

Příprava bezlepkových müsli směsí s jedlými květy a jejich nutriční analýza

Bc. Lenka Kostková

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lenka Kostková**

Osobní číslo: **T15906**

Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie potravin**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Příprava bezlepkových müsli směsí s jedlými květy a jejich nutriční analýza**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Stručně charakterizovat müsli směsi a zmínit jeho základní technologické postupy výroby.
2. Charakterizovat základní suroviny pro výrobu bezlepkových müsli směsí.

II. Praktická část

1. Připravit vločky z bezlepkových surovin procesem hydrotermálního ošetření a rozválcování.
2. Připravit bezlepkové müsli směsi s jedlými květy dle zadané receptury.
3. Stanovit vybrané chemické/nutriční parametry bezlepkových müsli směsí s jedlými květy.
4. Provést hodnocení a statistické zpracování dat.
5. Vypracovat diskuzi získaných výsledků a formulovat závěry práce.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] PŘÍHODA, Josef, Marie HRUŠKOVÁ a Pavel SKŘIVAN. Cereální chemie a technologie. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-530-7.

[2] CHRISTA, Karolina a Maria ORAL-ŠMIETANA. Buckwheat Grains and Buckwheat Products: a review. Czech Journal of Food Sciences [online]. 2008, 26(3), 153-162 [cit. 2016-11-28]. ISSN 1212-1800. Dostupné z:

<http://www.agriculturejournals.cz/publishedArticles/CJFS/2008-26-3-153.pdf>.

[3] DHINGRA, Devinder, Mona MICHAEL, Hradesh RAJPUT a R. T. PATIL. Dietary fibre in foods: a review. Journal of Food Science and Technology [online]. 2012, 49(3), 255-266 [cit. 2016-11-28]. DOI: 10.1007/s13197-011-0365-5. ISSN 0022-1155. Dostupné z:

<http://link.springer.com/10.1007/s13197-011-0365-5>.

[4] ROP, Otakar, Jiri MLCEK, Tunde JURIKOVA, Jarmila NEUGEBAUEROVA a Jindriska VABKOVA. Edible Flowers - New Promising Source of Mineral Elements in Human Nutrition. Molecules [online]. 2012, 17(12), 6672-6683 [cit. 2016-11-28]. DOI: 10.3390/molecules17066672. ISSN 1420-3049. Dostupné z:

<http://web.b.ebscohost.com.proxy.k.utb.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=7ae5fde0-b2dd-4058-89a8-cf26d5a75365%40sessionmgr104>.

[5] SHELKE, Kapil a Reuben Aaron MILLER. Almonds for Nutritious and Delightful Break-fast Cereals. Cereal Foods World [online]. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2012, 57(2), 64-67 [cit. 2016-11-28]. ISSN 01466283. Dostupné z: <http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/1010053604?accountid=15518>.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce:

3. února 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

28. dubna 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KOSTKOVÁ LENKA

Obor: TECHNOLOGIE POTRAVIN

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 28.4.2017

Kostková Lenka

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá přípravou netradičních sypaných bezlepkových müsli směsí s jedlými květy a jejich základní nutriční analýzou se záměrem v možnosti rozšířit sortiment snídaňových cereálií. Nutriční analýza byla zaměřena na stanovení obsahu vlhkosti, popela, hrubé bílkoviny, škrobu, lipidů, hrubé a neutrálně-detergentní vlákniny, stravitelnosti sušiny a organické hmoty vzorku. Nové cereální směsi vykazovaly nižší hodnoty obsahu hrubé bílkoviny a škrobu, a vyšší hodnoty obsahu popela, lipidů a hrubé vlákniny ve srovnání se vzorky pšeničného müsli analyzovaných v jiné studii.

Klíčová slova: müsli, bezlepková potravina, bezlepkové cereálie, jedlé květy, nutriční analýza

ABSTRACT

The thesis deals with the preparation of non-traditional gluten-free muesli mixture with edible flowers and their basic nutritional analysis with a view to the possibility of extending the range of breakfast cereals. Nutritional analysis was focused on the determining moisture content, ash content, crude protein, starch, lipid, and a crude and neutral-detergent fiber, digestibility of dry matter and organic matter sample. New cereal mixture showed lower values of crude protein and starch, and a higher ash content, the lipid and crude fiber in comparison with the samples of wheat muesli analyzed in another study.

Keywords: muesli, gluten-free food, gluten-free cereals, edible flowers, nutritional analysis

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za příjemnou spolupráci, odborné rady a motivaci. Velký dík patří rovněž paní laborantce Ing. Lence Fojtíkové za poskytnutou pomoc a ochotu při práci v laboratoři. A v neposlední řadě chci poděkovat své rodině, přátelům a blízkým za slova povzbuzení a podporu po celou dobu studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

„Hledat pravdu má větší cenu než pravda sama.“

Gotthold Ephraim Lessing

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 MÜSLI	12
1.1 HISTORIE MÜSLI	12
1.2 DRUHY BEZLEPKOVÝCH MÜSLI SMĚSÍ	12
1.2.1 Sypané müsli	13
1.2.2 Zapékané müsli	13
1.2.3 Pražené müsli	13
1.2.4 Müsli tyčinka.....	14
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILOVIN A PSEUDO OBILOVIN	15
2.1 BÍLKOVINY	15
2.1.1 Lepek.....	16
2.2 SACHARIDY	17
2.2.1 Škrob	18
2.3 LIPIDY	19
2.4 VITAMÍNY A MINERÁLNÍ LÁTKY	19
2.5 VLÁKNINA.....	20
3 PŘÍPRAVA BEZLEPKOVÝCH VLOČEK	23
3.1 SKLADOVÁNÍ.....	23
3.2 ODSTRANĚNÍ PŘÍMĚSÍ A NEČISTOT.....	23
3.3 PŘEDVAŘENÍ RÝŽE	23
3.4 ODSLUPKOVÁNÍ ZRN	25
3.5 BROUŠENÍ KRUP	25
3.6 LEŠTĚNÍ KRUP	25
3.7 TŘÍDĚNÍ KRUP	26
3.8 MLETÍ KRUP	26
3.9 VLOČKOVÁNÍ	27
4 OSTATNÍ SLOŽKY BEZLEPKOVÝCH MÜSLI SMĚSÍ S JEDLÝMI KVĚTY	28
4.1 OVOCE	28
4.2 SKOŘÁPKOVÉ PLODY	29
4.3 JEDLÉ KVĚTY	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
5 CÍL PRÁCE	33
6 METODIKA PRÁCE	34

6.1	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE.....	34
6.2	POUŽITÉ POMŮCKY A PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ.....	34
6.3	PŘÍPRAVA VZORKŮ.....	35
6.4	STANOVENÍ JAKOSTNÍCH ZNAKŮ.....	39
6.4.1	Metoda stanovení vlhkosti.....	39
6.4.2	Metoda stanovení popela.....	40
6.4.3	Metoda stanovení N-látek s následným přepočtem na obsah hrubé bílkoviny.....	40
6.4.4	Metoda stanovení celkových lipidů.....	42
6.4.5	Metoda stanovení škrobu.....	42
6.4.6	Metoda stanovení vlákniny.....	43
6.4.6.1	Metoda stanovení hrubé vlákniny.....	43
6.4.6.2	Metoda stanovení neutrálně-detergentní vlákniny.....	45
6.4.7	Metoda stanovení stravitelnosti.....	46
6.5	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ.....	48
7	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	49
7.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ VLHKOSTI.....	49
7.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ POPELA.....	50
7.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU HRUBÉ BÍLKOVINY.....	51
7.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ LIPIDŮ.....	52
7.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ ŠKROBU.....	53
7.6	VÝSLEDKY STANOVENÍ VLÁKNINY.....	54
7.6.1	Stanovení hrubé vlákniny.....	54
7.6.2	Stanovení neutrálně-detergentní vlákniny.....	55
7.7	VÝSLEDKY STANOVENÍ STRAVITELNOSTI.....	56
8	ZÁVĚR.....	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	65
	SEZNAM TABULEK.....	66

ÚVOD

Celiakie je onemocnění příznačné vznikem imunologické reakce po požití lepku ve stravě. Tato patofyziologická reakce vede k poškození sliznice tenkého střeva a snížení absorpční kapacity živin. Bezlepkové potraviny (označované jako „gluten-free“) se v posledních letech staly módním trendem s narůstajícím zájmem stran spotřebitelů. Většina bezlepkových výrobků má však horší organoleptické vlastnosti, textura je suchá a rozpadavá. Kvůli vysoké míře technologického zpracování jsou chudé na obsah stopových prvků, což zvyšuje riziko malnutrice u této skupiny jedinců. S cílem zlepšit nutriční kvalitu, atraktivitu bezlepkových výrobků a snížit riziko nutričního deficitu celiaků je možnost rozšířit sortiment snídaňových cereálií, do kterých je možno přidávat i jedlé květy. Díky vhodné kombinaci bezlepkových müsli směsí s mléčnými výrobky (jogurt, mléko) a čerstvým ovocem bychom mohli získat relativně dobře stravitelný a nutričně vyvážený pokrm.

.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MÜSLI

Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. v platném znění řadíme müsli mezi mlýnské obilné výrobky, do skupiny směsi z obilovin a podskupiny müsli. Mlýnské obilné výrobky jsou definovány jako výrobky získané zpracováním jednoho nebo více botanických druhů obilovin, pohanky nebo rýže vícestupňovým mlýnským postupem. Co se týče skladování, probíhá ve větratelných prostorech s relativní vlhkostí vzduchu nejvýše 75 %. Definici pojmu směsi z obilovin upravuje vyhláška jako výrobky, jejichž převážný podíl tvoří mlýnské obilné výrobky, k nimž jsou přidány další složky, které jsou určeny pro přímou spotřebu nebo ke spotřebě po tepelné úpravě. Müsli tedy rozumíme jako směsi mlýnských obilných výrobků, jež jsou upraveny vločkováním, extruzí nebo jinou vhodnou technologií, k nimž jsou přidány další složky, zejména jádra suchých plodů, sušené nebo jinak zpracované ovoce a látky upravující chuť, vůni nebo konzistenci, jehož vlhkost dosahuje nejvýše 15 hmot. %. Významnou součástí müsli tvoří vločky, což jsou výrobky z vyčištěného a oloupaného obilného zrna, bezpluchého nebo zbaveného pluch, získané jeho mačkáním nebo příčným řezáním. Jejich obsah vlhkosti činí nejvýše 14 hmot. %.

1.1 Historie müsli

Švýcarský lékař Maximilián Oskar Bircher-Brenner svůj život zasvětil výzkumu účinků vyvážené stravy na zdravotní stav pacientů, jež léčil na své klinice. Tato strava byla bohatá především na čerstvé ovoce a zeleninu. Vytvořil pokrm, při jehož tvorbě se inspiroval stravou venkovanů žijících ve Švýcarských Alpách. Tento pokrm pojmenoval müsli a jeho hlavní složkou nebyly obiloviny, nýbrž čerstvé ovoce. Tehdejší receptura müsli obsahovala 200 g strouhaných jablek, polévkovou lžící mletého ova, jemně strouhané skořápkové plody, šťávu z poloviny citronu a lžící slazeného kondenzovaného mléka (Meyer-Renschausen and Wirz, 1999).

1.2 Druhy bezlepkových müsli směsí

Na našem trhu jsou k zakoupení zejména sypané, zapékané a pražené bezlepkové müsli produkty (Ježkův statek, 2015; Country Life, [2017]; Emco, [2017]). Řada menších výrobců ve svých internetových obchodech nabízí zákazníkům nadstandardní službu, možnost namíchat si bezlepkový müsli produkt podle svých chuťových a stravovacích preferencí (Ježkův statek, 2015; Mixit, 2017).

1.2.1 Sypané müsli

Obecně platí, že základ bezlepkových müsli směsí tvoří cereálie nebo pseudocereálie. Ty jsou v müsli produktech obsaženy v podobě vloček (i v jejich zapékané a pražené podobě), lupínků a velmi často extrudátů. Přidání těchto složek zaručí zvýšení sensorické jakosti a křupavosti výsledného produktu. K výrobě jsou nejčastěji použita zrna pohanky, prosa, kukuřice a rýže (Emco, [2017]). U certifikovaných bezlepkových ovesných vloček a müsli je zaručeno, že celý technologický proces výroby je velmi přísně kontrolován, aby se zabránilo kontaminaci lepem (Country Life, [2017]). Kromě cereálií jsou běžnou součástí sypaných müsli směsí různé formy sušeného ovoce, skořápkové plody a olejnatá semena (Emco, [2017]). Müsli lze pořídit také v bio kvalitě jako produkt kontrolovaného ekologického zemědělství (Ježkův statek, 2015).

1.2.2 Zapékané müsli

Kromě výše uvedených charakteristik platí, že zásadní rozdíl mezi sypaným a zapékaným müsli tkví v zapékání za přídavku medu nebo sirupu a rostlinného oleje. Tento technologický krok zaručí spotřebitelem velmi dobře přijímané vlastnosti tj. křupavost, hrudkovitost a sladkou chuť müsli produktu za cenu výrazného zvýšení energetické hodnoty. Mimo výše uvedené složky mohou být přidány další např. čokoláda, různá aromata, skořice apod. (Ježkův statek, 2015; Emco, [2017]). Na obalech některých bezlepkových müsli produktů se objevuje označení „bez palmového tuku“ jako odpověď na medializovaný negativní ekologický dopad pěstování palmy olejné na životní prostředí a na vyšší poptávku spotřebitelů po produktech, které tento druh tuku neobsahují (Emco, [2017]).

Zapékané müsli je u nás prodáváno také pod zahraničním názvem granola. Název granola označuje produkt výhradně z ovesných nebo pšeničných vloček, v případě bezlepkové varianty pouze z vloček bezlepkových ovesných, se sušeným ovocem a skořápkovými plody, které jsou zapékané za přídavku oleje, obdobně jako u nás. V Austrálii a na Novém Zélandu je granola produktem s ochrannou známkou (Country Life, [2017]).

1.2.3 Pražené müsli

Pražené müsli je zdravou alternativou zapékaného müsli. Müsli se opraží pouze na sucho bez přídavku medu, sirupu nebo rostlinného tuku (Ježkův statek, 2015). Má tedy příznivou energetickou hodnotu a vyšší sensorickou jakost než klasické sypané müsli.

1.2.4 Müsli tyčinka

Flapjack je pečená müsli tyčinka vyrobená typicky z ovesných vloček, sušeného ovoce a skořápkových plodů za přídavku sirupu, medu, čokolády apod. Také flapjack se dá pořídit v bezlepkové variantě, a to s jáhlovými nebo bezlepkovými ovesnými vločkami (Country Life, [2017]). K dostání na českém trhu jsou také např. bezlepkové müsli tyčinky polomáčené v jogurtové nebo čokoládové polevě (Fit, 2015). Bohužel tyto tyčinky nejsou příliš vhodné pro osoby se zdravotními problémy stravující se dle zásad redukční diety, jelikož mají díky přídavku sirupu nebo medu vyšší energetickou hodnotu.

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILOVIN A PSEUDO OBILOVIN

Jedna ze společných vlastností obilovin a pseudoobilovin je moučná textura, která je dána bohatým obsahem škrobu v endospermu. V závislosti na odrůdě, zpracování a podmínkách životního prostředí obsahuje obilka také značné množství bílkovin, lipidů, vlákniny, vitamínů a minerálních látek (Arendt, 2008; Arendt and Zannini, 2013; Guiné and Reis Correia, 2013).

2.1 Bílkoviny

Průměrný obsah bílkovin v rýžových vločkách je zhruba 9 %, v quinoových 13,8 % a amarantových až 14,5 % (Arendt and Zannini, 2013; Country Life, [2017]). Obvykle vynikají bohatým obsahem asparagové a glutamové kyseliny, limitující aminokyselinou je většinou lyzin (Shewry, 2007; Gabrovská a kol., 2015). Pohankové bílkoviny jsou na obsah lyzinu bohaté, lyzin může dosahovat až 6,17 hmot. % zrna (Christa and Soral-Šmietana, 2008). Nedostatečný příjem lyzinu obyvatel asijských zemí, kde rýže tvoří základ tamější stravy, může vést k vývojovým vadám kostí, anémii a úbytku tělesné hmotnosti (Shewry, 2007; Dwivedi et al, 2012). Koncentrace bílkovin se snižuje od povrchu ke středu jádra obilky. Tradičně se bílkoviny obilovin dělí podle Osborna na základě jejich rozpustnosti. Neutrální, ve vodě rozpustné bílkoviny, byly popsány jako albuminy. Globuliny jsou bílkoviny rozpustné ve zředěných roztocích solí, kyselin a zásad. Prolaminy jsou rozpustné ve zředěném roztoku solí, kyselin, zásad a etanolu. Gluteliny jsou nerozpustné v etanolu, rozpustné však ve zředěných roztocích solí, kyselin a zásad, teplem koagulují (Kent and Evers, 1994; Arendt, 2008; Arendt and Zannini, 2013; Gabrovská a kol., 2015). Rozpustné bílkoviny, albuminy, se nacházejí ve škrobovém endospermu, aleuronové vrstvě a v embryu obilovin. Představují přibližně 20 % z celkových bílkovin v obilí. Globuliny mohou také vznikat jako zásobní bílkoviny vyskytující se zejména v endospermu rýže (Kent and Evers, 1994). Prolaminy a gluteliny tvoří převážnou část bílkovin obilného zrna, obvykle 70 - 80 % (Gabrovská a kol., 2015). Méně známé obiloviny jako proso, čirok a pseudoobiloviny (pohanka, amarant, quinoa) obsahují prolaminy s odlišným složením aminokyselin než zástupci podčeledi Lipnicové. Proto je jejich potenciálem využití v bezlepkové dietě (Gabrovská a kol., 2015).

Mezi molekuly bílkovinné povahy patří i enzymy. Některé hydrolytické enzymy podílející se na štěpení škrobu a bílkovin jsou uloženy v perikarpu. Ve zralém zrnu je hladina enzymů

relativně nízká za předpokladu, že je zrno zdravé a suché. V případě poškození, při mletí, jsou lipidy exponovány lipázám. Nejvýznamnějšími enzymy z hlediska uznaného efektu na chování škrobu jsou amylolytické enzymy vázané na povrch granulí (Kent and Evers, 1994).

2.1.1 Lepek

Striktní celoživotní bezlepková dieta je jedinou dostupnou léčbou pro pacienty trpící celiakií, Duhringovou nemocí, neceliakální glutenovou senzitivitou a alergií na lepek či jiné složky obilných mouk. Glutenová senzitivita není spojena se zánětem střevní sliznice, ani se sérologicky pozitivními protilátkami, jako je tomu u celiakie. Tito pacienti trpí střevními (bolesti břicha, změna ve frekvenci stolic, meteorismus) nebo celkovými projevy (únava, bolesti kloubů, deprese), které ustoupí při bezlepkové dietě (Gabrovská a kol., 2015; Vlčková, 2015). Kdežto celiakie je autoimunitní onemocnění, které je charakterizováno zánětlivým procesem sliznice tenkého střeva následované malabsorpcí živin. Pouze u malého procenta celiaků jsou přítomny klasické příznaky jako např. výrazný úbytek tělesné hmotnosti, podvýživa a steatorea. Většina jedinců trpí extraintestinálními projevy např. anémií, předčasným nástupem osteoporózy, depresí. Nejčastěji chybějícími živinami jsou kyselina listová, vitamíny rozpustné v tucích kvůli malabsorpci tuků, pyridoxin, železo, selen a glutamin (Boyle, 2016). Lidé trpící celiakií jsou ve srovnání s běžnou populací vystaveni výrazně vyššímu riziku rozvoje zhoubných novotvarů, především lymfomů a adenokarcinomů tenkého střeva. Tito jedinci jsou geneticky predisponováni přítomností specifických alel DQ2 a DQ8 HLA komplexu. Zánětlivý proces v tenkém střevě je aktivován příjmem lepku (glutenu), bílkovinné frakce z pšenice, ječmene, žita a ovsa. Glutenové bílkoviny rozlišujeme na monomerní prolaminy a polymerní gluteliny. Bílkoviny zodpovídající za patogenní působení jsou především prolaminy. Onemocnění způsobují dvě aminokyselinové sekvence těchto bílkovin: Pro-Ser-Gln-Gln a Gln-Gln-Gln-Pro. Nejvyšší patogenní potenciál má pšeničný gliadin, o něco nižší žitný sekalin a hordein v ječmeni, a nejnižší avenin v ovsu. Příbuznost rodu *Avena* a informace o imunogenním charakteru bílkovin jsou sporné (Pietzak, 2014; Gabrovská a kol., 2015; Vlčková, 2015; Boyle, 2016).

Podle platného znění nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1169/2011 musí výrobci ve složení potravin lepek a jiné možné alergeny jasně odlišit od ostatních složek uvedených v seznamu např. typem či stylem písma nebo barvou pozadí. Tímto se výrazně snižuje nebezpečí požití lepku a zlepšuje orientace na obalech potravin. Potravina označená jako

bezlepková podle Prováděcího nařízení Komise č. 828/2014 v platném znění obsahuje ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli, nejvýše 20 mg lepku na 1 kg potravin.

Na závěr této problematiky je třeba dodat, že v technologii potravin je pojem pšeničný lepek vnímán jako pevný pružný gel, který vzniká při hnětení mouky s vodou za přítomnosti vzdušného kyslíku. Lepek propůjčuje těstu jedinečné vlastnosti, prolaminy zodpovídají za tažnost a gluteliny za pružnost (Příhoda a kol., 2003).

2.2 Sacharidy

Nerozpustné sacharidy svrchní části obilky jsou zastoupeny celulórou, hemicelulórami. Osemení pod obalovými vrstvami obsahuje hemicelulózy částečně rozpustné ve vodě. Aleuronová vrstva se vyznačuje bohatým obsahem rozpustných β -glukanů, arabinoxylanů, glukomananů a fruktanů. Endosperm je zásobárnou škrobu, který sušinu endospermu tvoří až z 80 %. V endospermu lze také nalézt β -glukany, pentózy a fruktany. Embryo má bohatý obsah redukujících cukrů tzn. glukózy, fruktózy, maltózy, rafinózy (Gabrovská a kol., 2015). Ve zralých obilných zrnech mají volné monosacharidy malý význam, ale mohou být součástí polymerů, které zodpovídají za změny produktů během zpracování. Sacharóza je spotřebována během zrání zrna, ve zralém zrnu je její obsah minoritní. Výskyt volných cukrů není rozložen rovnoměrně v celém zrnu. Nejvyšší koncentraci volných cukrů má embryo (Kent and Evers, 1994).

Tabulka č. 1 ukazuje obsah sacharidů v jednotlivých bezlepkových vločkách, které jsou dostupné na našem trhu. Nejvíce sacharidů je obsaženo ve vločkách rýžových, nejméně ve vločkách amarantových (Country Life, [2017]).

Tabulka č. 1 Obsah sacharidů v bezlepkových vločkách (Country Life, [2017]).

Druh bezlepkových vloček	Obsah sacharidů (g na 100 g potravin)
rýžové	74
pohankové	71
jáhlové	69
teffové	65
quinoové	61
amarantové	51

2.2.1 Škrob

Škrob představuje nejdůležitější polysacharid. Jeho koncentrace v obilce narůstá od povrchu směrem k jádru (Arendt, 2008) a představuje obvykle 60 – 75 % sušiny. Jeho koncentrace kolísá podle druhu a odrůdy obiloviny nebo pseudoobiloviny, u čiroku tvoří 50 – 75 % (Příhoda a kol., 2003; Arendt and Zannini, 2013; Gabrovská a kol., 2015). Jedná se o polymer glukózy složený z amylozy a amylopektinu, které se vyskytují ve škrobu v různých poměrech. Tento poměr předurčuje fyzikální vlastnosti a funkce zrna. Lineární amylozové řetězce jsou tvořeny maltózovými jednotkami spojené α (1-4) glykosidickými vazbami, rozvětvené amylopektinové řetězce pak opět maltózovými a také izomaltózovými α (1-6) vazbami (Arendt and Zannini, 2013). Obsah amylozy ve většině obilných škrobů činí asi 20 – 35 %, ale existují však i druhy s abnormálně vysokým nebo nízkým obsahem amylozy. Druhy s vysokým obsahem amylopektinu byly popsány jako voskovité neboli „waxy“ (Kent and Evers, 1994). Rýže s vysokým obsahem amylozy vykazuje vysokou objemovou expanzi, po uvaření je pevná a suchá, po ochlazení tvrdne (Arendt, 2008; Arendt and Zannini, 2013).

Ve vodě jsou škrobová zrna nerozpustná. Při pokojové teplotě ve škrobových granulích probíhá absorpce vody, bobtnání probíhá mírně a pozvolna narůstá s teplotou. Pokud se teplota škrobové suspenze pohybuje mezi 55 – 70 °C v nadměrné přítomnosti vody, dochází k nevratnému mazovatění u většiny škrobů (Příhoda a kol., 2003; Gabrovská a kol., 2015). Vlivem mazovatění škrobu dochází k přerušování vodíkových vazeb mezi molekulami a semikrystalické uspořádání škrobových zrn pozvolna vymizí. Suspenze se s rostoucí teplotou stává viskóznější a postupně se mění na maz, po určitém zvýšení teploty viskozita však rapidně klesá. Po zchlazení se vodíkové vazby mezi molekulami obnoví a vytvoří gel s trojrozměrnou sítí molekul, který zadržuje ve své struktuře velké množství molekul vody. Postupem času gel vytlačí molekuly vody a ztuhne. Tento jev označujeme jako retrogradaci škrobového gelu, který se podílí na stárnutí pečiva (Gabrovská a kol., 2015). Na škrobové granule jsou vázány bílkoviny, lipidy a minerální látky (hlavně fosfor), které jsou buď na povrchu, nebo uvnitř těchto granulí (Kent and Evers, 1994). Existence komplexů lipidů se škroby má vliv na tvorbu rezistentního škrobu a jeho výtěžek, který je významně zvýšen odstraňováním lipidů z rýžového škrobu (Arendt and Zannini, 2013). Odstraněním lipidů z obilných škrobů se sníží také teplota pro dosažení želatinace škrobu (Kent and Evers, 1994).

2.3 Lipidy

Triacylglyceroly (TAG) jsou rovnoměrně rozloženy v různých částech zrna rýže. Jejich největší podíl je lokalizován v otrubech, embryu a vnitřním endospermu. Naopak glykolipidy a fosfolipidy jsou soustředěny především v endospermu (Arendt, 2008; Arendt and Zannini, 2013). Neškrobové lipidy jsou uloženy v olejových kapičkách zvaných sferezomy o velikosti 0,1 až 1 μm a jsou distribuovány v celém jádře (Arendt and Zannini, 2013). Obecně se dá konstatovat, že obilná zrna mají nízký obsah lipidů (Příhoda a kol., 2003). Lipidy v rýžových vločkách zaujímají obsah 2,0 % a v teffových vločkách 2,1 %. Jejich obsah je však minoritní ve srovnání s obsahem ve vločkách jáhlových 4 %, quinoových 5 % a v amarantových 6,5 % (Country Life, [2017]). Přispívají k nutričním, sensorickým a funkčním vlastnostem zrna, jelikož tvoří komplexy s amylózovými řetězci (Arendt and Zannini, 2013). Vzhledem k tomu, že zrna obilovin nebo pseudoobilovin obsahují také polynenasycené mastné kyseliny (MK), které jsou náchylné k oxidačním procesům, může docházet během zpracování a skladování k nežádoucím chuťovým změnám. Podle studie Jensena a Risboa (2007) má vývoj oxidace lipidů v ovesných vločkách a v müsli (vyrobené z vloček pšeničných, ovesných, rýžových, plátků mandlí a kokosu) v závislosti na čase lineární vzestupnou tendenci. Velkou roli může hrát relativní vlhkost vzduchu a produktu, a vhodně zvolený obalový materiál. Na základě této studie je možné očekávat, že bezlepkové müsli směsi vyrobené z pseudoobilovin budou náchylnější k procesu oxidace, jelikož obsahují vyšší množství lipidů v zrně.

2.4 Vitamíny a minerální látky

Obiloviny považujeme za významný zdroj vitamínů skupiny B, především tiaminu (vitamín B₁) a riboflavinu (B₂) (Příhoda a kol., 2003). Nejvyšší koncentrace vitamínů převažuje v obalových vrstvách a v embryu, nejnižší v endospermu zrna (Kent and Evers, 1994; Příhoda a kol., 2003; Shahidi, 2009). Technologickým opracováním zrna rýže může být obsah tiaminu snížen až o 90 % na 0,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Kent and Evers, 1994; Příhoda a kol., 2003). Tiamin přispívá k normálnímu energetickému metabolismu, činnosti nervové soustavy, psychické činnosti a k činnosti srdce (Nařízení Komise č. 432/2012). Zrna jsou také zdrojem α -tokoferolu, např. proso s obsahem 6,46 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ nebo pohanka 3,94 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Liu et al., 2013). Vitamín E neboli α -tokoferol je ukládán do tukových zásob v lidském organismu, jedná se o vitamín rozpustný v tucích.

Celkový obsah minerálních látek se stanovuje jako suma popela, tj. jako anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu. Obsah popela v celém zrně činí asi 1,3 – 2,5 %, stejně jako u vitamínů platí, že nejvyšší koncentrace je v obalových vrstvách a nejnižší v endospermu (Arendt and Zannini, 2013). Téměř 95 % minerálních látek v zrně se skládá z fosforečnanů a síranů draslíku, hořčíku a vápníku. Významnými mikroelementy v bezlepkových obilovinách a pseudoobilovinách jsou zinek ($1 - 3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), mangan, železo ($0,9 - 11 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), měď ($0,4 - 1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) a selen (Kent and Evers, 1994). Určitý podíl fosforu je přítomen ve formě kyseliny fytové (Kent and Evers, 1994; Arendt and Zannini, 2013). Kyselina fytová a její deriváty se řadí mezi tzv. antinutriční látky. Tvoří např. se železem, zinkem, vápníkem a hořčíkem nerozpustné sloučeniny a snižují vstřebatelnost minerálních látek ve střevě lidského organismu (Gabrovská a kol., 2015).

2.5 Vláknina

Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1169/2011 v platném znění je vláknina definována jako uhlovodíkové polymery s deseti nebo více monomerními jednotkami, které nejsou hydrolyzovány endogenními enzymy ani vstřebávány v tenkém střevě lidského organismu. Tyto uhlovodíkové polymery řadíme do následujících třech kategorií: jedlé uhlovodíkové polymery přirozeně se vyskytující v přijímané potravě, druhou kategorií jsou uhlovodíkové polymery, které byly získány z potravinových surovin fyzikálními, enzymatickými nebo chemickými prostředky a které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky a třetí kategorií syntetické uhlovodíkové polymery, které mají stejně jako v předchozí kategorii prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky. Uhlovodíkovými polymery se myslí takové, které mají rostlinný původ, vláknina může zahrnovat frakce ligninu a/nebo jiných sloučenin asociované s polysacharidy v buněčných stěnách rostlin. Tyto sloučeniny také mohou být stanovovány určitými analytickými metodami pro stanovení vlákniny. Nicméně sloučeniny, které byly extrahovány a znovu přivedeny do potravin, nelze zahrnout do definice dietetické vlákniny. Rozhodnutí, zda mají být zahrnuty sacharidy se 3 až 9 monomerními jednotkami by mělo být ponecháno na národních autoritách (De Menezes et al., 2013; Gabrovská a kol., 2015).

Vláknina se také dělí na ve vodě nerozpustnou a rozpustnou. Nerozpustná je ceněna pro svoji vlastnost zvětšovat objem přijaté stravy. Působí v lidském střevě jako objemové laxativum a pozitivně ovlivňuje transport střevního obsahu zažívacím traktem. V rostlinách je obsažena

např. v podobě celulózy, některých hemicelulóz a ligninu. Ve vodě rozpustná vláknina (např. pektin, glukomannany, galaktomannany a inulin) bobtná a pomáhá snižovat absorpci glukózy v tenkém střevě a může mít významnou úlohu při kompenzaci léčby diabetu. Mimoto snižuje absorpci tuků. Může být zdrojem energie 2 kcal.g^{-1} , pro srovnání energetická hodnota sacharidů je 4 kcal.g^{-1} (Slíva a Minárik, 2009; Dhingra et al., 2012; Gabrovská a kol., 2015).

Další možností, jak definovat vlákninu je definice dle Gabrovské a kol. (2015). Z hlediska chemického složení lze vlákninu rozdělit do čtyř skupin. První skupinu tvoří nestravitelné polysacharidy: celulóza, hemicelulózy, fruktany, pektiny, gummy a slizy. Do další skupiny řadíme nestravitelné oligosacharidy, např. inulin. Třetí skupinu tvoří složky příbuzné sacharidům, zejména rezistentní škroby a modifikované celulózy. Rezistentní škrob je produkt, který vzniká při degradaci škrobu při zpracování a skladování pekařských výrobků. V tenkém střevě člověka nepodléhá procesům trávení a absorpce, může být pouze fermentován střevní mikroflórou. Lignin a doprovodné látky jako kutin, taniny, třísloviny aj. tvoří čtvrtou skupinu složek vlákniny (Gabrovská a kol., 2015).

Analytickými postupy určujeme vlákninu jako nestravitelný materiál. Pojem vláknina je často kvalifikován podle použité metody analýzy. Hrubá vláknina (Crude Fiber, CF) je definována jako zbytek odstraněný po převaření odtučněné suroviny pomocí zředěné zásady a zředěné kyseliny. Tato metoda zahrnuje analýzu celulózy a ligninu. Výsledky této metody jsou nekonzistentní. Neutrálně-detergentní vláknina je definována jako zbytek, který byl získán extrakcí horkým neutrálním roztokem laurylsulfátu sodného. Získáme tak sušinu suroviny, která je nutričně dostupná trávicímu procesu v gastrointestinálním traktu, pro jejíž dostupnost je nutná mikrobiální fermentace. Mezi neutrálně-detergentní vlákninu řadíme celulózu, lignin a nerozpustné hemicelulózy (Arendt and Zannini, 2013). Na základě výsledků dlouhodobého výzkumu, který se zabýval fyziologickými účinky vlákniny obilovin, bylo schváleno následující zdravotní tvrzení (Gabrovská a kol., 2015). Povolené zdravotní tvrzení dle Nařízení Komise č. 432/2012 v platném znění (pokud uvažujeme bezpečný oves) uvádí, že vláknina pocházející ze zrn ovesa přispívá k urychlení střevního tranzitu a ke zvýšení objemu stolice. Vláknina se podílí také na snižování rizika vzniku řady onemocnění, týká se to především zácpy, divertikulózy, nádorového onemocnění tlustého střeva a nadváhy (Stránská a Michalová, 2011). Jedním z významných rizikových faktorů kolorektálního karcinomu jsou nevhodné stravovací návyky a nedostatek vlákniny v jídelníčku. Kolo-

rektální karcinom je v České republice jedním z nejčastějších nádorových onemocnění. Vyskytuje se častěji u mužů než u žen. V celoevropském žebříčku výskytu tohoto typu nádorového onemocnění u mužů je Česká republika na prvním místě, u žen na místě druhém (Vorlíček a kol., 2012). Dle doporučení Společnosti pro výživu odpovídá minimální doporučený příjem vlákniny 30 g pro dospělé na den (Stránská a Michalová, 2011). Obsah vlákniny v pohankových vločkách odpovídá 4,6 % a bezlepkových ovesných vločkách 10 % (Country Life, [2017]). Nejnižší obsah vlákniny má bílá rýže, a to 0,8 % (Arendt and Zannini, 2013).

3 PŘÍPRAVA BEZLEPKOVÝCH VLOČEK

Jelikož je výskyt odborné literatury týkající se výroby bezlepkových vloček velmi sporadický, je následující text zaměřen převážně na technologii výroby vloček rýžových.

3.1 Skladování

Během skladování obilovin pro výrobu vloček se sledují faktory, které mají přímý vliv na jejich kvalitu, tj. zejména teplota a vlhkost. Např. sklizená zrna paddy rýže mají vysoký obsah vlhkosti, tj. 25 – 40 % v sušině. Správná klimatizace snižuje vlhkost až na bezpečnou úroveň skladování tj. 12 – 14 % v sušině k zabránění znehodnocení, změně barvy a nežádoucímu zápachu (Guiné and Reis Correia, 2013).

3.2 Odstranění příměsí a nečistot

Účelem je odstranit nezralá zrna rýže, cizí semena jiných rostlin a jejich části např. semen plevele, slámy a nečistoty pocházející ze zvířat např. hlodavci, hmyz, roztoči a nečistoty minerální jako např. bláto, prach, písek, kameny, kovové předměty. Nečistoty velkých rozměrů, tj. větší než zrno rýže, jsou odstraňovány na hrubém rotačním sítu, menší částice na sítu s pohybem kmitavým. Malé kameny jsou odstraněny na odkaménkovači nebo gravitačním separátoru za použití mechanismu separace proudu vzduchu používající rozdíl mezi hmotnostní hustotou zrn rýže a kamenů. Na magnetických separátorech jsou také odstraněny veškeré kovové částice (Arendt, 2008; Arendt and Zannini, 2013). V moderních provozech se zavádí také rozměrové třídění zrna. Cílem je vyloučit nevyvinutá zrna, která snižují jakost a vzhled finálních výrobků (Příhoda a kol., 2003).

3.3 Předvaření rýže

Prevence ztráty živin může být provedena předvařením rýže před procesem mletí (Kulp and Ponte, 2000). Předvaření způsobí fyzikální a chemické změny v zrnu vedoucí ke zvýšení výnosu mletí, k prodloužení skladovatelnosti (tj. zvýšení odolnosti proti hmyzu a pevnější textuře rýže k redukci úlomků), snížení nutričních ztrát v průběhu procesu leštění (Kulp and Ponte, 2000; Arendt and Zannini, 2013). Želatinace škrobu přímo ovlivňuje organoleptické vlastnosti rýže, má vliv na uspořádání amylopektinu, přechodné amorfní krystalické formy a uspořádání amyulóza-lipid komplexů. Je nutno také dodat, že během sušení prochází rýžový protein tvorbou disulfidických můstků ovlivňujících kvalitu vaření (Guiné and Reis Correia,

2013). Želatinace škrobu vede k nevratnému bobtnání a splynutí škrobových granulí, změnou krystalické formy škrobu do amorfního stavu (Guiné and Reis Correia, 2013). Obecný postup zahrnuje hydrataci paddy a hnědé rýže na obsah vlhkosti 32 – 38 % a dosažení úplné nebo částečné želatinace škrobu pomocí zahřívání (Kent and Evers, 1994; Kulp and Ponte, 2000). Želatinace je v některých případech provedena za atmosférického tlaku, ale mnohem častěji v parní tlakové nádobě (Kulp and Ponte, 2000). V praxi se proces skládá z namáčení neloupané rýže ve vodě až do nasycení, odvodnění přebytku vody následované napařováním neboli zahřívání obilí, s následným sušením na 14 % vlhkosti v sušině. Působení vody a tepla je aplikováno odděleně, aby se zabránilo nadměrné inhibici a prasknutí nebo poškození obilky rýže (Kent and Evers, 1994; Arendt and Zannini, 2013; Guiné and Reis Correia, 2013). Voskové škroby mají lehce vyšší počáteční a konečné body teplot želatinace než nevoskové. Želatinace zrna může být omezena a stravitelnost škrobu může být nižší než u jiných škrobů kvůli interakcím mezi bílkovinnými subjekty a škrobovými granulemi. Bílkovina rýže hraje významnou roli při určování funkčních vlastností škrobu, včetně inhibice bobtnání škrobových zrn, čímž se sníží lepivost a krystalizační kapacita škrobu. Kromě toho vysoký obsah bílkovin v rýži způsobuje delší čas přípravy a pevnější strukturu při vaření. Sušení probíhá na slunci, horkým vzduchem, vakuovým sušením a sušením přehřátou párou. V průběhu předvaření, přecházejí vitamíny a minerální látky z jejich přirozeného místa výskytu z otrub a aleuronové vrstvy do endospermu. Po mletí předvařená rýže obsahuje mnohem větší množství vitamínů skupiny B, minerálních látek (zejména Ca, P a Fe) a volných aminokyselin než surová rýže. Navíc se ztráta živin během praní také výrazně snižuje. Z technologického hlediska jsou parboiled zrna použitelná při výrobě vloček (Arendt and Zannini, 2013). Předvaření neloupané rýže má také nevýhody. Rýžové slupky představují určitou překážku pro celý proces předvaření. Mají špatnou tepelnou vodivost, což vede ke zvýšení doby a tepelné energie, potřebné pro zvlhčení a zahřívání (Arendt and Zannini, 2013; Guiné and Reis Correia, 2013). Kromě toho jsou slupky překážkou při následném sušení, kdy je konečná rýže více náchylnější k oxidačnímu žluknutí. K překonání problémů spojených se slupkou, se používá alternativní technologie pro předvaření hnědé rýže, čímž se šetří čas na zpracování, energii potřebnou pro vaření a udržují se uspokojivé vlastnosti konečného produktu (Arendt and Zannini, 2013; Guiné and Reis Correia, 2013). V tomto procesu je máčení loupané rýže prováděno v počátečních teplotách 70 – 80 °C, chlazení při pokojové teplotě po dobu několik hodin následované napařováním trvajících 10 – 20 minut. Sušení a leštění jsou vyžadovány pro lepší jakostní znaky. Vývoj barev a pachu je minimalizován,

doba a energie pro zpracování jsou redukovány, jedná se o ekonomicky únosný proces, sušení je však pomalé a obtížné (Guiné and Reis Correia, 2013).

3.4 Odslupkování zrn

Odslupkování, obrušování a leštění krup tvoří základní operace, jejichž cílem je upravit povrch krup (Příhoda a kol., 2003). Po kroku čištění se lusk odstraňuje průchodem rýže mezi dvěma gumovými válci identického průměru, které se otáčejí v opačných směrech různými rychlostmi. Jeden dosahuje rychlosti vyšší cca o 25 %. Slupka není pevně vázána k jádru, proto je snadné ji odstranit. Vzdálenost mezi dvěma válci je dána délkou zrna. Po loupání, jsou oddělená zrna odstraněna za použití aspiračního systému, ve kterém je slupka částečně odstraněna aspirací přes hrubé síto a zbývající slupky se odsají nad odlučovačem. Po loupání získáme hnědou rýži. Hnědá barva je způsobena přítomností otrubových vrstev, které jsou zásobárnou minerálních látek a vitamínů. Otruby a vnější endosperm obsahují více červených a žlutých pigmentů, než jádro endospermu. Nicméně, tyto pigmenty jsou rovnoměrně rozloženy ve střední části endospermu. Jas rýžových zrn se zvyšuje v závislosti na stupni mletí, až do úplného odstranění otrub a vnějšího endospermu. Loupanou rýži tedy získáme po odstranění všech částí oplodí a osemení, odstraněny jsou pluchy i otruby (Arendt and Zannini, 2013).

3.5 Broušení krup

Existuje mnoho zařízení a způsobů určených k mletí rýže, ale velmi často se používá abrazivní systém. Otruby, které těsně přiléhají na hnědou rýži, jsou odstraňovány. Během tohoto procesu jsou jádra vystavena intenzivnímu mechanickému a tepelnému působení, které zodpovídá za poškození a rozbití rýžových jader. Nejčastěji používanými bělicími zařízeními je abrazivní bělidlo a bělidlo na principu tření. Abrazivní povrch používá drsný povrch k porušení a oloupání otrub z rýžového zrna. Proces tření využívá vzájemného tření mezi zrny (Arendt and Zannini, 2013).

3.6 Leštění krup

Cílem lešticího kroku je odstranění otrub, které ulpívají po bělení na povrchu opracovaného zrna. Využívá se gumového lešticce, který leští vybělenou rýži pomocí gumového kartáče. Nicméně i třecí bělidlo je někdy využíváno jako leštic (Arendt, 2008; Arendt and Zannini,

2013). Leštič má obvykle tvar kužele, který je pokrytý koženými pásky a který pracuje na nižších otáčkách. Mírným tlakem se odstraní zbývající otruby a rýže se tak stává zářivější a lesklejší (Arendt and Zannini, 2013).

3.7 Třídění krup

Po procesu bělení následuje třídění, neporušená rýže je stále smíchaná s různými velikostmi úlomků rýže, otrub a prachu. Otrubové a prachové částice jsou oddělovány vzduchovou aspirací, zatímco malé úlomky rýže a embrya jsou separovány vibračním sítem nebo rotačními válci (triéry). Ten je složen převážně ze zvolna se otáčejícího členitého válce, který je nainstalován s mírným sklonem. Každá odrážka má schopnost zachytit zrno nebo jeho část (Arendt and Zannini, 2013). Při čištění zrna prosa se dbá na třídění podle barvy, odstraňují se černá zrna. Jáhly se zpracovávají na jednu velikostní frakci. Jakost jáhel určuje vlhkost (max. 15 %), minerální nečistoty (max. 0,15 %), obsah cizích semen (max. 0,2 %) a podíl neoloupaných zrn (max. 2 %) (Příhoda a kol., 2003).

3.8 Mletí krup

Prvotní cíl při mletí rýžového zrna spočívá v odstranění otrubových vrstev s minimálním poškozením endospermu. Jednotlivé technologické kroky ovlivňují kvalitu a složení zpracované rýže (Kulp and Ponte, 2000). Tři metody, mokré, suché a polosuché mletí, byly použity k mletí leštěných rýžových jader nebo mouky. Mletí za mokra je tradičním procesem pro přípravu rýžové mouky a zahrnuje pět po sobě jdoucích kroků: namáčení, přidání nadbytku vody v průběhu mletí, filtrace, sušení a prosévání. Tento proces zahrnuje použití několika zařízení a mnoho pracovní síly. Je také znám významnou ztrátou mouky a vysokou spotřebou energie. Suché mletí nepoužívá vodu a je charakterizován omezenou spotřebou energie. Nicméně některé produkty ze suché mouky mají nevyhovující reologické vlastnosti pro mnohá použití spotřebitelů. Polosuché mletí je charakterizováno třemi kroky: namáčení, sušení k odstranění nadměrné vody (15 – 17 % v sušině) a mletí. Tato metoda má několik nevýhod, jako delší doba potřebná k úpravě obsahu vlhkosti v jádře, vysoká spotřeba energie potřebná pro sušení, nadměrná spotřeba vody a vznik odpadní vody. Obecně, mouka z mokrého mletí je lepší než ze suchého mletí pro výrobu tradičního pečiva. Lepší kvalita mokře vymleté mouky je hlavně kvůli jejímu nižšímu podílu poškozeného škrobu a nejjemnější relativní velikosti částic (Arendt and Zannini, 2013).

3.9 Vločkování

Rýžové vločky jsou vyráběny dvěma způsoby, tradičním postupem využívající vaření nebo extruzí. Upravená loupaná nebo sklizená neloupaná rýžová zrna jsou vařena pod tlakem při 15 – 18 kPa po dobu cca 60 min. Vlhkost uvařeného materiálu by neměla překročit 28 %, aby se zabránilo lepivosti a horší manipulaci s rýží. Následně se meziproduct suší při teplotě kolem 60 °C na vlhkost cca 17 %. Následuje zchlazení, temperování probíhá až 8 hodin. Upravená směs postupuje k výrobě vloček válcováním. Zrna jsou vločkována průchodem mezi válci a opékaná v troubě nebo sušena na konečný obsah specifické vlhkosti (Kent and Evers, 1994; Arendt, 2008; Arendt and Zannini, 2013). Bezlepkové ovesné vločky použitelné při výrobě müsli jsou válcovány na výšku 0,5 – 0,7 mm (Příhoda a kol., 2003).

Pokud se rýžové vločky vyrábějí procesem extruze, přidávají se barviva k vyrovnání nežádoucího našedlého zbarvení, které je způsobené mechanickým zpracováním v průběhu extruze. Tento nežádoucí jev je zesílen, pokud je surovina chudá na obsah redukujících sacharidů, které by se mohly případně zapojit do Maillardových reakcí. V současné době je většina snídanových cereálií připravována pomocí kontinuální extruze. Mouka nebo krupice jsou temperovány a následně spojeny se škroby. Tento materiál je přiváděn do vařícího extrudéru a přidáván roztok přídatných látek – cukr, sladový sirup, sůl spolu s další vodou. Tyto suroviny jsou smíchány dohromady otáčením šneku extrudéru. Směs je poté extrudována nebo vytlačována přes tvarovací formu, kde se udržuje teplota (u rýže 71 °C) a je řezána na určitý rozměr. Případně se nanáší povlak za použití postřiku v bubnu, získá se produkt s lepším vzhledem a chutí, nebo s bohatším obsahem vitamínů. Výsledný rýžový produkt je sušen na 20 – 24 % vlhkosti a poté pufován v pufovacím dělu na teplotu 260 – 427 °C (Kent and Evers, 1994; Arendt and Zannini, 2013). Před balením se výsledný produkt kontroluje na výskyt feromagnetických nečistot (Příhoda et al., 2003). Vločky mohou snadno absorbovat vlhkost po zabalení, což snižuje kvalitu nebo představuje ohrožení na zdraví spotřebitele prostřednictvím mikrobiálního kažení (Kent and Evers, 1994; Arendt and Zannini, 2013).

4 OSTATNÍ SLOŽKY BEZLEPKOVÝCH MÜSLI SMĚSÍ S JEDLÝMI KVĚTY

4.1 Ovoce

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 157/2003 Sb. v platném znění definuje zpracované ovoce, které je možno přimíchat do müsli směsí jako potravinu, jejíž charakteristickou složkou je ovoce, a která byla upravena konzervováním. Ve smyslu této vyhlášky rozlišujeme sušené ovoce konzervované sušením bez použití přírodních sladidel a ovoce proslazované (neboli kandované) jako potravinu konzervovanou zvýšením sušiny přídatkem přírodních sladidel. Sušina sušeného ovoce musí činit nejméně 70 %, u sušených švestek nejméně 67 %. Jeli sušina kandovaného ovoce nižší než 70 %, je nutno potravinu konzervovat dalším konzervačním procesem.

Díky chuti a výhodnému nutričnímu složení mohou sloužit jako přísada do jiných produktů např. do müsli. Tyto sušené ovocné plody obsahují sacharidy ve formě vlákniny, monosacharidy, antioxidanty jako jsou flavonoidy, fenolové kyseliny, karotenoidy a vitamíny v koncentrované formě v porovnání s čerstvým ovocem. Pravidelná konzumace vhodného množství sušeného ovoce může snižovat glykémii a kardiovaskulární rizikové faktory (Jeszka-Skowron, 2017). Podle schváleného zdravotního tvrzení, které vychází z nařízení Komise č. 432/2012 v platném znění, přispívá konzumace sušených švestek k normální činnosti střev. Příznivého účinku se dosáhne při příjmu 100 g sušených švestek denně. Sušené švestky mohou být součástí prevence nebo léčby osteoporózy u žen v postmenopauzálním období. Pozitivní zdravotní účinek se ve smyslu zpomalení nebo zastavení ztráty kostní hmoty prokázal již při každodenní konzumaci 50 g sušených švestek po dobu 6 měsíců (Hooshmand et al., 2016). Brusinky mají podle některých studií pozitivní účinky na lidské zdraví, díky své specifické chuti jsou velmi populární. Prodávají se především jako sušené a proslazené. Jsou známé svým vysokým obsahem proantokyaninů, antokyaninů, kyseliny skořicové a arbutinu. Po odštěpení cukerné části arbutinu vzniká sloučenina, která má dezinfekční účinky. Vzhledem k silným antioxidačním a antimikrobiálním vlastnostem polyfenolů mohou inhibovat růst některých patogenních bakterií (Slíva a Minárik, 2009; Jeszka-Skowron, 2017).

4.2 Skořápkové plody

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 157/2003 Sb. v platném znění vymezuje stejně jako definici sušeného ovoce, také definici skořápkových plodů jako plody nebo semena vlašských ořechů, lískových ořechů, mandlí, kešu ořechů, arašídů, para ořechů, kokosových ořechů a piniových ořechů v surovém stavu, upražené či solené.

Nejhojněji zastoupené v bezlepkových müsli jsou jádra mandlí (Ježkův statek, 2015; Emco, [2017]). Mandle jsou jádra suchých plodů mandloně obecné. Mezi skořápkovými plody obsahují nejvyšší obsah bílkovin (21,2 hmot. %), vlákniny (11,8 hmot. %), vápníku, vitamínu E, riboflavinu, niacinu a nenasycených lipidů (44,4 hmot. %). Vzhledem k tomu, že mandle a jiné skořápkové plody obsahují vysoký podíl polynenasycených MK, zejména linolové kyseliny, jsou ohroženy při výrobě a skladování oxidací. Oxidace lipidů vede k nežádoucím sensorickým změnám a tvorbě pachutí. V müsli produktech a ve skořápkových plodech byla prokázána závislost aktivity vody (relativní vlhkost) na rychlost oxidace. Pokud jsou potraviny sušeny na příliš nízký obsah vlhkosti (méně než 2 – 3 %), mohou se stát citlivější k procesu oxidace. V některých studiích se předpokládá, že pro skořápkové plody existuje hodnota optimální aktivity vody (Jensen and Risbo, 2007). Podle tohoto tvrzení existuje optimální hodnota aktivity vody, při které je oxidační stupeň lipidů minimální.

Mandle jsou významným zdrojem nejúčinnější formy vitamínu E, α -tokoferolu. Porce mandlí vážící 28 g (cca jedna hrst) obsahuje 7,3 mg α -tokoferolu, což odpovídá 52 % doporučené denní dávky vitamínu E pro dospělého ve věku od 25 do 50 let (Chen et al., 2006; Stránská a Andělová, 2011; Shelke and Miller, 2012). Bylo dokonce zjištěno, že slupky mandlí se vyznačují několikanásobně vyšším obsahem fenolických sloučenin a sloučenin s antioxidantními účinky (např. kyselina kávová, ferulová, *p*-kumarová) než loupaná jádra mandlí (Shahidi, 2009). Z těchto důvodů by mohla najít uplatnění neloupaná jádra mandlí v bezlepkových cereálních směsích, kde by byl kladen důraz na vyšší nutriční hodnotu produktu. Podle schváleného zdravotního tvrzení, které vychází z nařízení Komise č. 432/2012 v platném znění, přispívá vitamín E k ochraně buněk před oxidativním stresem. Díky unikátní hustotě a buněčné struktuře, mohou být mandle zpracovány do široké škály tvarů s křupavou texturou. Jádra mandlí jako surovina použitá do bezlepkových müsli produktů mohou být plátkována, krájena, drcena a vločkována. Do výrobků se přidávají jako syrová, pražená nebo blanširovaná. Pražení nemá vliv na nutriční hodnotu mandlí, ale nabízí nový rozměr chuti a křupavosti výrobků (Shelke and Miller, 2012).

Kromě skořápkových plodů mohou být k bezlepkovým müsli směsím přidány olejnatá semena. Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 329/1997 Sb., v platném znění lze rozumět olejnatým semenům jako semenům olejnin, která jsou suchá, čištěná a tříděná, neloupaná nebo loupaná, určená pro přímou spotřebu. Do bezlepkových müsli směsí lze použít semena slunečnice, tykve, sezamu, máku nebo lnu. Skladovací podmínky odpovídají teplotě do 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu nejvýše 70 %. Stejně jako skořápkové plody mohou být i olejnatá semena díky obsahu polynenasycených MK náchylná k oxidačním změnám při nedodržení skladovacích podmínek.

4.3 Jedlé květy

Jedlé květy jsou legislativně ukotveny ve vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 398/2016 Sb. v platném znění, která nabývá účinnosti od 1.7.2017. Jedlým květem se rozumí část rostlin neboli koření, v nezbytné míře technologicky zpracované a užívané k ovlivňování chutě a vůně potravin. V platném znění vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin je stanoven seznam rostlin zakázaných při výrobě potravin. Mezi nimiž je např. květ nebo list podbělu obecného a nať nebo květ brutnáku lékařského. Jedlé květy mohou být konzumovány v jejich čerstvé a sušené variantě, ve formě koktejlů (v ledových kostkách), konzervované v cukru, uchované v destilátech. Barva jedlých květů je předurčena mnoha chemickými sloučeninami, dominuje obsah karotenoidů a flavonoidů. Hlavními zdroji jedlých květů je zelenina, ovoce, léčivé a okrasné rostliny. Jednotlivé druhy jedlých květů mají různou barvu a chuť v závislosti na kultivarech: např. chrpa polní (modrá barva, rostlinná chuť), *Rosa odorata* (červená barva, sladká a aromatická chuť). Hranice denní spotřeby květů okrasných rostlin není dosud známa (Rop a kol., 2012). Květy rostlin jsou běžně využívány při výrobě ovocných a bylinných čajů, kde je jejich podíl při výrobě řízen vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 330/1997 Sb., v platném znění. Květ lípy, korunní lístek růže jsou části rostlin, které lze použít bez omezení. Šišťice chmelu do 30 % hmotnosti a květ divizny velkokvěté, květ chrpy, květ levandule lékařské lze použít do 5 % hmotnosti čaje. Získané výsledky (Rop a kol., 2012) jasně dokazují vysokou nutriční hodnotu, antioxidační kapacitu, významný zdroj minerálních látek (zejména fosforu a draslíku) a atraktivní vzhled jedlých květů. Tyto vlastnosti předurčují budoucí využití jedlých květů v potravinářském průmyslu např. při výrobě cereálních směsí nebo v gastronomii jako součást pokrmů. Konkrétně chrpa *Centaurea cyanus* se vyznačuje vyšším obsahem fosforu (534,5 mg.kg⁻¹), draslíku a

zinku ($7,6 \text{ mg.kg}^{-1}$) ve svém květu (Rop a kol., 2012). Fenolové sloučeniny mohou stimulovat imunitní reakci, specificky rozpoznat a ničit nádorové buňky, stejně tak inhibovat angiogenezi, která je typická pro růst nádoru a metastázy (Kuceková a kol., 2013).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo připravit netradiční sypané bezlepkové müsli směsi s jedlými květy a stanovit jejich základní jakostní znaky. Použití bezlepkových vloček a jedlých květů bylo cíleno na spotřebitele trpící celiakií, u nichž je známo vysoké riziko malnutrice.

Jednotlivé dílčí cíle diplomové práce zahrnovaly přípravu vloček z bezlepkových obilovin procesem hydrotermálního ošetření a rozválnování, dále přípravu bezlepkových müsli směsí s jedlými květy dle předem zadané receptury. Následně bylo úkolem stanovení vybraných jakostních znaků, tj. obsahu vlhkosti, popela, hrubé bílkoviny, škrobu, lipidů, hrubé a neutrálně-detergentní vlákniny, také stravitelnosti v sušině a v organické hmotě vzorku. Naměřená data byla statisticky vyhodnocena.

6 METODIKA PRÁCE

6.1 Použité chemikálie

H₂SO₄ (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

H₂O₂ (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

Na₂SO₄ a CuSO₄·5H₂O katalyzátor v poměru 1:10 (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

NaOH (dodavatel: Lach-Ner, s.r.o., Neratovice)

H₃BO₃

Tashiro indikátor

n-hexan

Carrez I. (30% ZnSO₄)

Carrez II. (15% K₄[Fe (CN)₆])

HCl

aceton (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

neutrálně-detergentní činidlo laurylsulfátu sodného, disodné soli ethylendiamintetraoctové kyseliny, boritanu sodného, dihydrogenfosforečnanu sodného

neutrálně-detergentní roztok: neutrálně-detergentní činidlo s přídavkem siřičitanu sodného a α-amylázy

pepsin

fosfátový pufr o pH 7,45 (roztok KH₂PO₄ a Na₂HPO₄·12H₂O)

pankreatin

6.2 Použité pomůcky a přístrojové vybavení

Vločkovací přístroj Waldner Biotech Combi-Star

Laboratorní sušárna Venticell, BMT a.s., MMM-Group

Mixér Braun

Předvážky ABC plus

Analytické váhy AFA-210 LC

Elektrická muflová pec Veb Elektro Bad Franken Hausen

Exsikátor

Digestoř

Mineralizátor Block Digest 12

Destilační zařízení Behr S2

Vodní lázeň GFL typ 1031

Polarimetr POL 1 kruhový

Extraktor Soxtherm Gerhardt

Varná hnízda (LTHS 250, 2000)

Extrakční patrony, extrakční baňky, vata

Varné kamínky

Ankom Fiber Analyzer²²⁰

Inkubátor Daisy^{II}, inkubační láhev

Hliníkové misky

Porcelánové kelímky

Laboratorní sklo a další běžné laboratorní pomůcky

6.3 Příprava vzorků

Do sedmi vzorků sypaných bezlepkových müsli směsí byly použity bezlepkové vločky. Vločky jáhel, amarantu a quinoi byly zakoupeny v obchodní síti. Vločky parboiled rýže a pohanky byly připraveny cestou hydrotermálního ošetření s následným rozválcováním ve vločkovacím stroji Waldner Biotech Combi-Star. Loupaná pohanková zrna byla povařena v horké vodě po dobu 5 minut, rýžová zrna po dobu 12 minut, poté kondicionována při 40 °C v horkovzdušné sušárně po dobu 30 min a následně zvýšena teplota v sušárně na 80 – 85 °C. Po dosažení teploty v sušárně byla zrna rozválcována na výšku 0,70 mm a vysušena v sušárně při 60 °C po dobu 1 hod. Jedlé květy, které jsou určeny pro výrobu čajových směsí,

poskytla firma Oxalis. Sušené ovoce, z nichž pouze jahoda byla kandovaná, ostatní ovoce sušené horkým vzduchem či lyofilizované, poskytla firma Poex. Sušené ovoce bylo rozsekáno na přibližně stejně velké kousky. Ostatní suroviny byly pořízeny v maloobchodní síti. Mandle byly zakoupeny již sekané. Vzorky bezlepkových müsli směsí s jedlými květy byly připravovány dle níže uvedených receptur, které jsou uvedeny v tabulce č. 2. Zde platilo, že 70% podíl müsli směsi tvoří směs bezlepkových vloček a zbylých 30 % skořápkové plody, sušené ovoce a sušené jedlé květy. Připravené zhomogenizované müsli směsi byly uchovávány v klimatizované laboratoři v temnu při teplotě 23 °C (ne déle jak 2 měsíce) v označených uzavíratelných polyetylenových dózách. Fotografie vzorků jsou přiloženy na následujících stranách.

Tabulka č. 2 Receptury vzorků bezlepkových müsli směsí s jedlými květy.

Vzorek	Vločky (g)	Skořápkové plody (g)	Sušené ovoce (g)	Jedlé květy (g)
1	rýžové 40 pohankové 25 jáhlové 5	mandle 7	meruňka 23	levandule 0,5
2	rýžové 40 pohankové 25 jáhlové 3 amarantové 2	mandle 7	jahoda 19	růže 2 ibišek 2
3	rýžové 40 pohankové 25 jáhlové 3 amarantové 2	mandle 7	meruňka 20	růže 2 chrpa 1
4	rýžové 40 pohankové 25 jáhlové 3 quinoové 2	mandle 7	brusinka 19	růže 2 chrpa 1 měsíček 1
5	rýžové 40 pohankové 25 jáhlové 3 quinoové 2	mandle 7	brusinka 10 meruňka 10	ibišek 2 měsíček 1
6	rýžové 40 pohankové 25 jáhlové 3 amarantové 2	mandle 7	brusinka 10 meruňka 5 švestka 5	divizna 2 lípa 1
7	rýžové 40 pohankové 25 jáhlové 3 amarantové 2	mandle 7	brusinka 10 meruňka 5 švestka 5	chmel 1-2



Obrázek č. 1 a č. 2 Vzorky bezlepkových müsli směsí s jedlými květy č. 1 a č. 2.



Obrázek č. 3 a č. 4 Vzorky bezlepkových müsli směsí s jedlými květy č. 3 a č. 4.



Obrázek č. 5 a č. 6 Vzorky bezlepkových müsli směsí s jedlými květy č. 5 a č. 6.



Obrázek č. 7 Vzorek bezlepkové müsli směsi s jedlými květy č. 7.

6.4 Stanovení jakostních znaků

Pro stanovení jakostních znaků bylo nutné vzorky důkladně zhomogenizovat tyčovým míxérem. Nutriční analýza byla provedena v laboratořích na pracovišti UACHP, FT UTB ve Zlíně.

6.4.1 Metoda stanovení vlhkosti

Stanovení obsahu vlhkosti u bezlepkových müsli směsí s jedlými květy bylo provedeno referenční metodou dle normy ČSN EN ISO 712 (461014).

Na předem vysušené a zvážené hliníkové misky byl s přesností na 0,1 mg navážen 1 g důkladně homogenizovaného vzorku. Vzorky byly sušeny v sušárně při 130 °C po dobu 1 hodiny, následně vloženy do exsikátoru k vychladnutí a zváženy s přesností na 0,1 mg. Výsledek získáme jako průměr ze tří stanovení.

Obsah vlhkosti v % se vypočte podle vzorce č. 1:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (1)$$

kde: m_0 je hmotnost hliníkové vysušené prázdné misky (g)

m_1 je hmotnost hliníkové misky s navážkou vzorku před vysušením (g)

m_2 je hmotnost hliníkové misky se vzorkem po vysušení (g)

Sušina v % se vypočte podle vzorce č. 2:

$$S = 100 - v \quad (2)$$

6.4.2 Metoda stanovení popela

Stanovení obsahu popela spalováním u bezlepkových müsli produktů s jedlými květy bylo provedeno referenční metodou dle normy ČSN ISO 2171 (461019).

Do předem vyžíhaných porcelánových kelímků v muflové peci na 550 °C po dobu 1 hodiny a zvážených s analytickou přesností na 0,1 mg bylo naváženo 2 g zhomogenizovaného vzorku. Porcelánové kelímky se vzorky byly vyžihány v muflové peci při 550 °C po dobu 5,5 hodin, poté byly zchlazeny vložением do exsikátoru a zváženy s přesností na 0,1 mg. Výsledek byl získán jako průměr ze tří stanovení.

Obsah popela v % se vypočte podle vzorce č. 3:

$$P = \frac{m_a - m_b}{m_c - m_b} \times 100 \quad (3)$$

kde: m_a je hmotnost porcelánového kelímku s popelem po vyžihání (g)

m_b je hmotnost prázdného porcelánového kelímku (g)

m_c je hmotnost porcelánového kelímku se vzorkem před vyžiháním (g)

Obsah popela v sušině v % se vypočte podle vzorce č. 4:

$$P_S = \frac{P \times 100}{S} \quad (4)$$

kde: S je sušina vzorku (%)

6.4.3 Metoda stanovení N-látek s následným přepočtem na obsah hrubé bílkoviny

Pro stanovení obsahu hrubé bílkoviny bylo nejprve potřeba stanovit obsah dusíku podle modifikace normy ČSN EN ISO 20483 (461401). Obsah hrubé bílkoviny byl získán pomocí Kjeldahlovy metody s úpravou podle Winklera, za použití přepočítávacího koeficientu 6,25 (Příhoda a kol., 2003). Ke stanovení bylo využito mineralizační jednotky Block Digest 12 a destilačního zařízení Behr S2.

Do mineralizační baňky dle Kjeldahla se naváží 0,25 g vzorku s přesností na 0,1 mg. Ke vzorku se přidá 10 ml koncentrované kyseliny sírové, několik kapek peroxidu vodíku a

lžička katalyzátoru ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ v poměru 1:10) a obsah se mineralizuje při 400 °C po dobu 1 hodiny. Mineralizát se nechá zchladnout, převede se do odměrné baňky o objemu 25 ml a doplní po rysku destilovanou vodou. Do destilační baňky přístroje Behr S2 se pipetuje 10 ml mineralizátu a 20 ml 30% roztoku NaOH. Při destilaci uvolněný amoniak je jímán do roztoku 2% kyseliny trihydrogenborité. Do titrační baňky se přidá několik kapek Tashiro indikátoru a titruje se $0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ kyselinou sírovou do stálého červenofialového zbarvení. Výsledek získáme jako průměr ze čtyř stanovení.

Obsah hrubé bílkoviny v g se vypočte podle vzorce č. 5:

$$m_B = a \times 10^{-3} \times c \times M_N \times f_t \times f_z \times f_{př} \quad (5)$$

kde: a je spotřeba odměrného roztoku H_2SO_4 při titraci (ml)

c je přesná koncentrace odměrného roztoku H_2SO_4 ($c = 0,022912 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)

M_N je molární hmotnost dusíku ($M_N = 14,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

f_t je titrační faktor ($f_t = 2$)

f_z je zředovací faktor ($25 \text{ ml}/10 \text{ ml} = 2,5$)

$f_{př}$ je přepočítávací faktor podle druhu potraviny ($f_{př}$ pro müsli)

Pozn. pro müsli byl použit přepočítávací faktor pro ostatní potraviny s hodnotou 6,25 (Příhoda a kol., 2003).

Obsah hrubé bílkoviny v % se vypočte podle vzorce č. 6:

$$B = \frac{m_B}{n} \times 100 \quad (6)$$

kde: n je hmotnost navážky vzorku (g)

Obsah hrubé bílkoviny v sušině v % se vypočte podle vzorce č. 7:

$$B_S = \frac{B}{S} \times 100 \quad (7)$$

kde: S je sušina vzorku (%)

6.4.4 Metoda stanovení celkových lipidů

Stanovení obsahu celkových lipidů bylo provedeno modifikovanou metodou extrakce podle Soxhleta na extraktoru Soxtherm od firmy Gerhardt. Nepochybně netěkavé látky jsou z homogenního vzorku získány pomocí extrakčního rozpouštědla (hexan) (Svoboda a kol., 2009).

Do papírové extrakční patrony se naváží 3 g suchého, zhomogenizovaného vzorku s přesností na 0,1 mg a přikryje smotkem vaty. Vysušená extrakční baňka se zváží se třemi varnými kamínky s přesností na 0,1 mg. Do extrakční baňky se nalije 100 ml hexanu a extrakční patrona vložená do drátěného držáku se vloží do extrakční baňky. Extrakční baňka s extrakční patronou se umístí na zábrus extraktoru Soxtherm. Spustí se chladicí voda, tlakový vzduch a program s názvem Hexan. Extrakce se nechá probíhat 2,5 hodiny, poté se nechá hexan oddestilovat. Zbytek hexanu se ponechá volně odpařit v digestoři a extrakční baňky dosušit v sušárně za teploty 105 °C po dobu 1 hodiny. Vychladnutí následně probíhá v exsikatoru 30 minut. Nakonec se extrakční baňka s tukem zváží a výsledek je získán jako průměr ze tří stanovení (Svoboda a kol., 2009).

Obsah celkových lipidů v % se vypočte podle vzorce č. 8:

$$T = \frac{m_b - m_a}{n} \times 100 \quad (8)$$

kde: m_a je hmotnost prázdné baňky (g)

m_b je hmotnost baňky s tukem (g)

n je navážka vzorku (g)

Obsah lipidů v sušině v % se vypočte podle vzorce č. 9:

$$T_s = \frac{T}{S} \times 100 \quad (9)$$

kde: S je sušina vzorku (%)

6.4.5 Metoda stanovení škrobu

Škrob byl stanoven úpravou Ewersovy polarimetrické metody dle ČSN EN ISO 10520 (56 6120).

Do 100 ml odměrné baňky se naváží na předvážkách 3 g suchého, zhomogenizovaného vzorku s přesností na 0,1 mg. Ke vzorku se přidá 25 ml 37% HCl (pro obilný škrob 1,124 hmot. %). Směs se promíchá a přidá dalších 25 ml 37% HCl. Odměrná baňka s naváženým vzorkem a HCl se vloží do vroucí vodní lázně a ponechá se vařit 30 minut od zahřátí směsi (cca 10 minut časová rezerva než se směs zahřeje). Odměrná baňka se vyjme z vroucí vodní lázně, přidá se 20 ml HCl (1,124 hmot. %) a odměrná baňka s obsahem se zchladí v chladné vodní lázni na laboratorní teplotu. Proveďte se číření podle Carreze přidáním 3 ml činidla Carrez I, důkladně se promíchá, následně se přidají 3 ml činidla Carrez II a opět se promíchá. Po 5 minutách se baňka doplní destilovanou vodou a vzorek se přefiltruje přes suchý skládaný filtrační papír. Z filtrátu se na polarimetru změří úhel otočení α při teplotě 20 °C. Výsledek je získán jako průměr ze čtyř stanovení.

Obsah škrobu v % se vypočte podle vzorce č. 10:

$$\xi = \frac{\alpha \times 100}{[\alpha]_{\lambda}^t \times l \times n} \times 100 \quad (10)$$

kde: l je délka polarimetrické trubice ($l = 1 \text{ dm}$)

n je přesná navážka vzorku (g)

$[\alpha]_{\lambda}^t$ je specifická otáčivost při teplotě t a vlnové délce λ (183,3° pro obilný škrob (UTB, [2017]))

Obsah škrobů v sušině v % se vypočte podle vzorce č. 11:

$$\xi_s = \frac{\xi}{s} \times 100 \quad (11)$$

kde: s je sušina vzorku (%)

6.4.6 Metoda stanovení vlákniny

6.4.6.1 Metoda stanovení hrubé vlákniny

Hrubá vláknina byla stanovena jako zbytek po hydrolyze kombinující slabou kyselinu a zásadu. Do předem zváženého filtračního sáčku F57 s přesností na 0,1 mg, propraného v acetonu a pečlivě odvětraného v digestoři bylo naváženo 0,5 g vzorku s přesností na 0,1 mg. Popsané filtrační sáčky s naváženým vzorkem a korekční (prázdný) filtrační sáček byly zataveny. Zatavené sáčky byly vloženy do uzavřené nádoby s acetonem a propírány pro vylučování škrobu.

hování tuku. Proprané filtrační sáčky byly odvětrány v digestoři a vloženy do zařízení Ankom Fiber Analyzer²²⁰. Do zařízení byl vložen roztok H₂SO₄ o koncentraci 0,1275 mol.dm⁻³ a hydrolyza probíhala při 100 °C a po dobu 45 minut. Po této době bylo vypnuto topení, míchání, vypuštěna kyselina a sáčky byly 3x promíchávány s horkou destilovanou vodou (85 – 90 °C) po dobu 5 minut. Poté byl přidán roztok NaOH o koncentraci 0,313 mol.dm⁻³ a hydrolyza probíhala opět při 100 °C po dobu 45 minut. Po uplynutí doby bylo vypnuto topení a míchání, roztok zásady opět vypuštěn a sáčky byly 3x promíchávány v horké destilované vodě a 1x ve studené destilované vodě po dobu 5 minut. Sáčky byly vytáhnuty ze zařízení a za použití filtračního papíru byly zbaveny přebytečné vody. Sáčky se vložily na 3 minuty do acetonu, poté se odvětraly v digestoři a následně vložily do sušárny při 105 °C po dobu 4 hodin. Vysušené sáčky se nechaly zchladnout v exsikátoru a byly zváženy s přesností na 0,1 mg. V dalším kroku se umístily do předem vyžíhaných a zvážených porcelánových kelímků s přesností na 0,1 mg. Proběhlo spálení v muflové peci při 550 °C po dobu 5,5 hodiny. Po zchladnutí porcelánových kelímků v exsikátoru byly opět zváženy s přesností na 0,1 mg. Každé stanovení bylo provedeno celkem třikrát (Sumczynski et al., 2015a).

Obsah hrubé vlákniny v % se vypočte podle vzorce č. 12:

$$CF = \frac{(m_3 - m_1 \times c_1) - (m_4 - m_1 \times c_2)}{m_2} \times 100 \quad (12)$$

kde: m_1 je hmotnost prázdného popsaného sáčku (g)

m_2 je hmotnost navážky vzorku (g)

m_3 je hmotnost vysušeného sáčku se vzorkem po hydrolyze (g)

m_4 je hmotnost popela po spálení vysušeného sáčku se vzorkem po hydrolyze (g)

c_1 je korekce hmotnosti sáčku po hydrolyze (g)

c_2 je korekce hmotnosti sáčku po spálení (g)

Korekce hmotnosti v g se vypočte podle vzorce č. 13 a č. 14:

$$c_1 = \frac{m_S}{m_1} \quad (13)$$

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1} \quad (14)$$

kde: m_S je hmotnost vysušeného prázdného sáčku po hydrolyze

m_p je hmotnost popela prázdného sáčku (g)

6.4.6.2 Metoda stanovení neutrálně-detergentní vlákniny

Neutrálně-detergentní vláknina (NDF) byla stanovena po hydrolyze vzorku v neutrálně-detergentním roztoku laurylsulfátu sodného, disodné soli etylendiamintetraoctové kyseliny, boritanu sodného, dihydrogenfosforečnanu sodného s přidavkem α -amylázy. Připravilo se neutrálně-detergentní činidlo (NDC): 120 g činidla + 20 ml trietylglykolu do 2 l (pH 6,9 – 7,1) a neutrálně-detergentní roztok (NDR): do 2 l NDC bylo přidáno 20 g siřičitanu sodného + 4 ml α -amylázy. Filtrační sáčky se promyly v acetonu a odvětraly na vzduchu. Suché popsání filtrační sáčky byly zváženy s přesností na 0,1 mg. Do každého ze sáčků se navázilo 0,5 g suchého, zhomogenizovaného vzorku s přesností na 0,1 mg a sáčky se zatavily. Zatavil se také jeden korekční prázdný sáček. Sáčky se umístili do nosiče zařízení Ankom Fiber Analyzer²²⁰. Do tohoto zařízení byl nalit neutrálně-detergentní roztok, zapnulo se míchání, topení na 100 °C, nastavena doba na 75 minut a zařízení se uzavřelo. Po uplynutí 75 minut bylo vypnuto míchání, topení a vypuštěn neutrálně-detergentní roztok. Zařízení i se vzorky se 3x propláchno horkou destilovanou vodou vždy s přidavkem 4 ml α -amylázy za zapnutého míchání po dobu 5 minut. Dále byl proveden ještě jeden proplach studenou destilovanou vodou pro zchlazení zařízení i sáčků. Poté byly sáčky vyjmuty a vysušeny pomocí filtračního papíru a dále umístěny do acetonu na 3 minuty. Sáčky se opět vysušily pomocí filtračního papíru, nechaly se odvětrat a sušily v sušárně při 105 °C po dobu 4 hodin. Po skočení této doby byly vloženy do exsikátoru a poté zváženy. Všechny sáčky byly umístěny do předem popsáných a zvážených porcelánových kelímků, a žihány po dobu 5,5 hodin při teplotě 550 °C. Po zchlazení v exsikátoru byly porcelánové kelímky zváženy a zaznamenala se hmotnost popela (Sumczynski et al., 2015a).

Neutrálně-detergentní vláknina v % se vypočte podle vzorce č. 15:

$$\text{NDF} = \frac{(m_3 - m_1 \cdot c_1) - (m_4 - m_1 \cdot c_2)}{m_2} \times 100 \quad (15)$$

Korekce hmotnosti sáčku v g po hydrolyze se vypočte podle vzorce č. 16:

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1} \quad (16)$$

Korekce hmotnosti sáčku v g po spálení se vypočte podle vzorce č. 17:

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1} \quad (17)$$

kde: m_1 je hmotnost prázdného sáčku (g)

m_2 je hmotnost navážky vzorku (g)

m_3 je hmotnost sáčku po vysušení (g)

m_4 je hmotnost popela (g)

m_S je hmotnost vysušeného prázdného sáčku po hydrolyze (g)

m_P je hmotnost popela prázdného sáčku (g)

6.4.7 Metoda stanovení stravitelnosti

Pro stanovení stravitelnosti byla použita úprava enzymaticko-gravimetrické metody, která kombinuje hydrolyzu za přítomnosti pepsinu a pankreatinu metodou *in vitro*. Tato metoda simuluje pobyt tráveniny v prostředí lidského gastrointestinálního traktu. Do předem zváženého filtračního sáčku F57 s přesností na 0,1 mg, propraného v acetonu a odvětraného v digestoři, bylo naváženo 0,25 g vzorku s přesností na 0,1 mg. Sáčky s naváženým vzorkem i sáček korekční (prázdný) byly zataveny a vloženy do inkubační láhve. Do inkubační láhve bylo nalito 1,7 l HCl o koncentraci 0,1 mol.dm⁻³ a rozpuštěno 2,64 g pepsinu. Láhev byla vložena inkubátoru Daisy^{II} a inkubace probíhala 4 hodiny, což je maximální doba pobytu tráveniny v žaludku. Po skončení inkubace se sáčky několikrát propláchly destilovanou vodou. Dalším krokem byla příprava fosfátového pufru o pH 7,45. V 1,7 l destilované vody se rozpustilo 3,09 g KH₂PO₄ a 32,49 g Na₂HPO₄.12H₂O. Ve fosfátovém pufru se rozpustilo 2,64 g pankreatinu, roztok se nalil do inkubační láhve, přidaly se filtrační sáčky a inkubační láhev s obsahem se nechala inkubovat v inkubátoru Daisy^{II} při 37 °C po dobu 24 hodin, což přibližná doba pobytu tráveniny v tenkém střevě. Po uplynutí doby inkubace byla láhev vložena na 30 minut do sušárny, která byla vyhřátá na 80 °C. Sáčky byly vyjmuty a opakovaně propláchnuty destilovanou vodou pro odstranění zmazovatělého škrobu. Sáčky se vložily do sušárny na dobu 24 hodin při 105 °C. Poté byly vloženy do exsikátoru a po zchladnutí se zvážily. Následně se sáčky vložily do předem vyžíhaných a zvážených porcelánových kelímků s přesností na 0,1 mg a byly vyžíhány v muflové peci při 550 °C po dobu 5,5 hodiny. Porcelánové kelímky se spáleným vzorkem byly opět po zchladnutí zváženy s přesností na 0,1 mg. Stravitelnost byla formulována jako stravitelnost organické hmoty vzorku (OMD,

Organic Matter Digestibility) a jako stravitelnost sušiny vzorku (DMD, Dry Matter Digestibility) v % (Sumczynski et al., 2015a).

Stravitelnost sušiny v % se vypočte podle vzorce č. 18:

$$DMD = 100 - \frac{100 \times DMR}{m_2 \times DM} \quad (18)$$

Hmotnost vzorku bez sáčku po inkubaci a vysušení v g se vypočte podle vzorce č. 19:

$$DMR = m_3 - m_1 \times c_1 \quad (19)$$

Obsah sušiny ve vzorku v g se vypočte podle vzorce č. 20:

$$DM = \frac{S \times m_S}{100} \quad (20)$$

Hodnota stravitelnosti organické hmoty ve vzorku v % se vypočte podle vzorce č. 21:

$$OMD = 100 - \frac{100 \times (DMR - AR)}{m_2 \times DM \times OM} \quad (21)$$

Hmotnost popela vzorku bez sáčku v g se vypočte podle vzorce č. 22:

$$AR = m_4 - m_1 \times c_1 \quad (22)$$

Obsah organické hmoty v sušině vzorku v g se vypočte podle vzorce č. 23:

$$OM = \frac{S - P}{100} \quad (23)$$

kde: DMD je hodnota stravitelnosti sušiny vzorku (%)

DMR je hmotnost vzorku bez sáčku po inkubaci a vysušení (g)

DM je obsah sušiny ve vzorku (g)

OMD je hodnota stravitelnosti organické hmoty ve vzorku (%)

AR je hmotnost popela vzorku bez sáčku (g)

OM je obsah organické hmoty v sušině vzorku (g)

S je obsah sušiny ve vzorku (%)

P je obsah popela ve vzorku (%)

ms je hmotnost vzorku na stanovení sušiny (g)

m_1 je hmotnost prázdného popsaného sáčku (g)

m_2 je hmotnost vzorku (g)

m_3 je hmotnost vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci (g)

m_4 je hmotnost popela vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci (g)

c_1 je korekce hmotnosti sáčku po inkubaci (g)

c_2 je korekce hmotnosti sáčku po spálení (g)

Korekce hmotnosti v g se vypočítají podle vzorce č. 24 a č. 25:

$$c_1 = \frac{m_S}{m_1} \quad (24)$$

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1} \quad (25)$$

kde: m_S je hmotnost vysušeného prázdného sáčku po inkubaci (g)

m_P je hmotnost spáleného sáčku se vzorkem (g)

6.5 Statistické zpracování výsledků

Vyloučení odlehlých hodnot výsledků bylo možno provést pomocí Dean-Dixonova testu (Q-test). Dále byl použit Studentův t-test, parametrický test srovnávající rozdíl středních hodnot dvou nezávislých souborů. Statistické vyhodnocení výsledků bylo provedeno ve statistickém programu STATVYD verze 2.0 beta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Porovnávány byly vzájemně výsledky analýzy z jednotlivých stanovení u sypaných bezlepkových müsli směsí s jedlými květy. Výsledky jsou uvedeny jako aritmetický průměr jednotlivých stanovení se směrodatnou odchylkou (SD). Výsledky byly zpracovány ve statistickém programu (kap. 6.5). Získané výsledky jsou velmi obtížně diskutovatelné, neexistuje totiž žádná studie zabývající se nutriční analýzou netradičních müsli produktů. Proto bude diskuze směřována více k jednotlivým surovinovým komponentám, či k tradičním müsli směsím.

7.1 Výsledky stanovení vlhkosti

Stanovení vlhkosti bylo provedeno podle postupu popsáního v kapitole č. 6.4.1 a za použití vzorce č. 1 a 2. Průměrné hodnoty stanovení vlhkosti se směrodatnou odchylkou jsou prezentovány v tabulce č. 3. Výsledný obsah vlhkosti ve vzorcích je dán obsahem vody ve složkách müsli směsí (vločky, ovoce, skořápkové plody, jedlé květy) a jejich podílem. Největší vliv na výsledný obsah vlhkosti vzorků mají pravděpodobně bezlepkové vločky se 70% podílem surovinové skladby a také ovoce. Všechny analyzované vzorky splňovaly požadavky dané vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. v platném znění, a to max. obsah vlhkosti 15 % a v souvislosti s tím i min. hodnotu sušiny 85 %. Obsah vlhkosti se u jednotlivých vzorků bezlepkových müsli pohyboval v rozmezí od 9,4 až 12,8 %. Nejnižší obsah vlhkosti 9,4 % byl naměřen u vzorku č. 4 a druhý nejnižší obsah vlhkosti 9,6 % u vzorku č. 2 ($p < 0,05$). Vlhkost a sušinu vzorků müsli zkoumaly některé absolventské práce UTB ve Zlíně. Užší rozmezí obsahu vlhkosti (10,6 – 12,6 %) byly naměřeny u připravených vzorků pšeničného müsli (Bartošová, 2014). Naopak širší rozmezí s nižšími hodnotami obsahu vlhkosti vykazovaly müsli výrobky zakoupené v maloobchodní síti, tj. 6,5 až 11,4 % obsahu vlhkosti (Psotová, 2012). Vlhkost je jedním z jakostních parametrů mlýnských obilných výrobků, které musí být sledovány pro jejich vliv na oxidační stabilitu produktu a případnou aktivitu zejména plísní (tvorba mykotoxinů).

Tabulka č. 3 Výsledky obsahu vlhkosti u analyzovaných vzorků mšlí.

Vzorek	Vlhkost (%) \pm SD
1	10,5 \pm 0,1 ^a
2	9,6 \pm 0,1 ^b
3	10,2 \pm 0,1 ^c
4	9,4 \pm 0,1 ^d
5	12,2 \pm 0,2 ^e
6	12,4 \pm 0,1 ^e
7	12,8 \pm 0,1 ^f

Výsledky mající stejné písemné indexy, se mezi sebou navzájem statisticky neliší ($p \geq 0,05$). Výsledky lišící se mezi sebou písemnými indexy jsou statisticky odlišné ($p < 0,05$).

7.2 Výsledky stanovení popela

Stanovení obsahu popela v sušině bylo provedeno podle postupu popsáno v kapitole č. 6.4.2 a za použití vzorců č. 3 a 4. Průměrné hodnoty stanovení se směrodatnou odchylkou jsou prezentovány v tabulce č. 4. Obsah popela odráží obsah minerálních látek ve vzorcích. Významný vliv na celkový obsah popela, tj. minerálních látek ve vzorcích, má úroveň technologického opracování zrna a použité množství v receptuře vzorku (70 hmot. %). Dalšími významnými složkami podle sestupného použití v receptuře vzorků je sušené ovoce (19 – 22,5 hmot. %), mandle (7 hmot. %), jedlé květy (0,5 – 4 hmot. %) a rozhodující může být také jejich kvalita. Rozsah hodnot obsahu popela v sušině v jednotlivých vzorcích mšlí se pohyboval od 1,8 až 2,2 %. Ve vzorcích č. 2 a 4 nebyly v obsahu popela shledány statisticky významné rozdíly ($p \geq 0,05$). To může být částečně vysvětleno stejným kvantitativním obsahem jedlých květů, sušeného ovoce, mandlí a také bezlepkových vloček. Spíše nižší hodnoty obsahu popela v sušině 1,81 % a 1,78 % byly naměřeny ve studiích, které analyzovaly vzorky mšlí z pšenice (Doležalová, 2013; Sumczynski et al., 2015b), přestože byl v obou těchto studiích analyzován vzorek s větším podílem sušeného ovoce a skořápkových plodů. To může s velkou pravděpodobností dokazovat vyšší obsah minerálních látek v bezlepkových vločkách a jedlých květech.

Tabulka č. 4 Výsledky obsahu popela v sušině u analyzovaných vzorků müsli.

Vzorek	Popel v sušině (%) \pm SD
1	2,2 \pm 0,1 ^a
2	1,8 \pm 0,1 ^b
3	2,1 \pm 0,1 ^a
4	1,8 \pm 0,1 ^{b,c}
5	2,1 \pm 0,1 ^a
6	1,9 \pm 0,1 ^{b,d}
7	1,9 \pm 0,1 ^{b,e}

Výsledky mající alespoň jeden stejný písemný index, se mezi sebou navzájem statisticky neliší ($p \geq 0,05$). Výsledky lišící se mezi sebou všemi písemnými indexy jsou statisticky odlišné ($p < 0,05$).

7.3 Výsledky stanovení obsahu hrubé bílkoviny

Stanovení obsahu hrubé bílkoviny bylo provedeno podle postupu popsáno v kapitole č. 6.4.3 a za použití vzorců č. 5 až 7. Průměrné hodnoty stanovení se směrodatnou odchylkou jsou prezentovány v tabulce č. 5. Nejvýznamnější vliv na výsledný obsah hrubé bílkoviny ve vzorku bezlepkových müsli směsí měly z hlediska největšího zastoupení v receptuře vzorků bezlepkové vločky (70 hmot. %) a z hlediska vysokého obsahu bílkovin mandle (22,1 %), jejich obsah je však ve všech vzorcích stejný. Hodnoty obsahu hrubé bílkoviny v sušině jednotlivých vzorků byly zjištěny v užším rozmezí od 12,4 až 13,7 %. Nejvyšší hodnota 13,7 % byla naměřena opět ve dvou případech, tj. ve vzorku č. 2 a 6 ($p \geq 0,05$). Druhové zastoupení a množství vloček v receptuře těchto dvou vzorků je naprosto stejné. Vyšší hodnotu obsahu hrubé bílkoviny v sušině 14,68 % a 14,62 % vykazovaly vzorky müsli připravených z bílé pšenice analyzované v jiných studiích (Doleželová, 2013; Sumczynski et al., 2015b). To je pravděpodobně způsobeno vyšším podílem mandlí a pšeničných vloček, které průměrně dosahují 12 – 13 % bílkovin oproti obsahu bílkovin 9 % ve vločkách rýžových (Arendt and Zannini, 2013). Za předpokladu menšího podílu vloček rýžových na úkor jiných vloček s vyšším obsahem bílkovin v zrně, dosahovaly by analyzované vzorky výrazně vyššího obsahu bílkovin. Obsah bílkovin v zrně se zvyšuje téměř vždy při hnojení dusíkem zejména v průběhu reprodukčního stádia rostliny (Arendt, 2008; Arendt and Zannini, 2013).

Tabulka č. 5 Výsledky obsahu hrubé bílkoviny v sušině u analyzovaných vzorků müsli.

Vzorek	Bílkoviny v sušině (%) ± SD
1	12,4 ± 0,5 ^a
2	13,7 ± 0,4 ^b
3	13,4 ± 0,4 ^{b,c}
4	12,4 ± 0,4 ^a
5	13,1 ± 0,5 ^{a,b}
6	13,7 ± 0,5 ^{b,d}
7	13,0 ± 0,5 ^{a,b}

Výsledky mající alespoň jeden stejný písemný index, se mezi sebou navzájem statisticky neliší ($p \geq 0,05$). Výsledky lišící se mezi sebou všemi písemnými indexy jsou statisticky odlišné ($p < 0,05$).

7.4 Výsledky stanovení lipidů

Stanovení obsahu celkových lipidů v sušině bylo provedeno podle postupu popsáno v kapitole č. 6.4.4 a za použití vztahů č. 8 a 9. Průměrné hodnoty stanovení se směrodatnou odchylkou jsou prezentovány v tabulce č. 6. Nejvyšší hodnota obsahu celkových lipidů byla shledána ve vzorku č. 1 ($p < 0,05$), u kterého lze předpokládat nižší výslednou oxidační stabilitu produktu oproti ostatním vzorkům müsli. U analyzovaných vzorků müsli byl naměřen rozsah 6,2 až 7,3 % obsahu celkových lipidů v sušině. Spíše nižší hodnoty obsahu celkových lipidů v sušině 5,85 % a 5,80 % byly naměřeny ve studiích, které analyzovaly vzorky müsli z pšenice (Doležalová, 2013; Sumczynski et al., 2015b), přestože byl ve vzorcích müsli použit vyšší podíl mandlí. Největší dopad na výsledný rozdílný obsah lipidů v sušině ve vzorcích müsli měl především podíl a druh použitých bezlepkových vloček (např. zrna prosa jsou známá vysokým podílem lipidů), jelikož podíl mandlí, ač jsou bohaté na obsah lipidů, byl u všech vzorků použit stejný. Tyto suroviny obsahují polynenasycené MK náchylné k oxidačním změnám. Vývoj oxidační změny lineárně roste s prodlužující se dobou skladování, vlhkostí a zvoleným obalovým materiálem (Jensen and Risbo, 2007). Analyzované vzorky byly skladovány při laboratorní teplotě 23 °C, v temnu v uzavíratelných polyetylenových dózách po dobu maximálně 2 měsíců. Oxidační změny v analyzovaných vzorcích se předpokládají minimální. Vzhledem k vyššímu obsahu lipidů ve vzorcích bezlepkových müsli je potřeba zvýšené opatrnosti při dodržování skladovacích podmínek.

Tabulka č. 6 Výsledky obsahu lipidů v sušině u analyzovaných vzorků müsli.

Vzorek	Lipidy v sušině (%) ± SD
1	7,3 ± 0,1 ^a
2	6,3 ± 0,1 ^b
3	6,3 ± 0,2 ^{b,c}
4	7,0 ± 0,1 ^d
5	6,4 ± 0,2 ^{b,e}
6	6,2 ± 0,2 ^{b,f}
7	6,7 ± 0,1 ^g

Výsledky mající alespoň jeden stejný písemný index, se mezi sebou navzájem statisticky neliší ($p \geq 0,05$). Výsledky lišící se mezi sebou všemi písemnými indexy jsou statisticky odlišné ($p < 0,05$).

7.5 Výsledky stanovení škrobu

Stanovení obsahu škrobu v sušině bylo provedeno podle postupu popsáno v kapitole č. 6.4.5 a za použití vztahů č. 10 a 11. Průměrné hodnoty stanovení se směrodatnou odchylkou jsou prezentovány v tabulce č. 7. Naměřené hodnoty obsahu škrobu v sušině v jednotlivých vzorcích spadají do rozsahu od 43,1 až 48,8 %. Obsah škrobu v sušině v jednotlivých vzorcích müsli odpovídá zastoupení a obsahu bezlepkových vloček v receptuře. Koncentrace škrobu kolísá podle druhu a odrůdy dané obiloviny nebo pseudoobiloviny, obvykle tvoří 60 – 75 % hmotnosti zrna (Příhoda a kol., 2003; Arendt and Zannini, 2013; Gabrovská a kol., 2015). Jednoznačně vyšší hodnota obsahu škrobu v sušině, a to 65,51 % byla stanovena ve studii Sumczynski et al. (2015b), která analyzovala vzorek müsli z pšenice. Škrobové granulace, které prošly bobtnáním a želatinací při vločkování jsou rychleji tráveny, což má za následek vyšší stravitelnost, vyšší hladiny glykémie a vyšší množství inzulínu uvolněného do krevního řečiště. Pro diabetickou nebo redukční dietu lze doporučit müsli s nižším obsahem škrobu pro delší pocit sytosti a menší výkyvy postprandiální glykémie (Trout and Be-hall, 1999).

Tabulka č. 7 Výsledky obsahu škrobu v sušině u analyzovaných vzorků müsli.

Vzorek	Škrob v sušině (%) \pm SD
1	45,4 \pm 0,8 ^a
2	45,1 \pm 1,0 ^a
3	46,8 \pm 0,8 ^b
4	46,8 \pm 0,8 ^{b,c}
5	47,9 \pm 0,9 ^{b,d}
6	48,8 \pm 1,0 ^{c,d,e}
7	43,1 \pm 1,2 ^f

Výsledky mající alespoň jeden stejný písemný index, se mezi sebou navzájem statisticky neliší ($p \geq 0,05$). Výsledky lišící se mezi sebou všemi písemnými indexy jsou statisticky odlišné ($p < 0,05$).

7.6 Výsledky stanovení vlákniny

Vláknina je složka potravy, která preventivně působí proti vzniku řady civilizačních onemocnění. Více o jejich zdravotních účincích a doporučeném denním příjmu ve stravě pojednává kapitola č. 2.5. Pro naplnění doporučeného denního příjmu vlákniny je dobré se ve složení müsli produktů zaměřit na výskyt a obsah olejnatých semen a skořápkových plodů, sušeného ovoce a celozrnných nebo netradičních cereálií. Mimoto je nutné v jídelníčku dbát na pravidelný příjem ovoce a zeleniny, luštěnin, celozrnných produktů, skořápkových plodů a olejnatých semen (Stránská a Andělová, 2011).

7.6.1 Stanovení hrubé vlákniny

Stanovení obsahu hrubé vlákniny (CF) v sušině bylo provedeno podle postupu popsáno v kapitole č. 6.4.6.1 a za použití vztahů č. 12 až 14. Průměrné hodnoty stanovení se směrodatnou odchylkou jsou prezentovány v tabulce č. 8. Jak již bylo zmíněno v kapitole č. 2.5, obsah hrubé vlákniny v sušině reflektuje obsah nerozpustných částí ve vzorku, celulózy a ligninu. Výsledky obsahu hrubé vlákniny v sušině vzorků spadají do rozsahu hodnot 3,9 až 5,1 %. Jiná diplomová práce (Bartošová, 2014) dokazuje, že vzorek připraveného pšeničného müsli dosahuje spíše nižší hodnoty obsahu hrubé vlákniny v sušině, a to 4,11 %. Je to s velkou pravděpodobností způsobeno použitím netradičních vloček a jedlých květů, přestože podíl sušeného ovoce a mandlí byl menší než u müsli vyrobeného z bílé pšenice v jiné

díplomové práci. Nejvyšší obsah hrubé vlákniny v sušině, a to 5,1 % byl zjištěn ve vzorku č. 6 ($p < 0,05$).

Tabulka č. 8 Výsledky obsahu CF v sušině u analyzovaných vzorků mšiči.

Vzorek	CF v sušině (%) \pm SD
1	3,9 \pm 0,1 ^a
2	4,7 \pm 0,2 ^b
3	4,4 \pm 0,2 ^{b,c}
4	4,5 \pm 0,1 ^{b,d}
5	4,0 \pm 0,1 ^a
6	5,1 \pm 0,1 ^e
7	4,3 \pm 0,1 ^{c,f}

Výsledky mající alespoň jeden stejný písemný index, se mezi sebou navzájem statisticky neliší ($p \geq 0,05$). Výsledky lišící se mezi sebou všemi písmennými indexy jsou statisticky odlišné ($p < 0,05$).

7.6.2 Stanovení neutrálně-detergentní vlákniny

Stanovení obsahu neutrálně-detergentní vlákniny (NDF) v sušině bylo provedeno podle postupu popsaneho v kapitole č. 6.4.6.2 a za použití vztahů č. 15 až 17. Průměrné hodnoty stanovení se směrodatnou odchylkou jsou prezentovány v tabulce č. 9. Jak již bylo zmíněno v kapitole č. 2.5, oproti obsahu hrubé vlákniny v sušině reflektuje obsah neutrálně-detergentní vlákniny v sušině nejen celulózu a lignin, ale také nerozpustnou hemicelulózu ve vzorku. Rozsah hodnot obsahu neutrálně-detergentní vlákniny v sušině se pohybuje od 4,9 po 6,7 %. Nejnižší hodnota obsahu neutrálně-detergentní vlákniny v sušině, a to 4,9 % byla naměřena ve vzorku č. 1 ($p < 0,05$). Do tohoto vzorku nebylo přidáno zrno quinoi ani amarantu, podíl jedlých květů byl také velmi nízký, což mohlo mít vliv na obsah NDF.

Tabulka č. 9 Výsledky obsahu NDF v sušině u analyzovaných vzorků müsli.

Vzorek	NDF v sušině (%) ± SD
1	4,9 ± 0,3 ^a
2	5,8 ± 0,3 ^b
3	6,2 ± 0,2 ^{b,c,g}
4	6,5 ± 0,3 ^{c,d,e}
5	6,0 ± 0,3 ^{b,e}
6	6,7 ± 0,1 ^{d,f}
7	6,6 ± 0,3 ^{d,g}

Výsledky mající alespoň jeden stejný písemný index, se mezi sebou navzájem statisticky neliší ($p \geq 0,05$). Výsledky lišící se mezi sebou všemi písemnými indexy jsou statisticky odlišné ($p < 0,05$).

7.7 Výsledky stanovení stravitelnosti

Stanovení stravitelnosti bylo provedeno podle postupu popsaneho v kapitole č. 6.4.7 a za použití vztahů č. 18 až 25. Průměrné hodnoty stanovení se směrodatnou odchylkou jsou prezentovány v tabulce č. 10. Výsledky stravitelnosti sušiny (DMD) vzorků odpovídaly rozsahu hodnot od 92,1 až 95,5 %. Nejvyšší hodnota stravitelnosti byla naměřena ve vzorku č. 1 ($p < 0,05$), což koresponduje pravděpodobně s nejnižším obsahem neutrálně-detergentní a hrubé vlákniny v sušině analyzované v tom samém vzorku a vyšším obsahem sušeného ovoce oproti ostatním analyzovaným vzorkům. Ve studii zaměřené na analýzu připravených vzorků müsli z pšenice bílé byla stanovena v obou případech jednoznačně hodnota nižší, OMD 77,95 % a DMD 75,87 % (Sumczynski et al., 2015). Pro zvýšení stravitelnosti müsli hraje důležitou roli kromě surovin také tepelné opracování zrna, při němž dochází k mazovatění škrobu a denaturaci bílkovin. Hodnoty stravitelnosti v sušině (DMD) a organické hmoty (OMD) se mezi sebou liší o 0,1 - 0,4 %. Pouze u vzorku č. 7 se hodnoty DMD a OMD mezi sebou liší o 0,7 %.

Tabulka č. 10: Výsledky DMD a OMD u analyzovaných vzorků mýslí.

Vzorek	DMD (%) ± SD	OMD (%) ± SD
1	95,5 ± 0,4 ^a	95,9 ± 0,5 ^a
2	94,1 ± 0,5 ^b	94,3 ± 0,7 ^b
3	93,3 ± 0,5 ^{b,c}	93,6 ± 0,9 ^{b,c,g}
4	93,9 ± 0,3 ^{b,d}	94,0 ± 0,5 ^{b,d,g}
5	93,4 ± 0,5 ^{b,e}	93,6 ± 0,7 ^{b,e,g}
6	93,8 ± 0,5 ^{b,f}	93,9 ± 0,6 ^{b,f,g}
7	92,1 ± 0,6 ^g	92,8 ± 0,9 ^g

Pozn.: Výsledky mající alespoň jeden stejný písemný index, se mezi sebou navzájem statisticky neliší ($p \geq 0,05$). Výsledky lišící se mezi sebou všemi písemnými indexy jsou statisticky odlišné ($p < 0,05$).

8 ZÁVĚR

Diplomová práce pojednává o müsli produktech, které využívají netradiční surovinové skladby, bezlepkových vloček a jedlých květů. Teoretická část diplomové práce je zaměřena na stručnou charakteristiku müsli směsí a základních surovin. Byly zmíněny základní technologické postupy výroby.

Při tvorbě teoretické části diplomové práce byl k dispozici nedostatek odborné literatury týkající se technologie a parametrů výroby bezlepkových vloček. Převážná část je zaměřena na vločky rýžové, které jsou na trhu nejdostupnější. Obdobná situace panuje v diskuzi práce, kde byly výsledky porovnávány se studii, které se věnovaly pšeničnému müsli. Bylo zjištěno, že vzorky splňovaly nezbytné legislativní požadavky. Podařily se prokázat vyšší hodnoty obsahu popela, lipidů a hrubé vlákniny ve srovnání se vzorky pšeničného müsli analyzovaných v jiné studii.

Připravené bezlepkové müsli směsi se mohou stát modelovými vzorky pro budoucí obdobně zaměřené práce a pro výrobce potravin potenciálními obchodovatelnými produkty. Atraktivita bezlepkových müsli směsí spočívá nejen v přítomnosti jedlých květů, ale také ve vyšším obsahu vlákniny a minerálních látek. Bezlepkové müsli směsi s jedlými květy mohou najít využití v potravinářství také jako surovina, posyp na sušenky, dezerty a jiné cukrářské výrobky. Navíc se po přidání k vhodnému mléčnému výrobku promění v pokrm, vhodný ke snídani nebo svačině bez dlouhé přípravy v kuchyni a splňuje i nároky spotřebitele odkázaného na bezlepkovou dietu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARENDDT, Elke K. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages* [online]. Elsevier, 2008 [cit. 2017-02-02]. DOI: 10.1016/B978-012373739-7.50002-2. ISBN 9780123737397. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123737397500022>

ARENDDT, Elke K. and Emanuele ZANNINI. *Cereal grains for the food and beverage industries*. Oxford: Woodhead Publishing, 2013, 114-154. ISBN 9780857098924.

BARTOŠOVÁ, Andrea. *Fyzikálně-chemická analýza výrobků pšeničného müsli* [online]. Zlín, 2014. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.

BOYLE, Manuela. The link between coeliac disease, chronic inflammation and malignancy: a literature review. *Journal of the Australian Traditional-Medicine Society* [online]. 2016, **22**(4), 196-199 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://web.b.ebsco-host.com.proxy.k.utb.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=d8877bfa-703f-47a7-aa93-56b6e5311dda%40sessionmgr103&vid=0&hid=107>

CHEN, Chung-Yen, Karen LAPSLEY a Jeffrey BLUMBERG. A nutrition and health perspective on almonds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2006, **86**(14), 2245-2250 [cit. 2017-03-28]. DOI: 10.1002/jsfa.2659. ISSN 0022-5142. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.k.utb.cz/doi/10.1002/jsfa.2659/full>

CHRISTA, Karolina a Maria ORAL-ŠMIETANA. Buckwheat Grains and Buckwheat Products: a review. *Czech Journal of Food Sciences* [online]. 2008, **26**(3), 153-162 [cit. 2016-11-28]. ISSN 1212-1800. Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/publishedArticles/CJFS/2008-26-3-153.pdf>.

Country Life: Biopotraviny [online]. Nenačovice u Berouna, [2017] [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <https://www.countrylife.cz/obiloviny>

ČSN EN ISO 712. *Obiloviny a výrobky z obilovin - Stanovení vlhkosti - Referenční metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. Třídící znak 461014.

ČSN EN ISO 10520. *Přírodní škrob: Stanovení obsahu škrobu - Ewersova polarimetrická metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999. Třídící znak 56 6120.

ČSN EN ISO 20483. *Obiloviny a luštěniny - Stanovení obsahu dusíku a výpočet obsahu dusíkatých látek - Kjeldahlova metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. Třídící znak 461401.

ČSN ISO 2171. *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich - Stanovení obsahu popela spalováním*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. Třídící znak 461019.

DE MENEZES, Elizabete Wenzel, Eliana Bistriche GIUNTINI, Milana Cara Tanasov DAN, Fabiana Andréa Hoffmann SARDÁ a Franco Maria LAJOLO. Codex dietary fibre definition – Justification for inclusion of carbohydrates from 3 to 9 degrees of polymerisation. *Food Chemistry* [online]. 2013, **140**(3), 581-585 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.02.075. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0308814613002380>

DHINGRA, Devinder, Mona MICHAEL, Hradesh RAJPUT a R. T. PATIL. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 2012, **49**(3), 255-266 [cit. 2017-04-06]. DOI: 10.1007/s13197-011-0365-5. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <http://link.springer.com.proxy.k.utb.cz/article/10.1007/s13197-011-0365-5/fulltext.html>

DOLEŽELOVÁ, Eliška. *Výroba pšeničného müsli a jeho hodnocení* [online]. Zlín, 2013. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.

DWIVEDI, Sanjay, Aradhana MISHRA, Preeti TRIPATHI, Richa DAVE, Amit KUMAR, Sudhakar SRIVASTAVA, et al. Arsenic affects essential and non-essential amino acids differentially in rice grains: Inadequacy of amino acids in rice based diet. *Environment International* [online]. 2012, **46**, 16-22 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1016/j.envint.2012.04.012. ISSN 01604120. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0160412012000967>

Emco: Mysli na zdraví [online]. Praha, [2017] [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://emco.cz/produkt/>

Fit: Tyčinky Fit [online]. Úsov, 2015 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.fit.eu/sk/tycinky-s-najvyssim-obsahom-ceskych-jablk-na-svete>

GABROVSKÁ, Dana, Ilona HÁLOVÁ, Diana CHRPOVÁ, et al. *Obiloviny v lidské výživě: stručné shrnutí poznatků se zvýšeným zaměřením na problematiku lepku*. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2015. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-87250-28-0.

GUINÉ, Raquel de Pinho Ferreira and REIS CORREIA. *Engineering aspects of cereal and cereal-based products* [online]. Boca Raton: CRC Press, 2013 [cit. 2017-02-11]. ISBN 14-398-8702-0. Dostupné z: <http://web.a.ebsc-host.com.proxy.k.utb.cz/ehost/ebookviewer/ebook/bmx1YmtfXzYwNzc2M19fQU41?sid=8579d452-e5e9-4b03-b1cf863c1fa978c1@sessionmgr4009&vid=2&format=EB&rid=2>

HOOSHMAND, Shirin, Mark KERN, D. METTI, Pouneh SHAMLOUFARD, Sheau C. CHAI, S. A. JOHNSON, et al. The effect of two doses of dried plum on bone density and bone biomarkers in osteopenic postmenopausal women: a randomized, controlled trial. *Osteoporosis International* [online]. 2016, **27**(7), 2271-2279 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1007/s00198-016-3524-8. ISSN 0937-941x. Dostupné z: <http://link.springer.com.proxy.k.utb.cz/article/10.1007/s00198-016-3524-8>

JENSEN, Pernille N. a Jens RISBO. Oxidative stability of snack and cereal products in relation to moisture sorption. *Food Chemistry* [online]. 2007, **103**(3), 717-724 [cit. 2017-03-29]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.09.012. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0308814606007242>

JESZKA-SKOWRON, Magdalena, Agnieszka ZGOŁA-GRZEŚKOWIAK, Ewa STANISZ a Agnieszka WAŚKIEWICZ. Potential health benefits and quality of dried fruits: Goji fruits, cranberries and raisins. *Food Chemistry* [online]. 2017, **221**, 228-236 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.10.049. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0308814616316661>

Ježkův statek: Müsli [online]. Kamenice nad Lipou, 2015 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.jezkuv-statek.cz/musli/>

KENT, N. L. and EVERS, A. D. *Kent's Technology of Cereals: An Introduction for Students of Food Science and Agriculture*. 4th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 1994. ISBN 9781855733619.

KUCEKOVÁ, Zdenka, Jiří MLČEK, Petr HUMPOLÍČEK a Otakar ROP. Edible flowers — antioxidant activity and impact on cell viability. *Open Life Sciences* [online]. 2013, **8**(10), 1023-1031 [cit. 2017-03-19]. DOI: 10.2478/s11535-013-0212-y. ISSN 2391-5412. Dostupné z: <http://www.degruyter.com/view/j/biol.2013.8.issue-10/s11535-013-0212-y/s11535-013-0212-y.xml>

KULP, Karel and Joseph G. PONTE. *Handbook of cereal science and technology*. 2nd ed., rev. and expanded. New York: Food Science and Technology, 2000. ISBN 0824782941.

LIU, Shuhui, Qilong XIE, Jiangping CAO, Pingping SONG, Jie CHEN a Weiwei BAI. Rapid determination of α -tocopherol in cereal grains using dispersive liquid-liquid microextraction followed by HPLC. *Journal of Separation Science* [online]. 2013, **36**(6), 1135-1141 [cit. 2017-04-19]. DOI: 10.1002/jssc.201200988. ISSN 16159306. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.k.utb.cz/doi/10.1002/jssc.201200988/full>

MEYER-RENSCHHAUSEN, Elisabeth and Albert WIRZ. Dietetics, health reform and social order: vegetarianism as a moral physiology. The example of Maximilian Bircher-Benner (1867–1939). *Medical History* [online]. 1999, **43**(3), 323-341 [cit. 2017-02-02]. DOI: 10.1017/S0025727300065388. ISSN 0025-7273. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0025727300065388

Mixit: Namíchej si svoje müsli [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <https://www.mixit.cz/namixuj-si/musli>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnice Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004, v platném znění.

Nařízení Komise (EU) č. 432/2012 ze dne 16. května 2012, kterým se zřizuje seznam schválených zdravotních tvrzení při označování potravin jiných než tvrzení o snížení rizika onemocnění a o vývoji a zdraví dětí, v platném znění.

PIETZAK, Michelle. Immunologic Reactions to Wheat. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health* [online]. Elsevier, 2014, 133 [cit. 2017-03-13]. DOI: 10.1016/B978-0-12-401716-0.00011-8. ISBN 9780124017160. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124017160000118>

Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 828/2014 ze dne 30. července 2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům, v platném znění.

PSOTOVÁ, Adéla. *Stanovení stravitelnosti a vlákniny v müsli* [online]. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.

PŘÍHODA, Josef, Marie HRUŠKOVÁ a Pavel SKŘIVAN. *Cereální chemie a technologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-530-7.

ROP, Otakar, Jiri MLCEK, Tunde JURIKOVA, Jarmila NEUGEBAUEROVA a Jindriska VABKOVA. Edible Flowers - A New Promising Source of Mineral Elements in Human Nutrition. *Molecules* [online]. 2012, **17**(12), 6672-6683 [cit. 2017-03-18]. DOI: 10.3390/molecules17066672. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <http://web.b.ebsco-host.com.proxy.k.utb.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=2f0b2e2e-a915-43eb-b3ae-a6fab8ed1b08%40sessionmgr101&hid=115>

SHAHIDI, Fereidoon. Nutraceuticals and functional foods: Whole versus processed foods. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2009, **20**(9), 376-387 [cit. 2017-04-06]. DOI: 10.1016/j.tifs.2008.08.004. ISSN 09242244. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S092422440800229X>

SHELKE, Kapil a Reuben Aaron MILLER. Almonds for Nutritious and Delightful Breakfast Cereals. *Cereal Foods World* [online]. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2012, **57**(2), 64-67 [cit. 2017-03-28]. ISSN 01466283. Dostupné z: <http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/1010053604?accountid=15518>

SHEWRY, Peter R. Improving the protein content and composition of cereal grain. *Journal of Cereal Science* [online]. 2007, **46**(3), 239-250 [cit. 2017-04-06]. DOI: 10.1016/j.jcs.2007.06.006. ISSN 07335210. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S073352100700118X>

SLÍVA, Jiří a Juraj MINÁRIK. *Doplňky stravy*. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-169-7.

STRÁNSKÁ, Karla a Michaela ANDĚLOVÁ. *Referenční hodnoty pro příjem živin: Vlákna*. V ČR 1. vyd. Praha: Společnost pro výživu, 2011. ISBN 978-80-254-6987-3.

SUMCZYNSKI, Daniela, Zuzana BŮBELOVÁ a Miroslav FIŠERA. Determination of chemical, insoluble dietary fibre, neutral-detergent fibre and in vitro digestibility in rice types commercialized in Czech markets. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2015a, **40**, 8-13 [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.1016/j.jfca.2014.12.007. ISSN 08891575. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0889157515000216>

SVOBODA, Zdeněk, Renata MIKULÍKOVÁ, Sylvie BĚLÁKOVÁ, Karolína BENEŠOVÁ a Zdeněk NESVADBA. Stanovení obsahu lipidů a zastoupení mastných kyselin v obilkách ječmene a ve sladu: Stanovení obsahu lipidů. *Kvasný průmysl* [online]. Praha, 2009, **55**(11-12), 315-320 [cit. 2017-04-04]. ISSN 0023-5830. Dostupné z: <http://kvasnyprumysl.cz/pdfs/kpr/2009/11/03.pdf>

SUMCZYNSKI, Daniela, Zuzana BUBELOVA, Jan SNEYD, Susanne ERB-WEBER a Jiri MLCEK. Total phenolics, flavonoids, antioxidant activity, crude fibre and digestibility in non-traditional wheat flakes and muesli. *Food Chemistry* [online]. 2015b, **174**, 319-325 [cit. 2017-04-09]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.065. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0308814614017944>

TROUT, David a Kay M. BEHALL. Prediction of glycemic index among high sugar, low starch foods. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* [online]. Taylor & Francis Ltd., 1999, **50**(2), 135-144 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://web.a.ebsco-host.com.proxy.k.utb.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=be14c958-04b4-4796-898e-7a80616956bb%40sessionmgr4006&vid=0&hid=4112>

UTB. Stanovení škrobu podle Ewarse. *Návody do laboratorního cvičení* [online]. Zlín, [2017], 3-4 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: www.utb.cz/file/43782_1_1/

VLČKOVÁ, Eva. Glutenová neuropatie. *Neurologie pro praxi* [online]. Brno, 2015, **16**(6), 352-357 [cit. 2017-03-13]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/06/09.pdf>

VORLÍČEK, Jiří, Jitka ABRAHÁMOVÁ a Hilda VORLÍČKOVÁ. *Klinická onkologie pro sestry*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3742-3.

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin, v platném znění.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování, v platném znění.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 329/1997 Sb., kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena, v platném znění.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb., kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, v platném znění.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 398/2016 Sb., kterou se stanoví požadavky na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici, v platném znění.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CF	Crude Fiber – Hrubá vláknina
ČSN	Česká technická norma
DMD	Dry Matter Digestibility – Stravitelnost sušiny
LDL	Low Density Lipoprotein
MK	Mastná kyselina
NDČ	Neutrálně-detergentní činidlo
NDF	Neutral Detergent Fiber – Neutrálně-detergentní vláknina
NDR	Neutrálně-detergentní roztok
OMD	Organic Matter Digestibility – Stravitelnost organické sušiny
SD	Směrodatná odchylka
TAG	Triacylglycerol

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 Vzorek bezlepkové müsli směsi s jedlými květy č. 1.....	38
Obrázek č. 2 Vzorek bezlepkové müsli směsi s jedlými květy č. 2.....	38
Obrázek č. 3 Vzorek bezlepkové müsli směsi s jedlými květy č. 3.....	38
Obrázek č. 4 Vzorek bezlepkové müsli směsi s jedlými květy č. 4.....	38
Obrázek č. 5 Vzorek bezlepkové müsli směsi s jedlými květy č. 5.....	38
Obrázek č. 6 Vzorek bezlepkové müsli směsi s jedlými květy č. 6.....	38
Obrázek č. 7 Vzorek bezlepkové müsli směsi s jedlými květy č. 7.....	39

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 Obsah sacharidů v bezlepkových vločkách v bio kvalitě.....	17
Tabulka č. 2 Receptury vzorků bezlepkových müsli směsí s jedlými květy.....	37
Tabulka č. 3 Výsledky obsahu vlhkosti u analyzovaných vzorků müsli.....	50
Tabulka č. 4 Výsledky obsahu popela v sušině u analyzovaných vzorků müsli.....	51
Tabulka č. 5 Výsledky obsahu hrubé bílkoviny v sušině u analyzovaných vzorků müsli...	52
Tabulka č. 6 Výsledky obsahu lipidů v sušině u analyzovaných vzorků müsli.....	53
Tabulka č. 7 Výsledky obsahu škrobu v sušině u analyzovaných vzorků müsli.....	54
Tabulka č. 8 Výsledky obsahu CF v sušině u analyzovaných vzorků müsli.....	55
Tabulka č. 9 Výsledky obsahu NDF v sušině u analyzovaných vzorků müsli.....	56
Tabulka č. 10 Výsledky DMD a OMD u analyzovaných vzorků müsli.....	57