximum	341,0418
Součet	2900,568
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	41,18018

Tabulka č. 10: Vitamín B1

Sloupec 1	
Stř. hodnota	24,91512
Chyba stř. hodnoty	4,01627
Medián	19,9046
Modus	#####
Směr. odchylka	17,9613
Rozptyl výběru	322,6085
Špičatost	0,311677
Šikmost	0,875164
Rozdíl max-min	67,77836
Minimum	0
Maximum	67,77836
Součet	498,3024
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	8,406149

Tabulka č. 11: Vitamín B2

Sloupec 1	
Stř. hodnota	75,201
Chyba stř. hodnoty	18,48428
Medián	41,13927
Modus	#####
Směr. odchylka	82,66422
Rozptyl výběru	6833,373
Špičatost	0,774265
Šikmost	1,403881
Rozdíl max-min	278,5988
Minimum	0,074156
Maximum	278,6729
Součet	1504,02
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	38,68805

Tabulka č. 12: Vitamín B3

Sloupec 1	
Stř. hodnota	3,880934
Chyba stř. hodnoty	0,673196
Medián	2,844802
Modus	#####
Směr. odchylka	3,010625
Rozptyl výběru	9,063865
Špičatost	-0,61681
Šikmost	0,986655
Rozdíl max-min	8,972363
Minimum	0,81713
Maximum	9,789493
Součet	77,61867
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	1,409016

Tabulka č. 13: Vitamín B6

Sloupec 1	
Stř. hodnota	8,371939
Chyba stř. hodnoty	2,190757
Medián	4,838897
Modus	#####
Směr. odchylka	9,797364
Rozptyl výběru	95,98835
Špičatost	2,558253
Šikmost	1,934403
Rozdíl max-min	32,70383
Minimum	0,257556
Maximum	32,96139
Součet	167,4388
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	4,585308

Tabulka č. 14: Vitamín B9

Sloupec 1	
Stř. hodnota	1,546398
Chyba stř. hodnoty	0,138481
Medián	1,40985
Modus	#####
Směr. odchylka	0,619306
Rozptyl výběru	0,38354
Špičatost	5,041781
Šikmost	1,77584
Rozdíl max-min	2,843997
Minimum	0,717064
Maximum	3,561061
Součet	30,92795
Počet	20
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	0,289844

11.2 Příloha č. 2 Hodnoty variability hodnot pro jednotlivé minerální látky a vitamíny

Variabilita byla hodnocena na základě absolutní směrodatné odchylky vypočtené ze směrodatné odchylky relativní.

Tabulka č. 15

	SMODCH	ABS SMODCH	%
Ca	106,0955864	0,236419501	23,64
Mg	109,431954	0,243854139	24,85
K	1571,656965	3,502222547	350,22
Na	539,9847183	1,203282076	120,33
Zn	0,553025611	0,001232342	0,12
Fe	174,1766448	0,388128826	38,81
Cu	1,086958397	0,003472423	242,21
Mn	1,221737628	0,002722475	0,27

Tabulka č. 16

	SMODCH	ABS SMODCH	%
C	87,98913	2,61299584	261,3
B1	17,9613	0,53339332	53,34
B2	82,66422	2,45486308	245,59
B3	3,010625	0,08940595	8,94
B6	9,797364	0,2909504	29,1
B9	0,619306	0,01839142	1,84

11.3 Příloha č. 3 Vyhodnocení statistických rozdílů mezi jednotlivými doplňky stravy

Statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými doplňky stravy byly hodnoceny zvlášť pro jednotlivé minerální látky a jednotlivé vitamíny. Statisticky významné rozdíly byly stanovovány jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA) s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$ a následně byl pro podrobnější vyhodnocení použit Schefféův test.

Tabulka č. 18: Vitamín C.

Jednorozměrné testy významnosti pro Prom2 (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	1270367	1	1270367	16945,69	0,00
"Prom1"	446580	19	23504	313,53	0,00
Chyba	2999	40	75		

Tabulka č. 19: Schefféův test vitamín C.

Scheffeho test: proměnná Prom2 (Tabulka1)																			
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																			
Chyba: meziskup. PČ = 74,967, sv = 40,000																			
	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}	
	138,85	163,33	65,182	177,06	220,76	47,546	118,42	56,580	102,46	115,17	95,020	213,13	76,259	341,04	241,65	255,61	278,94	34,619	
1	0,000000	0,000000	0,394344	0,000000	0,000000	0,999547	0,000000	0,894318	0,000008	0,000000	0,000096	0,000000	0,035181	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000
2	1,000000	0,681418	0,000006	0,056221	0,000000	0,000000	0,996055	0,000000	0,340259	0,972009	0,071362	0,000000	0,000240	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3		0,859150	0,000002	0,124357	0,000000	0,000000	0,971559	0,000000	0,184330	0,891061	0,030192	0,000001	0,000079	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
4	0,859150		0,000000	0,999802	0,000449	0,000000	0,022354	0,000000	0,000142	0,008658	0,000011	0,005248	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	0,000002	0,000000		0,000000	0,000000	0,994453	0,001775	1,000000	0,153072	0,004951	0,545619	0,000000	0,999993	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,497732
6	0,124357	0,999802	0,000000		0,031279	0,000000	0,000300	0,000000	0,000001	0,000101	0,000000	0,197165	0,000000	0,000000	0,000000	0,000040	0,000000	0,000000	0,000000
7	0,000000	0,000449	0,000000	0,031279		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,964441	0,250234	0,000351	0,000000	0,000000
8	0,000000	0,000000	0,994453	0,000000	0,000000		0,000005	1,000000	0,001032	0,000014	0,010622	0,000000	0,619937	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999919
9	0,971559	0,022354	0,001775	0,000300	0,000000	0,000005		0,000103	0,998416	1,000000	0,901070	0,000000	0,047285	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
10	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000103		0,016967	0,000306	0,118084	0,000000	0,980750	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,942898
11	0,184330	0,000142	0,153072	0,000001	0,000000	0,001032	0,998416	0,016967		0,999937	1,000000	0,000000	0,774289	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000013
12	0,891061	0,008658	0,004951	0,000101	0,000000	0,000014	1,000000	0,000306	0,999937		0,975316	0,000000	0,105909	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
13	0,030192	0,000011	0,545619	0,000000	0,000000	0,010622	0,901070	0,118084	1,000000	0,975316		0,000000	0,988605	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000167
14	0,000001	0,005248	0,000000	0,197165	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,632073	0,043439	0,000027	0,000000	0,000000
15	0,000079	0,000000	0,999993	0,000000	0,000000	0,619937	0,047285	0,980750	0,774289	0,105909	0,988605	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,054133
16	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000094	0,000000	0,000000
17	0,000000	0,000000	0,000000	0,000040	0,964441	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,632073	0,000000	0,000000		0,999751	0,152774	0,000000	0,000000
18	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,250234	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,043439	0,000000	0,000000	0,999751		0,903507	0,000000	0,000000
19	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000351	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000027	0,000000	0,000094	0,152774	0,903507		0,000000	0,000000
20	0,000000	0,000000	0,497732	0,000000	0,000000	0,999919	0,000000	0,942898	0,000013	0,000000	0,000167	0,000000	0,054133	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabulka č. 20: Vitamín B1.

Jednorozměrné testy významnosti pro B1 (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	37248,02	1	37248,02	5087,541	0,00
Ječmen	18387,71	19	967,77	132,184	0,00
Chyba	292,86	40	7,32		

Tabulka č. 21: Scheffěův test vitamín B1.

Scheffeho test; proměnná B1 (Tabulka1) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 7,3214, sv = 40,000																				
Č. t	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
	27,676	48,388	19,533	15,190	8,1653	9,8357	5,2663	36,304	8,0440	40,048	56,290	67,778	18,731	18,706	31,629	33,233	8,9677	24,257	20,275	0,0000
1		0,000023	0,782050	0,082605	0,000084	0,000504	0,000004	0,690748	0,000074	0,090212	0,000000	0,000000	0,625909	0,620673	0,999941	0,993872	0,000200	0,999994	0,891022	0,000000
2	0,000023		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,112060	0,000000	0,746393	0,821833	0,000096	0,000000	0,000000	0,001564	0,007823	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000
3	0,782050	0,000000		0,999764	0,184995	0,467237	0,018087	0,001546	0,170611	0,000028	0,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,111126	0,030117	0,302136	0,999236	1,000000	0,000082
4	0,082605	0,000000	0,999764		0,929668	0,996105	0,421355	0,000015	0,918420	0,000000	0,000000	0,000000	0,999989	0,999990	0,002174	0,000406	0,978221	0,600050	0,997966	0,007562
5	0,000084	0,000000	0,184995	0,929668		1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,302136	0,306389	0,000001	0,000000	1,000000	0,003093	0,109925	0,778033
6	0,000504	0,000000	0,467237	0,996105	1,000000		0,999517	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,636203	0,641398	0,000007	0,000001	1,000000	0,015680	0,323920	0,438991
7	0,000004	0,000000	0,018087	0,421355	1,000000	0,999517		0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,036967	0,037771	0,000000	0,000000	0,999979	0,000147	0,009003	0,996828
8	0,690748	0,112060	0,001546	0,000015	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,999974	0,000050	0,000000	0,000669	0,000651	0,999337	0,999999	0,000000	0,115185	0,003297	0,000000
9	0,000074	0,000000	0,170611	0,918420	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,281991	0,286074	0,000001	0,000000	1,000000	0,002735	0,100396	0,798833
10	0,090212	0,746393	0,000028	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999974	0,000000		0,002655	0,000000	0,000012	0,000011	0,731599	0,946505	0,000000	0,004187	0,000063	0,000000
11	0,000000	0,821833	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000050	0,000000	0,002655		0,170803	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
12	0,000000	0,000096	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,170803		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
13	0,625909	0,000000	1,000000	0,999989	0,302136	0,636203	0,036967	0,000669	0,281991	0,000012	0,000000	0,000000		1,000000	0,059496	0,014547	0,453728	0,994273	1,000000	0,000195
14	0,620673	0,000000	1,000000	0,999990	0,306389	0,641398	0,037771	0,000651	0,286074	0,000011	0,000000	0,000000	1,000000		0,058294	0,014211	0,458857	0,993955	1,000000	0,000200
15	0,999941	0,001564	0,111126	0,002174	0,000001	0,000007	0,000000	0,999337	0,000001	0,731599	0,000000	0,000000	0,059496	0,058294		1,000000	0,000003	0,894405	0,186792	0,000000
16	0,993872	0,007823	0,030117	0,000406	0,000000	0,000001	0,000000	0,999999	0,000000	0,946505	0,000002	0,000000	0,014547	0,014211	1,000000		0,000000	0,619345	0,056630	0,000000
17	0,000200	0,000000	0,302136	0,978221	1,000000	1,000000	0,999979	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,453728	0,458857	0,000003	0,000000		0,006861	0,192470	0,621093
18	0,999994	0,000001	0,999236	0,600050	0,003093	0,015680	0,000147	0,115185	0,002735	0,004187	0,000000	0,000000	0,994273	0,993955	0,894405	0,619345	0,006861		0,999934	0,000000
19	0,891022	0,000000	1,000000	0,997966	0,109925	0,323920	0,009003	0,003297	0,100396	0,000063	0,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,186792	0,056630	0,192470	0,999934		0,000037
20	0,000000	0,000000	0,000082	0,007562	0,778033	0,438991	0,996828	0,000000	0,798833	0,000000	0,000000	0,000000	0,000195	0,000200	0,000000	0,000000	0,621093	0,000000	0,000037	

Tabulka č. 22: Vitamín B2.

Jednorozměrné testy významnosti pro B2 (Tabulka4)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	339308,9	1	339308,9	1962,290	0,00
Ječmen	389500,4	19	20500,0	118,556	0,00
Chyba	6916,6	40	172,9		

Tabulka č. 23: Schefféův test vitamín B2.

Scheffeho test: proměnná B2 (Tabulka4)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = 172,91, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	177,87	32,267	24,910	46,045	10,296	33,728	34,716	278,67	40,843	202,23	23,249	16,650	3,7473	43,377	229,99	134,93	41,436	42,216	86,760	0,7400
2	2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000022	0,000000	0,998318	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,275878	0,648360	0,000000	0,000000	0,000191	0,000000
3	3	0,000000	1,000000	1,000000	0,999760	0,999999	1,000000	1,000000	0,000000	0,999997	0,000000	1,000000	1,000000	0,999756	0,999968	0,000000	0,000003	0,999994	0,999988	0,068302	0,997834
4	4	0,000000	1,000000	0,999760	0,999760	0,896151	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,999307	0,983900	0,675611	1,000000	0,000000	0,000312	1,000000	1,000000	0,739379	0,517041
5	5	0,000000	0,999584	0,999999	0,896151	0,896151	0,998992	0,998259	0,000000	0,975779	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,947020	0,000000	0,000000	0,970505	0,962281	0,004428	1,000000
6	6	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,998992	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,999991	0,980099	1,000000	0,000000	0,000020	1,000000	1,000000	0,246840	0,938040
7	7	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,998259	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,999977	0,972111	1,000000	0,000000	0,000025	1,000000	1,000000	0,278437	0,920096
8	8	0,000022	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,004447	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,402922	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
9	9	0,000000	1,000000	0,999997	1,000000	0,975779	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999985	0,998459	0,861414	1,000000	0,000000	0,000099	1,000000	1,000000	0,519387	0,737287
10	10	0,998318	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,004447	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,991522	0,026411	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000
11	11	0,000000	1,000000	1,000000	0,999307	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,999985	0,000000	0,000000	1,000000	0,999926	0,999882	0,000000	0,000002	0,999975	0,999952	0,051692	0,999132
12	12	0,000000	0,999998	1,000000	0,983900	1,000000	0,999991	0,999977	0,000000	0,998459	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,994595	0,000000	0,000000	0,997889	0,996870	0,015610	0,999994
13	13	0,000000	0,988481	0,999756	0,675611	1,000000	0,980099	0,972111	0,000000	0,861414	0,000000	0,999926	1,000000	0,779902	0,779902	0,000000	0,000000	0,844157	0,819715	0,001120	1,000000
14	14	0,000000	1,000000	0,999968	1,000000	0,947020	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000173	1,000000	1,000000	0,629648	0,633040
15	15	0,275878	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,402922	0,000000	0,991522	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000079	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
16	16	0,648360	0,000014	0,000003	0,000312	0,000000	0,000020	0,000025	0,000000	0,000099	0,026411	0,000002	0,000000	0,000000	0,000173	0,000079	0,000113	0,000113	0,000134	0,423647	0,000000
17	17	0,000000	1,000000	0,999994	1,000000	0,970505	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,999975	0,997889	0,844157	1,000000	0,000000	0,000113	1,000000	1,000000	0,545237	0,713884
18	18	0,000000	1,000000	0,999988	1,000000	0,962281	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,999952	0,996870	0,819715	1,000000	0,000000	0,000134	1,000000	1,000000	0,579310	0,682066
19	19	0,000191	0,204643	0,068302	0,739379	0,004428	0,246840	0,278437	0,000000	0,519387	0,000001	0,051692	0,015610	0,001120	0,629648	0,000000	0,423647	0,545237	0,579310	0,000506	0,000506
20	20	0,000000	0,959040	0,997834	0,517041	1,000000	0,938040	0,920096	0,000000	0,737287	0,000000	0,999132	0,999994	1,000000	0,633040	0,000000	0,000000	0,713884	0,682066	0,000506	0,000506

Tabulka č. 24: Vitamín B3.

Jednorozměrné testy významnosti pro B3 (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	903,6055	1	903,6055	2337,537	0,00
Ječmen	516,6916	19	27,1943	70,349	0,00
Chyba	15,4625	40	0,3866		

Tabulka č. 25: Schefféův test vitamín B3.

Scheffého test; proměnná B3 (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = ,38656, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	3,5610	0,999241	0,124334	0,543992	0,624974	0,000144	1,000000	0,000017	0,309897	0,000001	0,809622	0,588305	1,000000	1,000000	0,000000	0,000011	1,000000	0,894800	0,990150	0,679638
2	2	0,999241	2,4760	0,910965	0,999454	0,999841	0,000001	0,999407	0,000000	0,989950	0,000000	0,999997	0,999715	0,999998	0,958904	0,000000	0,000000	0,999178	1,000000	1,000000	0,999939
3	3	0,124334	0,910965	1,000000	1,000000	0,999999	0,000000	0,132091	0,000000	1,000000	0,000000	0,999939	1,000000	0,325837	0,026453	0,000000	0,000000	0,121873	0,999510	0,980621	0,999997
4	4	0,543992	0,999454	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,561848	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,834667	0,201523	0,000000	0,000000	0,538148	1,000000	0,999989	1,000000
5	5	0,624974	0,999841	0,999999	1,000000	1,000000	0,000000	0,642505	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,886757	0,255673	0,000000	0,000000	0,619199	1,000000	0,999998	1,000000
6	6	0,000144	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000132	1,000000	0,000000	0,999737	0,000000	0,000000	0,000028	0,001095	0,789518	1,000000	0,000149	0,000000	0,000000	0,000000
7	7	1,000000	0,999407	0,132091	0,561848	0,642505	0,000132	0,000015	0,000015	0,324555	0,000001	0,823062	0,606081	1,000000	1,000000	0,000000	0,000010	1,000000	0,904207	0,991679	0,696485
8	8	0,000017	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000015	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000003	0,000133	0,981900	1,000000	0,000017	0,000000	0,000000	0,000000
9	9	0,309897	0,989950	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,324555	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,612800	0,086611	0,000000	0,000000	0,305178	0,999998	0,999218	1,000000
10	10	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999737	0,000001	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000010	0,999977	1,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000
11	11	0,809622	0,999997	0,999939	1,000000	1,000000	0,000000	0,823062	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,967717	0,429364	0,000000	0,000000	0,805109	1,000000	1,000000	1,000000
12	12	0,588305	0,999715	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,606081	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,864523	0,229970	0,999994	0,000000	0,000000	0,582467	1,000000	0,999996	1,000000
13	13	1,000000	0,999998	0,325837	0,834667	0,886757	0,000028	1,000000	0,000003	0,612800	0,000000	0,967717	0,864523	0,229970	0,999994	0,000000	0,000002	1,000000	0,988779	0,999813	0,915964
14	14	1,000000	0,958904	0,026453	0,201523	0,255673	0,001095	1,000000	0,000133	0,086611	0,000010	0,429364	0,229970	0,999994	0,000000	0,000000	0,000084	1,000000	0,556613	0,853113	0,298301
15	15	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,789518	0,000000	0,981900	0,000000	0,999977	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,991777	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
16	16	0,000011	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000010	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000084	0,991777	0,000000	0,000011	0,000000	0,000000	0,000000
17	17	1,000000	0,999178	0,121873	0,538148	0,619199	0,000149	1,000000	0,000017	0,305178	0,000001	0,805109	0,582467	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000011	0,891594	0,989601	0,674062
18	18	0,894800	1,000000	0,999510	1,000000	1,000000	0,000000	0,904207	0,000000	0,999998	0,000000	1,000000	1,000000	0,988779	0,556613	0,000000	0,000000	0,891594	1,000000	1,000000	1,000000
19	19	0,990150	1,000000	0,980621	0,999989	0,999998	0,000000	0,991679	0,000000	0,999218	0,000000	1,000000	0,999996	0,999813	0,853113	0,000000	0,000000	0,989601	1,000000	1,000000	1,000000
20	20	0,679638	0,999939	0,999997	1,000000	1,000000	0,000000	0,696485	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,915964	0,298301	0,000000	0,000000	0,674062	1,000000	1,000000	1,000000

Tabulka č. 26: Vitamín B6.

Jednorozměrné testy významnosti pro B6 (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	4205,524	1	4205,524	4556,839	0,00
Ječmen	5471,329	19	287,965	312,020	0,00
Chyba	36,916	40	0,923		

Tabulka č. 27: Scheffěův test vitamín B6.

Scheffeho test; proměnná B6 (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = ,92290, sv = 40,000																					
Č. l	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	31,875	6,5630	2,3487	4,6160	25767	3,4680	2,8173	3,3250	3,0420	25,863	3,4540	6,2770	4,5167	5,6327	32,961	5,5363	5,0617	8,9470	10,188	69200
2	2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,001307	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,999999	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
3	3	0,00000	0,130941	0,130941	0,994781	0,000549	0,672837	0,304813	0,588979	0,422596	0,00000	0,664806	1,000000	0,990617	1,000000	0,00000	1,000000	0,999840	0,953385	0,365567	0,001968
4	4	0,00000	0,994781	0,971500	0,971500	0,999998	0,999998	1,000000	1,000000	1,000000	0,00000	0,999999	0,224816	0,982160	0,561504	0,00000	0,618870	0,860286	0,000228	0,000005	0,999355
5	5	0,00000	0,000549	0,988011	0,097100	0,605443	0,912043	0,688548	0,831146	0,00000	0,613744	0,001279	0,119560	0,007942	0,00000	0,010307	0,034914	0,00000	0,00000	0,00000	1,000000
6	6	0,00000	0,672837	0,999998	0,999998	0,605443	1,000000	1,000000	1,000000	0,00000	1,000000	0,820353	0,999999	0,982454	0,00000	0,989399	0,999624	0,005969	0,000157	0,834711	
7	7	0,00000	0,304813	1,000000	0,998065	0,912043	1,000000	1,000000	1,000000	0,00000	1,000000	0,457618	0,999087	0,817524	0,00000	0,857957	0,974321	0,000925	0,000022	0,985631	
8	8	0,00000	0,588979	1,000000	0,999984	0,688548	1,000000	1,000000	1,000000	0,00000	1,000000	0,751179	0,999995	0,965984	0,00000	0,977986	0,998779	0,004005	0,000102	0,889165	
9	9	0,00000	0,422596	1,000000	0,999685	0,831146	1,000000	1,000000	1,000000	0,00000	1,000000	0,590767	0,999877	0,902791	0,00000	0,929570	0,991938	0,001784	0,000043	0,959362	
10	10	0,001307	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,000050	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
11	11	0,00000	0,664806	0,999999	0,999997	0,613744	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,00000	0,814069	0,999999	0,981196	0,00000	0,988558	0,999575	0,005742	0,000151	0,840605	
12	12	0,00000	1,000000	0,224816	0,999331	0,001279	0,820353	0,457618	0,751179	0,590767	0,00000	0,814069	0,998539	1,000000	0,00000	1,000000	0,999994	0,876316	0,231600	0,004444	
13	13	0,00000	0,990617	0,982160	1,000000	0,119560	0,999999	0,999087	0,999995	0,999877	0,00000	0,999999	0,998539	0,999998	0,999998	0,00000	1,000000	1,000000	0,083101	0,003481	0,268316
14	14	0,00000	1,000000	0,561504	1,000000	0,007942	0,982454	0,817524	0,965984	0,902791	0,00000	0,981196	1,000000	0,999998	0,00000	0,00000	1,000000	1,000000	0,543373	0,062792	0,024871
15	15	0,999999	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,000050	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
16	16	0,00000	1,000000	0,618870	1,000000	0,010307	0,989399	0,857957	0,977986	0,929570	0,00000	0,988558	1,000000	1,000000	1,000000	0,00000	1,000000	1,000000	0,486197	0,050245	0,031623
17	17	0,00000	0,999840	0,860286	1,000000	0,034914	0,999624	0,974321	0,998779	0,991938	0,00000	0,999575	0,999994	1,000000	1,000000	0,00000	1,000000	0,242242	0,015422	0,094774	
18	18	0,00000	0,953385	0,000228	0,102903	0,00000	0,005969	0,000925	0,004005	0,001784	0,00000	0,005742	0,876316	0,083101	0,543373	0,00000	0,486197	0,242242	0,999991	0,000001	
19	19	0,00000	0,365567	0,000005	0,004604	0,00000	0,000157	0,000022	0,000102	0,000043	0,00000	0,000151	0,231600	0,003481	0,062792	0,00000	0,050245	0,015422	0,999991	0,00000	
20	20	0,00000	0,001968	0,999355	0,226532	1,000000	0,834711	0,985631	0,889165	0,959362	0,00000	0,840605	0,004444	0,268316	0,024871	0,00000	0,031623	0,094774	0,000001	0,00000	

Tabulka č. 28: Vitamín B9.

Jednorozměrné testy významnosti pro B9 (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	p	
Abs. člen	120,6094	1	120,6094	2140,590	0,000000
Ječmen	9,6124	19	0,5059	8,979	0,000000
Chyba	2,2538	40	0,0563		

Tabulka č. 29: Scheffěův test vitamín B9.

Scheffeho test; proměnná B9 (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = ,05634, sv = 40,000																					
Č. l.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	,99233	1,0457	1,0013	1,1620	1,7923	1,1560	1,4557	1,9713	1,1400	2,0120	,97400	1,3637	1,0980	1,9623	1,3590	1,6623	1,7967	1,9767	1,7177	,71700
2	2	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,589124	1,000000	0,996711	0,211708	1,000000	0,155714	1,000000	0,999838	1,000000	0,225825	0,999865	0,860818	0,578658	0,203640	0,759655	0,999998
3	3	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,713817	1,000000	0,999340	0,304483	1,000000	0,231758	1,000000	0,999985	1,000000	0,322232	0,999988	0,929213	0,704145	0,294238	0,857677	0,999974
4	4	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,610782	1,000000	0,997432	0,225825	1,000000	0,167024	1,000000	0,999887	1,000000	0,240575	0,999907	0,874441	0,600370	0,217383	0,777983	0,999997
5	5	0,589124	0,713817	0,610782	0,914498	0,914498	1,000000	0,999996	0,566567	1,000000	0,468964	1,000000	1,000000	1,000000	0,588319	1,000000	0,991690	0,909433	0,553662	0,973780	0,998032
6	6	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,907434	0,907434	0,999994	0,552049	1,000000	0,454882	1,000000	1,000000	1,000000	0,573823	1,000000	0,990464	0,902099	0,539153	0,970746	0,998350
7	7	0,996711	0,999340	0,997432	0,999996	0,999963	0,999994	0,999994	0,988265	0,999986	0,973455	0,994702	1,000000	0,999907	0,990392	1,000000	1,000000	0,999954	0,986835	0,999999	0,731371
8	8	0,211708	0,304483	0,225825	0,566567	1,000000	0,552049	0,988265	0,513439	1,000000	0,184899	0,937885	0,414993	1,000000	0,933487	0,999990	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,017572
9	9	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,886760	1,000000	0,999986	0,513439	0,418014	1,000000	1,000000	1,000000	0,535126	1,000000	0,986456	0,880699	0,500648	0,961341	0,998992	
10	10	0,155714	0,231758	0,167024	0,468964	1,000000	0,454882	0,973455	1,000000	0,418014	0,134502	0,892180	0,327600	1,000000	0,885841	0,999933	1,000000	1,000000	0,999995	0,011396	
11	11	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,544793	1,000000	0,994702	0,184899	1,000000	0,134502	0,999676	1,000000	0,197734	0,999727	0,830505	0,534321	0,177587	0,720447	1,000000	
12	12	0,999838	0,999985	0,999887	1,000000	0,998795	1,000000	1,000000	0,937885	1,000000	0,892180	0,999676	0,999999	0,945778	1,000000	0,999994	0,998623	0,932842	0,999920	0,894389	
13	13	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,819861	1,000000	0,999907	0,414993	1,000000	0,327600	1,000000	0,999999	0,435545	0,999999	0,969315	0,811960	0,402996	0,926144	0,999765	
14	14	0,225825	0,322232	0,240575	0,588319	1,000000	0,573823	0,990392	1,000000	0,535126	1,000000	0,197734	0,945778	0,435545	0,999999	0,941781	0,999994	1,000000	1,000000	1,000000	
15	15	0,999865	0,999988	0,999907	1,000000	0,998609	1,000000	1,000000	0,933487	1,000000	0,885841	0,999727	1,000000	0,999999	0,941781	0,999993	0,998415	0,928200	0,999903	0,900418	
16	16	0,860818	0,929213	0,874441	0,991690	1,000000	0,990464	1,000000	0,999990	0,986456	0,999933	0,830505	0,999994	0,969315	0,999994	0,999993	0,999999	1,000000	1,000000	0,267746	
17	17	0,578658	0,704145	0,600370	0,909433	1,000000	0,902099	0,999954	1,000000	0,880699	1,000000	0,534321	0,998623	0,811960	1,000000	0,998415	1,000000	1,000000	1,000000	0,094783	
18	18	0,203640	0,294238	0,217383	0,553662	1,000000	0,539153	0,986835	1,000000	0,500648	1,000000	0,177587	0,932842	0,402996	1,000000	0,928200	0,999987	1,000000	0,999999	0,016614	
19	19	0,759655	0,857677	0,777983	0,973780	1,000000	0,970746	0,999999	1,000000	0,961341	0,999995	0,720447	0,999920	0,926144	1,000000	0,999903	1,000000	1,000000	0,999999	0,180303	
20	20	0,999998	0,999974	0,999997	0,998032	0,098402	0,998350	0,731371	0,017572	0,998992	0,011396	1,000000	0,894389	0,999765	0,019306	0,900418	0,267746	0,094783	0,016614	0,180303	

Tabulka č. 30: Vápník.

Jednorozměrné testy významnosti pro Ca (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	6271742	1	6271742	62196,09	0,00
Ječmen	644371	19	33914	336,32	0,00
Chyba	4034	40	101		

Tabulka č. 31: Scheffěův test vápník.

Scheffeho test: proměnná Ca (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = 100,84, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	397,99	240,67	228,54	280,90	366,33	437,43	405,20	339,50	247,93	297,50	217,97	232,13	353,00	371,07	360,50	482,63	400,27	386,60	408,10	11,933
2	2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,710357	0,291505	1,000000	0,004317	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,108963	0,907431	0,386498	0,000002	1,000000	0,999999	1,000000	0,00
3	3	0,000000	0,999997	0,257636	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,006700	0,981834	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00
4	4	0,000000	0,257636	0,020883	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,997117	0,000228	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00
5	5	0,710357	0,000000	0,000000	0,000002	0,000000	0,000000	0,004188	0,638765	0,999642	0,001274	0,048688	0,000092	0,000000	0,000010	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00
6	6	0,291505	0,000000	0,000000	0,000000	0,000123	0,679286	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000482	0,000022	0,104394	0,403264	0,030189	0,821572	0,00
7	7	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,318110	0,679286	0,000583	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,021733	0,572586	0,115359	0,000019	1,000000	0,998317	1,000000	0,00
8	8	0,004317	0,000000	0,000000	0,004188	0,909884	0,000000	0,000583	0,000000	0,191290	0,000000	0,000000	0,000000	0,999984	0,714910	0,992421	0,000000	0,002323	0,070270	0,000254	0,00
9	9	0,000000	1,000000	0,997117	0,638765	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,040580	0,793672	0,999824	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00
10	10	0,000000	0,006700	0,000228	0,999642	0,000237	0,000000	0,000000	0,191290	0,040580	0,000010	0,000010	0,000641	0,009484	0,000060	0,001250	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,00
11	11	0,000000	0,981834	1,000000	0,001274	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,793672	0,000010	0,999966	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00
12	12	0,000000	1,000000	1,000000	0,048688	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999824	0,000641	0,999966	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00
13	13	0,108963	0,000000	0,000000	0,000092	0,999987	0,000002	0,021733	0,999984	0,000000	0,009484	0,000000	0,000000	0,000000	0,998854	1,000000	0,000000	0,067792	0,603005	0,010513	0,00
14	14	0,907431	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000482	0,572586	0,714910	0,000000	0,000060	0,000000	0,000000	0,998854	1,000000	0,000000	0,000000	0,827177	0,999863	0,410339	0,00
15	15	0,386498	0,000000	0,000000	0,000010	1,000000	0,000022	0,115359	0,992421	0,000000	0,001250	0,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,277414	0,928924	0,063062	0,00
16	16	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,104394	0,000019	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000005	0,000000	0,000045	0,00
17	17	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,584013	0,403264	1,000000	0,002323	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,067792	0,827177	0,277414	0,000005	0,999980	1,000000	0,000000	0,00
18	18	0,999999	0,000000	0,000000	0,000000	0,995038	0,030189	0,998317	0,070270	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,603005	0,999863	0,928924	0,000000	0,999980	0,990050	0,00	
19	19	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,199275	0,821572	1,000000	0,000254	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,010513	0,410339	0,063062	0,000045	1,000000	0,990050	0,00	
20	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00

Tabulka č. 32: Hořčík.

Jednorozměrné testy významnosti pro Mg (Tabulka5) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	2191072	1	2191072	15357,36	0,00
Ječmen	661776	19	34830	244,13	0,00
Chyba	5707	40	143		

Tabulka č. 33: Schefféův test hořčík.

Scheffého test: proměnná Mg (Tabulka5) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 142,67, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	330,17	121,80	122,77	162,47	174,80	200,90	92,100	466,80	154,60	358,40	148,47	121,23	150,67	157,70	394,77	196,20	148,63	118,13	123,33	78,000
2	2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,971095	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,012861	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	3	0,000000	1,000000		0,615718	0,138886	0,000585	0,936253	0,000000	0,911861	0,000000	0,989476	1,000000	0,974367	0,820075	0,000000	0,001778	0,988676	1,000000	1,000000	0,378808
4	4	0,000000	0,569428	0,615718		1,000000	0,675052	0,003603	0,000000	1,000000	0,000000	0,999998	0,542185	1,000000	1,000000	0,000000	0,860244	0,999999	0,397756	0,642522	0,000126
5	5	0,000000	0,118655	0,138886	1,000000		0,987475	0,000194	0,000000	0,999507	0,000000	0,986173	0,107943	0,994972	0,999957	0,000000	0,998917	0,987114	0,062516	0,151947	0,000006
6	6	0,000000	0,000464	0,000585	0,675052	0,987475		0,000000	0,000000	0,315395	0,000000	0,130207	0,000405	0,183606	0,449065	0,000000	1,000000	0,133770	0,000191	0,000670	0,000000
7	7	0,000000	0,952507	0,936253	0,003603	0,000194	0,000000		0,000000	0,019979	0,000000	0,066042	0,960496	0,043762	0,010378	0,000000	0,000001	0,064062	0,987829	0,925081	0,999998
8	8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,002460	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
9	9	0,000000	0,887465	0,911861	1,000000	0,999507	0,315395	0,019979	0,000000		0,000000	1,000000	0,871366	1,000000	1,000000	0,000000	0,524594	1,000000	0,760994	0,924384	0,000844
10	10	0,971095	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,764951	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
11	11	0,000000	0,984126	0,989476	0,999998	0,986173	0,130207	0,066042	0,000000	1,000000	0,000000		0,980096	1,000000	1,000000	0,000000	0,261954	1,000000	0,942247	0,991856	0,003522
12	12	0,000000	1,000000	1,000000	0,542185	0,107943	0,000405	0,960496	0,000000	0,871366	0,000000	0,980096		0,956402	0,760994	0,000000	0,001242	0,978769	1,000000	1,000000	0,447524
13	13	0,000000	0,963887	0,974367	1,000000	0,994972	0,183606	0,043762	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,956402		1,000000	0,000000	0,346352	1,000000	0,894581	0,979308	0,002125
14	14	0,000000	0,783764	0,820075	1,000000	0,999957	0,449065	0,010378	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,760994	1,000000		0,000000	0,671988	1,000000	0,622055	0,839750	0,000402
15	15	0,012861	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,002460	0,000000	0,764951	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
16	16	0,000000	0,001418	0,001778	0,860244	0,998917	1,000000	0,000001	0,000000	0,524594	0,000000	0,261954	0,001242	0,346352	0,671988	0,000000		0,267857	0,000595	0,002029	0,000000
17	17	0,000000	0,983015	0,988676	0,999999	0,987114	0,133770	0,064062	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,978769	1,000000	1,000000	0,000000	0,267857		0,939302	0,991207	0,003391
18	18	0,000000	1,000000	1,000000	0,397756	0,062516	0,000191	0,987829	0,000000	0,760994	0,000000	0,942247	1,000000	0,894581	0,622055	0,000000	0,000595	0,939302		1,000000	0,595026
19	19	0,000000	1,000000	1,000000	0,642522	0,151947	0,000670	0,925081	0,000000	0,924384	0,000000	0,991856	1,000000	0,979308	0,839750	0,000000	0,002029	0,991207	1,000000		0,354681
20	20	0,000000	0,421610	0,378808	0,000126	0,000006	0,000000	0,999998	0,000000	0,000844	0,000000	0,003522	0,447524	0,002125	0,000402	0,000000	0,000000	0,003391	0,595026	0,354681	

Tabulka č. 34: Draslík.

Jednorozměrné testy významnosti pro K (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	431410446	1	431410446	106494,8	0,00
Ječmen	139492023	19	7341685	1812,3	0,00
Chyba	162040	40	4051		

Tabulka č. 35: Schefféův test draslík.

Scheffého test: proměnná K (Tabulka1)																						
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																						
Chyba: meziskup. PČ = 4051,0, sv = 40,000																						
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}	
1	1	3435,3	1665,3	1450,3	1839,0	1869,0	1309,0	3065,0	6060,3	1147,7	5321,3	1442,3	1456,3	1874,0	2908,0	5525,3	3780,3	2290,7	2903,7	3790,0	496,00	
2	2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,004385	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000004	0,000000	0,012468	0,000000	0,000003	0,008426	0,000000	
3	3	0,000000	0,584711	0,000000	0,893052	0,684730	0,007869	0,000000	0,000000	0,000006	0,000000	0,512646	0,638329	0,641272	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
4	4	0,000000	0,893052	0,001994	0,001994	0,000527	0,985032	0,000000	0,000000	0,000000	0,060995	1,000000	1,000000	0,000421	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	5	0,000000	0,684730	0,000527	1,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000367	0,000690	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000460	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
6	6	0,000000	0,007869	0,985032	0,000003	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,943219	0,000000	0,992266	0,976651	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
7	7	0,004385	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,955969	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,943219	0,000000	0,000000
8	8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
9	9	0,000000	0,000006	0,060995	0,000000	0,000000	0,943219	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,080004	0,049433	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
10	10	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,681879	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
11	11	0,000000	0,512646	1,000000	0,001405	0,000367	0,992266	0,000000	0,000000	0,080004	0,000000	0,000000	1,000000	0,000293	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
12	12	0,000000	0,638329	1,000000	0,002588	0,000690	0,976651	0,000000	0,000000	0,049433	0,000000	1,000000	0,000000	0,000551	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
13	13	0,000000	0,641272	0,000421	1,000000	1,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000293	0,000551	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000577	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
14	14	0,000004	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,955969	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000
15	15	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000000	0,681879	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
16	16	0,012468	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000
17	17	0,000000	0,000000	0,000000	0,000117	0,000460	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000577	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
18	18	0,000003	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,943219	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
19	19	0,008426	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
20	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabulka č. 36: Sodík.

Jednorozměrné testy významnosti pro Na (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	12774376	1	12774376	50268,13	0,00
Ječmen	16610542	19	874239	3440,20	0,00
Chyba	10165	40	254		

Tabulka č. 37: Scheffův test sodík.

Scheffeho test; proměnná Na (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = 254,12, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	1091,0	242,33	340,83	621,00	28,467	389,47	98,000	1869,7	355,00	1336,7	395,67	694,67	57,000	61,533	1340,0	133,03	56,467	9,8000	104,70	3,0533
2	2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	3	0,000000	0,001631	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	1,000000	0,000000	0,549278	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
4	4	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,081462	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	5	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,998930	0,993113	0,000000	0,000556	0,999171	0,999998	0,057494	0,999787
6	6	0,000000	0,000000	0,762081	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,988879	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
7	7	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,137404	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,935242	0,979383	0,000000	0,986651	0,927410	0,009340	1,000000	0,003019
8	8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
9	9	0,000000	0,000127	1,000000	0,000000	0,000000	0,988879	0,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,939824	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
10	10	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
11	11	0,000000	0,000000	0,549278	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,00	0,939824	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
12	12	0,000000	0,000000	0,000000	0,081462	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
13	13	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,998930	0,000000	0,935242	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,059112	1,000000	0,804229	0,789969	0,581213
14	14	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,993113	0,000000	0,979383	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,107813	1,000000	0,659828	0,899452	0,420790
15	15	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
16	16	0,000000	0,000236	0,000000	0,000000	0,000556	0,000000	0,986651	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,059112	0,107813	0,000000	0,054882	0,054882	0,000018	0,999027	0,000005
17	17	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999171	0,000000	0,927410	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,054882	0,054882	0,818882	0,774228	0,600366
18	18	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999998	0,000000	0,009340	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,804229	0,659828	0,000000	0,000018	0,818882	0,003043	1,000000	0,000936
19	19	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,057494	0,000000	1,000000	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,789969	0,899452	0,000000	0,999027	0,774228	0,003043	0,000936	0,000936
20	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999787	0,000000	0,003019	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,581213	0,420790	0,000000	0,000005	0,600366	1,000000	0,000936	0,000936

Tabulka č. 38: Zinek.

Jednorozměrné testy významnosti pro Zn (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	291,9420	1	291,9420	60969,45	0,00
Ječmen	14,8991	19	0,7842	163,77	0,00
Chyba	0,1915	40	0,0048		

Tabulka č. 39: Schefféův test zinek.

Scheffého test: proměnná Zn (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = ,00479, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	2,2867	1,4233	1,7533	1,8433	1,8033	2,5133	2,1933	2,2333	3,0000	2,5767	1,7767	1,7133	2,5800	2,4167	2,6567	3,4233	2,5700	1,6633	1,8167	1,8733
2	2	0,000000	0,000000	0,000019	0,000859	0,000162	0,642867	0,999983	1,000000	0,000000	0,188468	0,000052	0,000004	0,172835	0,997978	0,015020	0,000000	0,222765	0,000000	0,000284	0,002880
3	3	0,000019	0,059196	0,059196	0,002210	0,010393	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,027176	0,188468	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,532862	0,006279	0,000653
4	4	0,000859	0,002210	0,999990	0,999990	1,000000	0,000000	0,000984	0,000187	0,000000	0,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999990	1,000000	0,999303
5	5	0,000162	0,010393	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,997978	0,000000	0,000004	0,000000	0,000000	0,000000	0,928417	1,000000	1,000000
6	6	0,642867	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,080896	0,241441	0,000141	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,999970	0,993227	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000
7	7	0,999983	0,000000	0,000984	0,030492	0,007131	0,080896	1,000000	0,000000	0,000000	0,009175	0,002524	0,000187	0,008092	0,669656	0,000375	0,000000	0,011761	0,000022	0,011761	0,080896
8	8	1,000000	0,000000	0,000187	0,007131	0,001478	0,241441	1,000000	0,000000	0,000000	0,038243	0,000495	0,000034	0,034170	0,916144	0,001933	0,000000	0,047713	0,000004	0,002524	0,021510
9	9	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000141	0,000000	0,000000	0,000000	0,001933	0,000000	0,000000	0,002210	0,000002	0,038243	0,001933	0,001478	0,000000	0,000000	0,000000
10	10	0,188468	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,009175	0,038243	0,001933	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,976926	0,999999	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000
11	11	0,000052	0,027176	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,002524	0,000495	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999686	1,000000	0,999970
12	12	0,000004	0,188468	1,000000	0,997978	0,999990	0,000000	0,000187	0,000034	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,999918	0,976926
13	13	0,172835	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,008092	0,034170	0,002210	1,000000	0,000000	0,000000	0,971469	0,999999	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
14	14	0,997978	0,000000	0,000000	0,000004	0,000001	0,999970	0,669656	0,916144	0,000002	0,976926	0,000000	0,000000	0,971469	0,999999	0,532862	0,000000	0,985376	0,000000	0,000001	0,000013
15	15	0,015020	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,993227	0,000375	0,001933	0,038243	0,999999	0,000000	0,000000	0,999999	0,532862	0,000000	0,000000	0,999995	0,000000	0,000000	0,000000
16	16	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,001933	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
17	17	0,222765	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,011761	0,047713	0,001478	1,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,985376	0,999995	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
18	18	0,000000	0,532862	0,999990	0,928417	0,994889	0,000000	0,000022	0,000004	0,000000	0,000000	0,999686	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,985376	0,769859	0,769859
19	19	0,000284	0,006279	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	0,011761	0,002524	0,000000	0,000000	1,000000	0,999918	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,985376	1,000000	1,000000
20	20	0,002880	0,000653	0,999303	1,000000	1,000000	0,000000	0,080896	0,021510	0,000000	0,000000	0,999970	0,976926	0,000000	0,000013	0,000000	0,000000	0,000000	0,769859	1,000000	1,000000

Tabulka č. 40: Železo.

Jednorozměrné testy významnosti pro Fe (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	2699609	1	2699609	20534,55	0,00
Ječmen	1709028	19	89949	684,19	0,00
Chyba	5259	40	131		

Tabulka č. 41: Schefféův test železo.

Scheffého test: proměnná Fe (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = 131,47, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	234,67	159,67	341,67	187,33	281,00	509,00	233,00	434,33	717,00	188,67	92,000	120,00	81,333	80,000	183,33	82,333	139,67	61,333	68,667	47,333
2	2	0,000585	0,000585	0,000000	0,210326	0,243599	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,255430	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,109596	0,000000	0,000004	0,000000	0,000000	0,000000
3	3	0,000000	0,000000	0,000000	0,964437	0,000000	0,000000	0,000886	0,000000	0,000000	0,944348	0,003502	0,537897	0,000253	0,000181	0,993503	0,000326	0,999245	0,000002	0,000010	0,000000
4	4	0,210326	0,964437	0,000000	0,000000	0,017280	0,000000	0,000000	0,000006	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	5	0,243599	0,000000	0,017280	0,000005	0,000005	0,000000	0,267628	0,000000	0,000000	1,000000	0,000003	0,003790	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,199978	0,000000	0,000000	0,000000
6	6	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,189999	0,000000	0,000000	0,000000	0,000007	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
7	7	1,000000	0,000886	0,000000	0,267628	0,189999	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,319973	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,145531	0,000000	0,000005	0,000000	0,000000	0,000000
8	8	0,000000	0,000000	0,000006	0,000000	0,000000	0,000636	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
9	9	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
10	10	0,255430	0,944348	0,000000	1,000000	0,000007	0,000000	0,319973	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,002760	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,162251	0,000000	0,000000	0,000000
11	11	0,000000	0,003502	0,000000	0,000003	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000000	0,960026	1,000000	1,000000	0,000009	1,000000	0,199978	0,909195	0,994516	0,306367
12	12	0,000000	0,537897	0,000000	0,003790	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,002760	0,960026	0,587955	0,521249	0,009564	0,637545	0,999401	0,026499	0,109596	0,001044	
13	13	0,000000	0,000253	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,587955	1,000000	0,000001	1,000000	0,028414	0,999245	0,999999	0,802235	
14	14	0,000000	0,000181	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,021438	0,999712	1,000000	0,850832	
15	15	0,109596	0,993503	0,000000	1,000000	0,000002	0,000000	0,145531	0,000000	0,000000	1,000000	0,000009	0,009564	0,000001	0,000000	0,000001	0,348164	0,000000	0,000000	0,000000	
16	16	0,000000	0,000326	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,637545	1,000000	1,000000	0,000001	0,034938	0,998548	0,999998	0,761221	
17	17	0,000004	0,999245	0,000000	0,199978	0,000000	0,000000	0,000005	0,000000	0,000000	0,162251	0,199978	0,999401	0,028414	0,021438	0,348164	0,034938	0,000253	0,001571	0,000007	
18	18	0,000000	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,909195	0,026499	0,999245	0,999712	0,000000	0,998548	0,000253	1,000000	
19	19	0,000000	0,000010	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,994516	0,109596	0,999999	1,000000	0,000000	0,999998	0,001571	1,000000	0,998216	
20	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,306367	0,001044	0,802235	0,850832	0,000000	0,761221	0,000007	0,999996	0,998216	

Tabulka č. 42: Měď.

Jednorozměrné testy významnosti pro Cu (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	128,2759	1	128,2759	1733,692	0,00
Ječmen	66,7412	19	3,5127	47,475	0,00
Chyba	2,9596	40	0,0740		

Tabulka č. 43: Scheffův test měď.

Scheffeho test; proměnná Cu (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = ,07399, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
		2,7000	60000	,52000	,82000	1,1200	1,6500	,61000	1,9667	1,6000	5,4000	,89000	1,3133	2,0333	1,1333	1,8000	1,2000	,78333	1,1700	1,0333	,90000
1	1		0,000019	0,000008	0,000201	0,004504	0,323014	0,000021	0,903008	0,242406	0,000000	0,000423	0,027723	0,958604	0,005137	0,624229	0,009794	0,000136	0,007345	0,001883	0,000471
2	2	0,000019		1,000000	1,000000	0,997472	0,323014	1,000000	0,033022	0,416553	0,000000	1,000000	0,923178	0,018237	0,996522	0,124778	0,986092	1,000000	0,992239	0,999789	0,999999
3	3	0,000008	1,000000		0,999999	0,986092	0,201034	1,000000	0,016138	0,272941	0,000000	0,999980	0,823511	0,008623	0,982324	0,067982	0,950049	1,000000	0,967706	0,997856	0,999970
4	4	0,000201	1,000000	0,999999		0,999999	0,761802	1,000000	0,180350	0,843600	0,000000	1,000000	0,998725	0,113261	0,999999	0,456772	0,999970	1,000000	0,999992	1,000000	1,000000
5	5	0,004504	0,997472	0,986092	0,999999		0,996784	0,998029	0,730997	0,999117	0,000000	1,000000	1,000000	0,596320	1,000000	0,950049	1,000000	0,999996	1,000000	1,000000	1,000000
6	6	0,323014	0,323014	0,201034	0,761802	0,996784		0,340781	0,999998	1,000000	0,000000	0,871174	0,999996	0,999966	0,997671	1,000000	0,999638	0,692189	0,999117	0,981265	0,883778
7	7	0,000021	1,000000	1,000000	1,000000	0,998029	0,340781		0,036001	0,436502	0,000000	1,000000	0,932101	0,019973	0,997258	0,134015	0,988470	1,000000	0,993701	0,999850	1,000000
8	8	0,903008	0,033022	0,016138	0,180350	0,730997	0,999998	0,036001		0,999983	0,000000	0,278256	0,966020	1,000000	0,755766	1,000000	0,862331	0,140467	0,818283	0,554142	0,294579
9	9	0,242406	0,416553	0,272941	0,843600	0,999117	1,000000	0,436502	0,999983		0,000000	0,926237	1,000000	0,999789	0,999399	1,000000	0,999935	0,785273	0,999811	0,992754	0,934907
10	10	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
11	11	0,000423	1,000000	0,999980	1,000000	1,000000	0,871174	1,000000	0,278256	0,926237	0,000000		0,999850	0,184357	1,000000	0,603321	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
12	12	0,027723	0,923178	0,823511	0,998725	1,000000	0,999996	0,932101	0,966020	1,000000	0,000000	0,999850		0,916803	1,000000	0,998936	1,000000	0,996784	1,000000	1,000000	0,999894
13	13	0,958604	0,018237	0,008623	0,113261	0,596320	0,999966	0,019973	1,000000	0,999789	0,000000	0,184357	0,916803		0,624229	1,000000	0,755766	0,085986	0,698780	0,416553	0,196766
14	14	0,005137	0,996522	0,982324	0,999999	1,000000	0,997671	0,997258	0,755766	0,999399	0,000000	1,000000	1,000000	0,624229		0,958604	1,000000	0,999992	1,000000	1,000000	1,000000
15	15	0,624229	0,124778	0,067982	0,456772	0,950049	1,000000	0,134015	1,000000	1,000000	0,000000	0,603321	0,998936	1,000000	0,958604		0,986092	0,384135	0,976520	0,862331	0,624229
16	16	0,009794	0,986092	0,950049	0,999970	1,000000	0,999638	0,988470	0,862331	0,999935	0,000000	0,999999	1,000000	0,755766	0,862331	0,986092		0,999881	1,000000	1,000000	0,999999
17	17	0,000136	1,000000	1,000000	1,000000	0,999996	0,692189	1,000000	0,140467	0,785273	0,000000	1,000000	0,996784	0,085986	0,999992	0,384135	0,999881		0,999961	1,000000	1,000000
18	18	0,007345	0,992239	0,967706	0,999992	1,000000	0,999117	0,993701	0,818283	0,999811	0,000000	1,000000	1,000000	0,698780	1,000000	0,976520	1,000000	0,999961		1,000000	1,000000
19	19	0,001883	0,999789	0,997856	1,000000	1,000000	0,981265	0,999850	0,554142	0,992754	0,000000	1,000000	1,000000	0,416553	1,000000	0,862331	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
20	20	0,000471	0,999999	0,999970	1,000000	1,000000	0,883778	1,000000	0,294579	0,934907	0,000000	1,000000	0,999894	0,196766	1,000000	0,624229	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	

Tabulka č. 44: Mangan.

Jednorozměrné testy významnosti pro Mn (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	491,4340	1	491,4340	52334,31	0,00
Ječmen	81,1826	19	4,2728	455,02	0,00
Chyba	0,3756	40	0,0094		

Tabulka č. 45: Schefféův test mangan.

Scheffeho test: proměnná Mn (Tabulka1)																					
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																					
Chyba: meziskup. PČ = ,00939, sv = 40,000																					
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	4,3153	2,3517	3,6053	2,4107	2,7683	3,9787	2,3587	4,0433	3,7737	3,2200	2,1430	2,5830	5,9307	2,0213	3,0323	2,3530	1,9227	2,3967	1,7700	,26000
2	2	0,000000	0,000000	0,000060	0,000000	0,000000	0,529466	0,000000	0,866559	0,008052	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	3	0,000060	0,000000	0,000000	1,000000	0,154525	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,989379	0,968022	0,000000	0,566975	0,000145	1,000000	0,121039	1,000000	0,002658	0,000000
4	4	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,326600	0,000000	0,100485	0,999287	0,270345	0,000000	0,000000	0,000000	0,003394	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	5	0,000000	0,154525	0,000001	0,408710	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000003	0,882125	0,999019	0,000000	0,253022	0,000838	1,000000	0,032127	1,000000	0,000479	0,000000
6	6	0,529466	0,000000	0,326600	0,000000	0,000000	0,000000	0,176471	0,000000	0,000000	0,074847	0,000753	0,997457	0,000000	0,000019	0,894373	0,158536	0,000001	0,334897	0,000000	0,000000
7	7	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,176471	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,984657	0,976632	0,000000	0,525527	0,000179	1,000000	0,104786	1,000000	0,002178	0,000000
8	8	0,866559	0,000000	0,100485	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,875087	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
9	9	0,008052	0,000000	0,999287	0,000000	0,000000	0,991332	0,000000	0,875087	0,000000	0,005808	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000023	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
10	10	0,000000	0,000000	0,270345	0,000003	0,074847	0,000014	0,000001	0,000002	0,005808	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,997021	0,000001	0,000000	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000
11	11	0,000000	0,989379	0,000000	0,882125	0,000753	0,000000	0,984657	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999994	0,000000	0,988585	0,980668	0,924365	0,328250	0,000000
12	12	0,000000	0,968022	0,000000	0,999019	0,997457	0,000000	0,976632	0,000000	0,000000	0,000534	0,096330	0,000000	0,000000	0,004657	0,078785	0,969825	0,000267	0,997277	0,000003	0,000000
13	13	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
14	14	0,000000	0,566975	0,000000	0,253022	0,000019	0,000000	0,525527	0,000000	0,000000	0,000000	0,999994	0,004657	0,000000	0,000000	0,000000	0,559072	1,000000	0,316794	0,930231	0,000000
15	15	0,000000	0,000145	0,003394	0,000838	0,894373	0,000000	0,000179	0,000000	0,000023	0,997021	0,000000	0,078785	0,000000	0,000000	0,000000	0,000151	0,000000	0,000555	0,000000	0,000000
16	16	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,158536	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,988585	0,969825	0,000000	0,559072	0,000151	0,117795	0,117795	1,000000	0,002559	0,000000
17	17	0,000000	0,121039	0,000000	0,032127	0,000001	0,000000	0,104786	0,000000	0,000000	0,000000	0,980668	0,000267	0,000000	1,000000	0,000000	0,117795	0,117795	0,044953	0,999820	0,000000
18	18	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,334897	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,924365	0,997277	0,000000	0,316794	0,000555	1,000000	0,044953	0,000724	0,000000	0,000000
19	19	0,000000	0,002658	0,000000	0,000479	0,000000	0,000000	0,002178	0,000000	0,000000	0,000000	0,328250	0,000003	0,000000	0,930231	0,000000	0,002559	0,999820	0,000724	0,000000	0,000000
20	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabulka č. 46: Vitamíny.

Jednorozměrné testy významnosti pro Vitamíny (Tabulka1) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	4048723	1	4048723	3614,017	0,00
Ječmen	774101	19	40742	36,368	0,00
Chyba	44811	40	1120		

Tabulka č. 47: Schefféův test vitamíny.

Scheffého test: proměnná Vitamíny (Tabulka1) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1120,3, sv = 40,000																					
Č. b	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}
1	1	274,67	226,00	187,67	232,00	87,000	233,00	268,67	376,00	172,67	335,67	188,00	208,67	126,33	253,33	382,00	525,00	346,67	334,67	400,00	37,333
2	2	0,999945	0,999945	0,928885	0,999993	0,007698	0,999995	1,000000	0,773345	0,763709	0,998640	0,931247	0,996268	0,119932	1,000000	0,680987	0,000038	0,989502	0,998908	0,380513	0,000119
3	3	0,999993	0,999999	0,999999	1,000000	0,201507	1,000000	0,999993	0,108611	0,999788	0,642379	0,999999	1,000000	0,796620	1,000000	0,074878	0,000001	0,455465	0,659059	0,021716	0,007117
4	4	0,928885	0,999999	0,999987	0,999987	0,782798	0,999982	0,963399	0,007306	1,000000	0,122307	1,000000	1,000000	0,998539	0,996496	0,004534	0,000000	0,061659	0,129657	0,001026	0,106455
5	5	0,999993	1,000000	0,999987	0,999987	0,145402	1,000000	0,999999	0,153814	0,999061	0,738870	0,999989	1,000000	0,707790	1,000000	0,108611	0,000001	0,557212	0,753899	0,033412	0,004415
6	6	0,007698	0,201507	0,782798	0,145402	0,137352	0,137352	0,012243	0,000001	0,938005	0,000044	0,778095	0,438984	0,999998	0,037546	0,000001	0,000000	0,000017	0,000048	0,000000	0,999926
7	7	1,000000	0,999993	0,963399	0,999999	0,012243	1,000000	1,000000	0,162593	0,998825	0,753899	0,999984	1,000000	0,691797	1,000000	0,115295	0,000001	0,574369	0,768550	0,035840	0,004073
8	8	1,000000	0,999993	0,963399	0,999999	0,012243	1,000000	0,680987	0,843340	0,995510	0,964854	0,998908	0,168654	1,000000	0,580083	0,000022	0,974970	0,996268	0,293484	0,000201	
9	9	0,773345	0,108611	0,007306	0,153814	0,000001	0,162593	0,680987	0,002177	0,999997	0,007499	0,035014	0,000040	0,422712	1,000000	0,115295	1,000000	0,999996	1,000000	0,000000	
10	10	0,763709	0,999788	1,000000	0,999061	0,938005	0,998825	0,843340	0,002177	0,047211	1,000000	1,000000	0,999974	0,964854	0,001321	0,000000	0,021716	0,050512	0,000284	0,242649	
11	11	0,998640	0,642379	0,122307	0,738870	0,000044	0,753899	0,995510	0,999997	0,047211	0,124719	0,124719	0,355152	0,001321	0,957123	0,999974	0,006753	1,000000	1,000000	0,997291	0,000001
12	12	0,931247	0,999999	1,000000	0,999989	0,778095	0,999984	0,964854	0,007499	1,000000	0,124719	0,124719	1,000000	0,998431	0,996711	0,004658	0,000000	0,063021	0,132183	0,001055	0,104334
13	13	0,996268	1,000000	1,000000	1,000000	0,438984	1,000000	0,998908	0,035014	1,000000	0,355152	1,000000	0,957123	0,999985	0,999985	0,022799	0,000000	0,212205	0,370268	0,005763	0,026353
14	14	0,119932	0,796620	0,998539	0,707790	0,999998	0,691797	0,168654	0,000040	0,999974	0,001321	0,998431	0,957123	0,355152	0,355152	0,000024	0,000000	0,000520	0,001436	0,000005	0,913529
15	15	1,000000	1,000000	0,996496	1,000000	0,037546	1,000000	1,000000	0,422712	0,964854	0,957123	0,996711	0,999985	0,355152	0,330670	0,330670	0,000006	0,873107	0,961899	0,132183	0,000752
16	16	0,680987	0,074878	0,004534	0,108611	0,000001	0,115295	0,580083	1,000000	0,001321	0,999974	0,004658	0,022799	0,000024	0,330670	0,162593	1,000000	0,999964	1,000000	0,000000	
17	17	0,000038	0,000001	0,000000	0,000001	0,000000	0,000001	0,000022	0,115295	0,000000	0,006753	0,000000	0,000000	0,000000	0,000006	0,162593	0,015753	0,015753	0,006239	0,385683	0,000000
18	18	0,989502	0,455465	0,061659	0,557212	0,000017	0,574369	0,974970	1,000000	0,021716	1,000000	0,063021	0,212205	0,000520	0,873107	1,000000	0,000000	1,000000	0,999788	0,000000	
19	19	0,998908	0,659059	0,129657	0,753899	0,000048	0,768550	0,996268	0,999996	0,050512	1,000000	0,132183	0,370268	0,001436	0,961899	0,999964	0,006239	1,000000	0,996711	0,000001	
20	20	0,380513	0,021716	0,001026	0,033412	0,000000	0,035840	0,293484	1,000000	0,000284	0,997291	0,001055	0,005763	0,000005	0,132183	1,000000	0,385683	0,999788	0,996711	0,000000	
20	20	0,000119	0,007117	0,106455	0,004415	0,999926	0,004073	0,000201	0,000000	0,242649	0,000001	0,104334	0,026353	0,913529	0,000752	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	

Tabulka č. 48: Minerální látka.

Jednorozměrné testy významnosti pro Mln. látku (Tabulka1)					
Sigma-omezená parametrizace					
Dekompozice efektivní hypotézy					
Efekt	SC	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	901480082	1	901480082	129992,1	0,00
Ječmen	258897227	19	13626170	1964,9	0,00
Chyba	277395	40	6935		

Tabulka č. 49: Schefféův test

Scheffého test: proměnná Mln. látka (Tabulka1)																						
Pravděpodobnosti pro post-hoc testy																						
Chyba: meziskup. PČ = 6934,9, sv = 40,000																						
Č.	Ječmen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}	
		5499,0	2433,7	2490,0	3095,3	2725,3	2854,7	3898,3	9179,0	2633,7	7513,3	2301,7	2630,0	2526,7	3584,3	7811,7	4681,7	3041,0	3484,7	4500,0	639,33	
1	1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	
2	2	0,000000	1,000000	0,000000	0,000010	0,513366	0,030673	0,000000	0,000000	0,966049	0,000000	0,999804	0,971806	0,999999	0,000000	0,966049	0,000000	0,999804	0,000066	0,000000	0,000000	0,00
3	3	0,000000	0,000000	1,000000	0,000071	0,859580	0,132935	0,000000	0,000000	0,999351	0,000000	0,981747	0,999547	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000472	0,000000	0,000000	0,00	
4	4	0,000000	0,000010	0,000071	0,000000	0,117280	0,834561	0,000000	0,000000	0,009076	0,000000	0,000000	0,008092	0,000256	0,003795	0,000000	0,000000	1,000000	0,072601	0,000000	0,00	
5	5	0,000000	0,513366	0,859580	0,117280	0,000000	0,999854	0,000000	0,000000	0,999999	0,000000	0,028418	0,999999	0,968238	0,000000	0,000000	0,000000	0,357038	0,000000	0,000000	0,00	
6	6	0,000000	0,030673	0,132935	0,834561	0,999854	0,000000	0,000000	0,000000	0,914952	0,000000	0,000440	0,902449	0,286826	0,000001	0,000000	0,000000	0,983734	0,000030	0,000000	0,00	
7	7	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,367156	0,000000	0,000000	0,000000	0,037731	0,000080	0,00	
8	8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	
9	9	0,000000	0,966049	0,999351	0,009076	0,999999	0,914952	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,265963	1,000000	0,999992	0,000000	0,000000	0,000000	0,044963	0,000000	0,000000	0,00	
10	10	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,468101	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	
11	11	0,000000	0,999804	0,981747	0,000000	0,028418	0,000440	0,000000	0,000000	0,265963	0,000000	0,285050	0,901255	0,999995	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,00	
12	12	0,000000	0,971806	0,999547	0,008092	0,999999	0,902449	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,285050	0,999995	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,040639	0,000000	0,000000	0,00	
13	13	0,000000	0,999999	1,000000	0,000256	0,968238	0,286826	0,000000	0,000000	0,999992	0,000000	0,901255	0,999995	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,001643	0,000000	0,000000	0,00	
14	14	0,000000	0,000000	0,000000	0,003795	0,000000	0,000001	0,367156	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000614	0,999997	0,000000	0,00	
15	15	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,468101	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	
16	16	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,987704	0,00	
17	17	0,000000	0,000066	0,000472	1,000000	0,357038	0,983734	0,000000	0,000000	0,044963	0,000000	0,000001	0,040639	0,001643	0,000614	0,000000	0,000000	0,015768	0,000000	0,000000	0,00	
18	18	0,000000	0,000000	0,000000	0,072601	0,000000	0,000030	0,037731	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,999997	0,000000	0,000000	0,015768	0,000000	0,000000	0,00	
19	19	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000080	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,987704	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	
20	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	

11.4 Příloha č. 4 Hodnocení doplňků stravy v bio a v konvenční kvalitě

Tabulka č. 50

BIO	Obsah minerálních látek [mg/100 g]	Obsah vitamínů [mg/100 g]	NEBIO	Obsah minerálních látek [mg/100 g]	Obsah vitamínů [mg/100 g]
1	5499	274,97	1	2434	226,31
2	2725	87,2	2	2490	187,46
3	2854	233,18	3	3096	231,74
4	3898	268,56	4	2634	172,63
5	9179	376,21	5	2302	188,15
6	7514	335,67	6	2630	208,7
7	3584	286,8	7	2527	126,33
8	4681	524,88	8	7811	381,99
9	4500	400,11	9	3041	292,87
10	639	37,67	10	2345	334,87
celkem	45073	2825,25	celkem	31310	2351,05

Tabulka č. 51: Bio doplňky stravy

Sloupec 1	
Stř. hodnota	6567,928
Chyba stř. hodnoty	1122,541
Medián	5488,06
Modus	#####
Směr. odchylka	3549,786
Rozptyl výběru	12600981
Špičatost	0,149344
Šikmost	0,834017
Rozdíl max-min	11619,22
Minimum	1612,71
Maximum	13231,93
Součet	65679,28
Počet	10
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	2539,364

Tabulka č. 52: Nebio doplňky stravy

Sloupec 1	
Stř. hodnota	4483,598
Chyba stř. hodnoty	636,6055
Medián	4130,495
Modus	#####
Směr. odchylka	2013,123
Rozptyl výběru	4052666
Špičatost	8,263606
Šikmost	2,782222
Rozdíl max-min	6821,11
Minimum	3200,85
Maximum	10021,96
Součet	44835,98
Počet	10
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	1440,102

Tabulka č. 53: Obsah jednotlivých minerálních látek v doplňcích stravy v běžné a v bio kvalitě.

	BIO	NEBIO
Ca	3518	2823
Mg	2178	1605
K	32035	20645
Na	5116	4114
Zn	23,1	20,5
Fe	2160	2063
Cu	17,8	11,2
Mn	27,1	29,4

Tabulka č. 54: Obsah vitamínů v doplňcích stravy v běžné a v bio kvalitě.

	BIO	NEBIO
C	1468	1433
B1	200	299
B2	1003	501
B3	50	27
B6	90	78
B9	18	13

11.5 Seznam příloh

Příloha č. 1: Popisná statistika pro stanovené hodnoty jednotlivých minerálních látek a vitamínů.

Příloha č. 2: Hodnoty variability hodnot pro jednotlivé minerální látky a vitamíny.

Příloha č. 3: Vyhodnocení statistických rozdílů mezi jednotlivými doplňky stravy.

Příloha č. 4: Hodnocení doplňků stravy v bio a v normální kvalitě.