

Stanovení stravitelnosti a vlákniny v müsli

Adéla Psotová

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Adéla PSOTOVÁ**
Osobní číslo: **T09130**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Stanovení stravitelnosti a vlákniny v müsli**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část:

1. Stručně charakterizovat obiloviny a výrobky na bázi müsli.
2. Popsat stravitelnost hlavních živin v našem těle, definovat pojem vláknina, uvést základní charakteristiku vlákniny.

II. Praktická část:

1. Prakticky stanovit obsah sušiny, popela, stravitelnost a vlákninu u sedmi vybraných vzorků müsli.
2. Diskuze výsledků, formulace závěrů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **KUČEROVÁ, Jindřiška: Technologie cereálií. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN: 978-80-7157-811-6. Dotisk 2008.**
2. **VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin 1. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN: 80-902391-3-7.**
3. **ŘEZÁČOVÁ, Martina a Alena STOKLASOVÁ. Základy biochemie lidského organismu. Praha: Karolinum, 2008. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN: 978-80-246-1510-3.**
4. **WOOD, Peter, J. Cereal Beta-glucans in dieth and health. Journal of Cereal Science. Is.I.I: Elsevier, 2007, 46(3), 230-238. ISSN: 0733-5210.**
5. **RANKEN, M., D., R. C. KILL and C. G. J. BAKER: Food Industries Manual. 24th ed. [London]: Blackie Academic and Professional, 1997. ISBN: 0-7514-0404-7.**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

1. února 2012

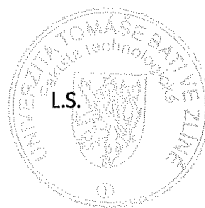
Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 10. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: PSOTOVA ADELA

Obor: CHTP

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 obhajoby¹⁾;
- 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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ 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, považuji 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 2.5.2012

Prohlašuji Adela

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 ošetřeny pracovními dny 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 vzdělávacímu 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 chybného projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užívat 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 přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Teoretická část bakalářské práce se zabývá základními dostupnými druhy müsli v ČR a charakteristikou komponent, ze kterých je müsli složeno. Nejrozsáhlejší prostor je proto věnován obilovinám. Tato práce se zabývá i technologickým zpracováním ovoce a krátce charakterizuje i chemické složení ořechů, semínek a nejpoužívanějších pseudocereálií pro výrobu müsli. Poslední kapitola teoretické části je pak zaměřena na biochemický popis trávení sacharidů, tuků a bílkovin. Praktická část práce je zaměřena na stanovení sušiny, vlhkosti, popela, neutrálně-detergentní vlákniny a stravitelnosti v sedmi vybraných druzích sypaného müsli dostupného na trhu ČR.

Klíčová slova: müsli, obiloviny, neutrálně-detergentní vláknina, stravitelnost

ABSTRACT

Theoretical part of this thesis is focused on kind of muesli and characterizes its components. In terms of components is the largest area devoted to cereals. This thesis also deals with technological processing and there is a briefly characterized the chemical composition of nuts, seeds and pseudocereals whose the most are widely used for production of muesli. Last chapter is focused on the biochemical description of the digestibility of carbohydrates, lipids and proteins. The practical part is focused on the determination of dry matter, moisture, ash, neutral-detergent fiber and digestibility of seven selected species loose muesli which is available on the market in the ČR.

Keywords: muesli, cereals, neutral-detergent fiber, digestibility

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za odborné vedení, poskytnuté rady, připomínky, trpělivost i čas, který mi věnovala.

Mé díky patří též paní laborantce Ing. Lence Fojtíkové.

Dále bych chtěla poděkovat i své rodině za podporu během studia.

„Důkazem vysokého vzdělání je schopnost mluvit o největších věcech nejjednodušším způsobem“.

David Hume

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 MÜSLI	12
1.1 VZNIK POJMU MÜSLI.....	12
1.2 DEFINICE POJMU MÜSLI Z HLEDISKA LEGISLATIVY ČR.....	12
1.3 DRUHY MÜSLI DOSTUPNÉ NA TUZEMSKÉM TRHU	12
1.4 MÜSLI A VÝŽIVA	14
2 OBILOVINY – HLAVNÍ SLOŽKA MÜSLI	15
2.1 STAVBA A SLOŽENÍ OBILNÉHO ZRNA.....	15
2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILNÝCH ZRN	16
2.2.1 Sacharidy.....	16
2.2.1.1 Škrob.....	16
2.2.2 Vlákna.....	17
2.2.2.1 Celulóza	18
2.2.2.2 Lignin.....	18
2.2.2.3 β -glukany	18
2.2.3 Bílkoviny.....	19
2.2.4 Lipidy	19
2.2.5 Minerální látky a kyselina fytová	19
2.2.6 Vitaminy.....	20
2.2.7 Biologicky významné protektivní látky	20
2.3 NEJČASTĚJŠÍ DRUHY OBILOVIN POUŽÍVANÉ PRO VÝROBU MÜSLI	21
2.3.1 Oves setý (<i>Avena sativa</i>).....	21
2.3.2 Ječmen víceřadý (setý) (<i>Hordeum vulgare</i>)	21
2.3.3 Pšenice obecná (setá) (<i>Triticum aestivum</i>).....	21
2.3.4 Kukuřice setá (<i>Zea mays</i>).....	22
2.3.5 Žito seté (<i>Secale cereale</i>)	22
2.4 PSEUDOCEREÁLIE POUŽÍVANÉ PRO VÝROBU MÜSLI	23
2.4.1 Amarant (<i>Amaranthus</i> sp.).....	23
2.4.2 Pohanka stělovitá (<i>Fagopyrum esculentum</i>).....	23
3 ZPRACOVÁNÍ SUROVIN POUŽITÝCH V MÜSLI	24
3.1 ZPRACOVÁNÍ VLOČEK URČENÝCH PRO CEREÁLNÍ SNÍDANĚ	24
3.1.1 Výroba kukuřičných lupínků (cornflakes).....	25
3.2 VÝROBA VLOČEK Z FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉHO HLEDISKA	25
3.3 OVOCNÁ SLOŽKA MÜSLI	26
3.3.1 Sušené ovoce	26
3.3.2 Výroba texturizovaných ovocných kousků	26
3.3.3 Lyofilizované ovoce	27
3.3.4 Suché skořápkové plody.....	27
3.3.5 Semínka.....	28

4	STRAVITELNOST SACHARIDŮ, TUKŮ A BÍLKOVIN.....	29
4.1	STRAVITELNOST SACHARIDŮ	29
4.2	STRAVITELNOST TUKŮ.....	29
4.3	STRAVITELNOST BÍLKOVIN	30
II	PRAKTICKÁ ČÁST	31
5	CÍL PRÁCE	32
6	METODIKA	33
6.1	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE	33
6.2	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY	33
6.3	ANALYZOVANÉ VZORKY	34
6.3.1	Charakteristika vzorků	34
6.4	GRAVIMETRICKÉ STANOVENÍ MNOŽSTVÍ OBILNÉ A OVOCNÉ SLOŽKY MÜSLI	38
6.5	STANOVENÍ VLHKOSTI A SUŠINY	38
6.6	STANOVENÍ POPELA.....	39
6.7	STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ-DETERGENTNÍ VLÁKNINY	40
6.8	STANOVENÍ STRAVITELNOSTI KOMBINOVANOU HYDROLÝZOU PEPSINEM A PANKREATINEM	41
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	44
7.1	GRAVIMETRICKÉ STANOVENÍ MNOŽSTVÍ OBILNÉ A OVOCNÉ SLOŽKY MÜSLI	44
7.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ SUŠINY A VLHKOSTI.....	45
7.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ POPELA	46
7.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ-DETERGENTNÍ VLÁKNINY	47
7.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ STRAVITELNOSTI.....	48
	ZÁVĚR	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK.....	60
	SEZNAM PŘÍLOH.....	61

ÚVOD

Pojem müsli je možno přeložit jako směs či kaše. První výrobek nesoucí název „müsli“ vznikl již na počátku 20. století a původně byl součástí jídelníčku pro pacienty léčící se v sanatoriu v Curychu. V dnešní době se pojem müsli stal synonymem pro „zdravou a rychlou snídani“. V tržní síti ČR se nachází nepřehledné množství různých druhů müsli, které lze v zásadě rozdělit na sypané a zapékané, lišící se technologií výroby. Zapékaná verze se od té sypané liší zejména vyšší energetickou hodnotou, která je daná především použitím oleje k zapékání, či použitím sladového extraktu a fruktózového sirupu. Hlavní součástí müsli tvoří různé druhy obilovin či pseudocereálií, které jsou kombinovány nejčastěji se sušeným ovocem, ořechy, popřípadě semínky. Obiloviny jsou podstatnou součástí nutričně vyvážené stravy díky obsahu škrobu, vlákniny (pokud jsou zachovány obalové vrstvy zrna), rostlinných bílkovin, vitaminů a barviv. Vstřebatelnost minerálií je ovšem stejně jako u ostatních potravin rostlinného původu snižena z důvodu výskytu vyššího množství kyseliny fytové.

Cílem teoretické části této práce bylo charakterizovat výrobek müsli, popsat jeho složení, charakterizovat jednotlivé složky (zejména obiloviny, které tvoří hlavní část výrobku) a nastínit technologii zpracování použitých surovin.

Cílem praktické části bakalářské práce bylo stanovení sušiny, vlhkosti, popela, neutrálně-detergentní vlákniny a stravitelnosti u sedmi vybraných vzorků sypaného müsli. Ke zjištění neutrálně-detergentní vlákniny byl použit přístroj ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer, stravitelnost vzorků müsli byla zjišťována *in vitro* kombinovanou hydrolyzou pepsinem a pankreatinem s pomocí inkubátoru Daisy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MÜSLI

1.1 Vznik pojmu müsli

Pojem müsli vznikl z dialektu švýcarské němčiny a v překladu znamená něco jako „směs“ nebo „kaše“. První pokrm tohoto jména připravil již na počátku 20. století švýcarský lékař Maxmilián Bircher-Benner (1867 – 1939) pro pacienty léčící se v jeho sanatoriu v Curychu [1]. Základem originálního receptu, nazývaného Bircher müsli, byla strouhaná jablka, která se do pokrmu zpracovávala celá, tj. včetně slupky a jádřince s jádérky. Dále se přidalo sladké kondenzované mléko, voda, v níž se několik hodin namáčely ovesné vločky, šťáva z půlky citronu a ořechy (mandle, lískové ořechy, vlašské ořechy nebo jejich kombinace) [2].

1.2 Definice pojmu müsli z hlediska legislativy ČR

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. se pojmem müsli rozumí směs mlýnských obilných výrobků, upravených vločkováním, extrudováním 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 [3].

1.3 Druhy müsli dostupné na tuzemském trhu

Obchodní řetězce v ČR nabízejí v zásadě dva základní druhy müsli: sypané a zapékané [5]. **Sypané müsli** je vlastně směs technologicky upravených vloček z různých druhů obilovin. Cereální složku tvoří instantní obilné vločky a extrudované obilné polotovary [6]. Nejčastěji se používají ovesné, pšeničné, ječné, žitné vločky a kukuřičné lupínky (corn flakes) v různých kombinacích. K dostání jsou i müsli složená z tzv. pseudocereálií, např. pohankové müsli s amarantem [4]. K vločkám se nejčastěji přidávají různé druhy sušeného ovoce nebo suchých plodů, které zvyšují nutriční hodnotu [5, 6].

Zapékané müsli (označuje se také jako crunch, křupavé müsli) obsahuje kromě výše jmenovaných složek, např. i přídavek aroma, kořenících směsí, skořice, medu, čokolády či jiných pochutin [7]. Další odlišností od sypané verze je samotné zapékání či smažení, které se nejčastěji provádí s přídavkem palmového oleje [5]. Druh crunch se vyrábí spojením

suchých komponent sladovým extraktem a fruktózovým sirupem. Výrobek pak má hrudkovitou konzistenci [6]. Zapékaná verze müsli je tudíž energeticky vydatnější než sypaná [5].

Tabulka 1: Srovnání sypaného a zapékaného müsli s ovocem od firmy Emco, spol. s.r.o.

Průměrné výživové hodnoty ve 100 g		
Název	Mysli křupavé s kousky ovoce	Mysli lehké a křehké s kousky jižního ovoce
Výrobce	Emco	Emco
Energetická hodnota (kJ; kcal)	1658; 396	1388; 331
Bílkoviny (g)	6,3	9,6
Sacharidy (g)	64,6	65,6
z toho cukry (g)	32,1	19,1
Tuky (g)	12,4	3,4
z toho nasycené mastné kyseliny (g)	4,4	0,6
Vláknina (g)	6	8,4
Sodík (g)	0,026	0,01
Balení (g)	750	375

Tabulka 2: Srovnání sypaného a zapékaného müsli se suchými skořápkovými plody (ořechy) od firmy Emco, spol. s.r.o.

Průměrné výživové hodnoty ve 100 g		
Název	Mysli křupavé s ořechy	Mysli lehké a křehké se semínky a oříšky
Výrobce	Emco	Emco
Energetická hodnota (kJ; kcal)	1825; 436	1689; 403
Bílkoviny (g)	10,1	14,7
Sacharidy (g)	50,5	53,5
z toho cukry (g)	20,2	3,6
Tuky (g)	20,4	14,6
z toho nasycené mastné kyseliny (g)	4,8	2,1
Vláknina (g)	10,2	8,5
Sodík (g)	0,03	0,007
Balení (g)	375	375

1.4 Müsli a výživa

Konzumace vybraných druhů müsli přispívá k naplnění některých nutričních parametrů uvedených v dokumentu Konečné znění Výživových doporučení pro obyvatelstvo ČR [8]. Jedná se o příjem sacharidů (zejména polysacharidů), rostlinných bílkovin, tuků a některých vitaminů zejména skupiny B. Obiloviny obsažené v müsli jsou bohaté i na cenné minerální látky, nicméně jejich využitelnost je limitovaná přítomností antinutričních látek – zejména kyseliny fytové [9, 10]. Velmi důležitý je obsah vlákniny. Denní příjem vlákniny by měl být 30 g jako prevence především nádorových onemocnění, z toho 6 g by měla tvořit rozpustná vláknina [11]. V ČR je však denní příjem mnohem nižší – jen okolo 12 g [5]. Müsli, zejména sypané, s vyšším podílem celých zrn a zachovanými obalovými vrstvami je tedy dobrým zdrojem vlákniny (viz. Tabulka 1 a 2). Důležité je zároveň sledovat i energetickou hodnotu müsli, která je poměrně hodně vysoká i v případě sypaného müsli. Toto je dáno zejména vysokým obsahem sušiny (zkonzentrování živin) [9]. V rámci sušiny zvedá energetickou hodnotu zejména podíl tuku (jak je patrné z Tabulky 1) jehož strávením tělo získá nejvíce energie [12]. Nicméně nelze přehlížet ani podíl jednoduchých cukrů. Dle doporučení [8] by denní příjem neměl překročit 60 g. Množství jednoduchých cukrů v müsli (Tabulka 1 a 2) se po přepočítání na porci (30 g) pohybuje v rozmezí 1,08 – 9,63 g. Z těchto důvodů je žádoucí dodržovat dávkování uvedené výrobcem (obvykle 30 – 40 g).

Grafické vyjádření výživových doporučení je pro jednodušší orientaci pro laickou veřejnost uvedeno v tzv. potravinové pyramidě (Příloha I.). Z ní je patrné, že největší objem potravin za den by měli tvořit obiloviny a výrobky na jejich bázi.

2 OBILOVINY – HLAVNÍ SLOŽKA MÜSLI

Obiloviny hrají v životě člověka podstatnou úlohu. Pro svůj vysoký obsah sacharidů by měly spolu se zeleninou a ovocem tvořit 50 % příjmu potravy [11].

2.1 Stavba a složení obilného zrna

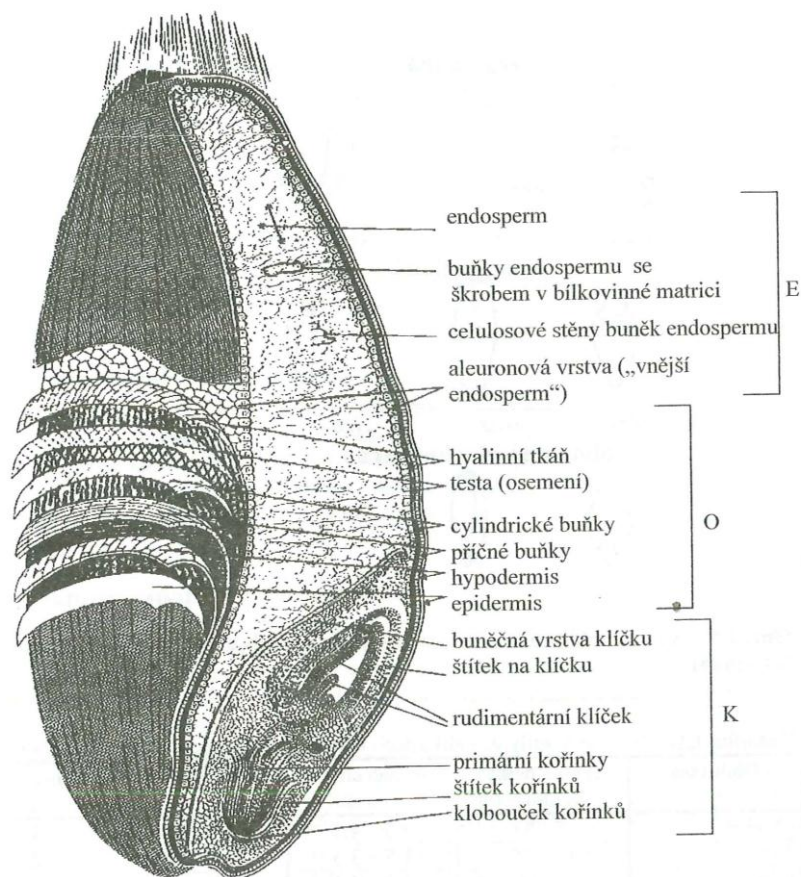
Obilka je složena z obalových vrstev, endospermu a klíčku [11].

Obalové vrstvy (oplodí a osemení) chrání obilku před vnějšími vlivy, v mlýnské technologii se označují jako otruby. **Oplodí**, tvořené především celulózou, chrání zrna před mechanickým poškozením a krátkodobými účinky vody a škodlivých látek. Buňky **osemení** obsahují barviva a určují tak vzhled zrna [11, 13].

Aleuronová vrstva se nachází mezi obalovými vrstvami a endospermem. Obsahuje protoplazmatické bílkoviny, tuky, vitaminy a minerální látky [11, 13].

Endosperm (vnitřní obsah zrna) tvoří největší podíl zrna a zároveň je také jeho technologicky nejvýznamnější částí. Obsahuje především škrob, ale i bílkoviny, které mají největší vliv na pekárenskou kvalitu výrobků [11].

Klíček (embryo) je nositelem genetické informace. Jedná se o nejméně stabilní část zrna, která velmi rychle podléhá oxidačním a enzymovým změnám, což se negativně podepisuje na sensorické kvalitě obilných výrobků. Při mlýnském zpracování je od zrna oddělován. Skládá se z lipidů, jednoduchých sacharidů, bílkovin, enzymů a vitaminů rozpustných v tucích (vit. E) a rozpustných ve vodě (vit. C a vitaminy skupiny B) [11, 13].



Obrázek 1: Anatomická stavba pšeničného zrna: E - vrstva přecházející při mletí do mouky, O – do otrub, K – odstraňovaná s klíčkem [13]

2.2 Chemické složení obilných zrn

2.2.1 Sacharidy

Monosacharidů neboli volných cukrů, se zde nachází okolo 1 – 2 %, a to především sacharózy, v menší míře maltózy. Ojedinele se vyskytuje glukóza či fruktóza. Polysacharidy v obilném zrně převažují. Dělí se nejčastěji na škrobové a neškrobové (především složky vlákniny) [14].

2.2.1.1 Škrob

Škrob je zásobní látkou rostlin. Chemicky se jedná o polysacharid, jehož základní jednotkou je glukóza. Jednotlivé glukózové jednotky jsou spojeny α -(1,4)-glykosidovou vazbou a

α -(1,6)-glykosidovou vazbou. Glykosidovou vazbu α -(1,4) obsahuje amyulóza, obě výše uvedené vazby pak amylopektin. Amyulóza se rozpouští ve vodě, amylopektin však pouze bobtná, proto škrob vytváří s vodou za tepla pouze gelovitý maz [6].

Škrob se při trávení pozvolna odbourává, dochází k postupnému vyplavování glukózy do krve. Díky tomuto efektu není tolik zatěžována slinivka břišní, ze které se do krve vyplavuje inzulin a glukagon, hormony, jejichž úkolem je udržovat hladinu glukózy ve fyziologických mezích ($3,6 - 5,6 \text{ mmol.l}^{-1}$) [12, 15]. Stravitelnost škrobu závisí také na způsobu úpravy a skladování potraviny. Škroby se tedy dají rozdělit na rychle stravitelné, pomalu stravitelné a rezistentní (částečně nebo zcela nestravitelné) [16]. **Rezistentní škrob** se nejvíce nachází v obilovinách. Převládající formou je amylopektin. Jeho působení je obdobné jako v případě rozpustné vlákniny [17]. Modelové studie na zvířatech ukazují, že rezistentní škrob inhibuje chemicky indukované rakovinotvorné látky v tlustém střevě krys [18]. Množství rezistentního škrobu se u snídaňových cereálií pohybuje pod 3 % (podobně jako u chleba a těstovin). Rezistentní škrob se tvoří při chlazení tepelně zpracovaných škrobnatých potravin. Jeho množství je závislé na botanickém druhu rostliny, poměru amylózy a amylopektinu, technologických podmínkách zpracování (teplota, množství vody, chlazení) a skladování [19]. Z hlediska výrobků typu cereální snídaně se mezi rezistentní škroby řadí i retrogradovaný škrob (tj. s minimálním množstvím vázané vody) kukuřičných lupínků [16]. Trávením sacharidů se podrobněji zabývá kapitola 4.1 Stravitelnost sacharidů.

2.2.2 Vlákna

Nejvyšší množství vlákniny se nachází v otrubách [11]. Jako vlákna se označují polysacharidy rostlinného původu, které jsou rezistentní k natrávení enzymy člověka v gastrointestinálním traktu. Částečně natrávit tyto polysacharidy dokáží bakterie tlustého střeva. Vlákna se dělí na rozpustnou a hrubou nerozpustnou [20].

Mezi **nerozpustnou hrubou vlákninu** je řazena celulóza, hemicelulóza, lignin (není polysacharidem). Tento typ vlákniny je charakterizován zvyšováním objemu stolice, zadržováním vody v ní a zkracováním doby průchodu potravy trávicím traktem. Zejména urychlením peristaltiky střev napomáhá tento typ vlákniny proti chronickým zácpám a nádorům tlustého střeva [11, 20, 21].

Rozpustnou vlákninu tvoří zejména β -glukany, inulin, kyselina guarová (rostlinné gummy a slizy) a pektiny. Rozpustná vláknina váže vodu ve stolici, čímž zvyšuje její hmotnost. Vázaná voda napomáhá k vytvoření gelovité struktury, která vytváří ochrannou vrstvu mezi střevní stěnou tlustého střeva a patogenními mikroorganismy [17]. Dále snižuje celkový cholesterol tím, že váže LDL-cholesterol a žlučové kyseliny. Snižením hladiny LDL-cholesterolu v krvi se zároveň snižuje riziko vzniku kardiovaskulárního onemocnění a aterosklerózy. Rozpustná vláknina má schopnost nabobtnat a tím dříve vyvolat pocit nasycení. Oproti nerozpustné vláknině je částečně fermentována bakteriemi žijícími v tlustém střevě za vzniku mastných kyselin s krátkým řetězcem. Hovoří se o prebiotických účincích vlákniny [17, 18, 20, 21].

Doporučená dávka vlákniny pro dospělého člověka by měla být 30 g za den, z toho 6 g má připadat na vlákninu rozpustnou [11].

2.2.2.1 Celulóza

Skládá se z řetězce glukózových jednotek spojených vazbou β -(1,4). Je zcela nerozpustná a za normálních teplot výrazně nebobtná. Tvoří hlavní součást obalů a buněčných stěn. Relativně nejvyšší množství, přes 10 %, obsahuje oves, naopak relativně nejméně, okolo 1,6 %, se nachází v pšenici [6, 11].

2.2.2.2 Lignin

Jedná se o kopolymer fenylypropanových jednotek nepravidelně vázaných do trojrozměrných struktur eterovými vazbami nebo vazbami mezi dvěma atomy uhlíku. V obilovinách je součástí aleuronových a subaleuronových buněk. Poměrně vysoké zastoupení má v otrubách (okolo 8 %). V trávicím traktu se nerozkládá, pouze se štěpí vazby mezi ním a ostatními polymery [16].

2.2.2.3 β -glukany

Jedná se o rozpustné polysacharidy, které jsou ve větší míře obsaženy v ječmeni a ovsu [19]. Dalšími dobrými zdroji jsou i žito a pšenice. Obsah β -glukanů v ovsu a ječmeni se pohybuje mezi 3 až 7 %, dle Gua [18] může být obsah β -glukanů v ječmeni až 11 %, žito obsahuje okolo 2 % a pšenice méně než 0,5 %. Kromě vazeb β -(1,4) obsahují i vazby β -(1,3), a to v přibližném poměru 3:1. Obsahují také větvené řetězce, které mají podíl na

schopnosti β -glukanů vytvářet vysokoviskózní gely. Kromě snižování cholesterolu v krvi brání i rychlému růstu hladiny glukózy v krvi [6, 22].

2.2.3 Bílkoviny

Zralá zrna obsahují podle druhů a odrůd okolo 6 – 16 % bílkovin. Největší zastoupení má kyselina glutamová, resp. její amin – glutamin a prolin. Naopak nejnižší zastoupení mají esenciální aminokyseliny lyzin, treonin a tryptofan [11].

Proteiny mohou tvořit jednoduché bílkoviny nebo složené, které obsahují v molekule ještě jiné látky nebílkovinné povahy (např. sacharidy nebo lipidy) [11]. Hlavními zásobními bílkovinami v pšenici jsou gliadiny a gluteniny, v kukuřici zein, v ječmeni hordeiny a gluteniny a v ovsu albuminy a globuliny. Kvalita bílkovin v potravě se posuzuje podle podílu esenciálních aminokyselin. Limitující aminokyselinou se označuje esenciální aminokyselina, která je dodávána potravou v nejmenším množství vzhledem k potřebě. U obilovin je to lyzin, s výjimkou žita, ve kterém je limitující aminokyselinou tryptofan [14]. Vztaheno ke kaseinu (100) je vysoká využitelnost bílkovin např. u extrudovaných, lehce pražených obilných výrobků (69,9), naopak velmi nízká je využitelnost extrudovaných opečených výrobků (2,8). Tento rozdíl lze částečně vysvětlit sníženou dostupností lyzinu [9].

2.2.4 Lipidy

Obilná zrna jsou na lipidy chudá, s výjimkou ovsa obsahujícího v celém zrnu okolo 6 % lipidů. Lipidy obilovin se v největším množství nachází v klíčku. V endospermu, se nachází okolo 3,3 % lipidů. Nenasycené mastné kyseliny tvoří více než 75 % všech mastných kyselin, nejvyšší zastoupení má kyselina linolová [13, 14]. V obilovinách se také nachází lipofilní pigmenty, zejména karotenoidy, žlutá a oranžová barviva [13].

2.2.5 Minerální látky a kyselina fytová

Minerální látky se nacházejí ve větším množství v obalových vrstvách. Obsah popela se v celých zrnech pohybuje v rozmezí 1,25 – 2,50 %. Obiloviny obsahují poměrně málo sodíku, ale jsou dobrým zdrojem draslíku, železa, zinku, vápníku a hořčíku. Ve stopových množstvích obsahují selen [13, 14]. Problémem minerálních látek v obilovinách je však jejich nízká využitelnost z důvodu vazby na kyselinu fytovou [10]. Kyselina fytová je přítomna ve formě rozpustných solí fytátů v obalových vrstvách obilky, kde slouží jako zá-

sobní látka fosforu při klíčení semen [17]. Hlavní formou je však smíšená vápenatá a hořečnatá sůl nazývaná fytin. Kyselina fytová má schopnost vázat na 1 svou molekulu 6 molekul hořčíku, vápníku nebo dvojmocného železa. Vázat se však mohou i ionty niklu, kobaltu a manganu. Velmi stabilní komplexy tvoří se zinkem a mědí. Tyto sloučeniny nejsou v lidském těle rozložitelné, proto takto vázané kovy nelze využít [9, 10, 11, 13]. Přítomnost kyseliny fytové má též vliv na funkci a nutriční vlastnosti bílkovin, protože s nimi tvoří při nízkém pH komplex (velmi málo komplexů tvoří fytáty s pšeničnými bílkovinami) a inhibuje aktivitu některých enzymů (trypsin, pepsin a α -amylázu) [9]. V rostlinných i živočišných tělech funguje např. i jako antioxidant a antikarcinogen [10]. Při vyšším tlaku dochází k částečné hydrolyze kyseliny fytové, např. při vločkování se zničí okolo 33 %, při pufování zhruba 70 % [9]. Hydrolyzuje se také při klíčení, působením droždí a při pečení chleba [17].

2.2.6 Vitaminy

Obsah vitaminů v endospermu je nízký, v obilném zrně se nachází zejména v obalových vrstvách a klíčku. Vesměs se jedná o vitaminy skupiny B (tiamin, riboflavin, kyselinu nikotinovou, kyselinu pantotenovou) a vitamin E (tokoferoly) [11, 13]. Okolo 50 % tiaminu je zničeno při drcení pšenice či při extruzi a téměř 100 % při pufování a loupání. Naopak na riboflavin, pyridoxin, niacin a kyselinu listovou nemají tyto procesy téměř žádný účinek [9].

2.2.7 Biologicky významné protektivní látky

Fytoestrogeny mohou snižovat celkový i LDL cholesterol. Lignany, které se řadí do skupiny fytoestrogenů, mají antioxidantní účinek. Slouží k prevenci kardiovaskulárních a některých nádorových onemocnění (prostaty, prsu). Nejvíce se jich nachází v pšenici, žitu, ovesných vločkách a ječmenu. Dalšími látkami jsou fenolové sloučeniny. Do této skupiny patří např. fenolové kyseliny, kumariny či flavonoidy [17]. Cholin je významný pro nervomotorickou činnost. V obilném zrně je rozložen rovnoměrně, proto je jeho dobrým zdrojem i nízko vymletá mouka [13].

2.3 Nejčastější druhy obilovin používané pro výrobu müsli

2.3.1 Oves setý (*Avena sativa*)

Obsahuje 13,0 % vody, velké množství rozpustné vlákniny (především β -glukanů, 3 - 7 % [18]), bílkoviny s hodnotnou skladbou aminokyselin (lyzin), vitamin E, některé vitaminy skupiny B, železo, vápník, hořčík, zinek, mangan, fosfor, kyseliny olejovou, linolovou a linolenovou a lipidy. Množství lipidů je 5,7 %, bílkovin 12,6 % a minerálních látek 2,9 %. Necelých 54 % bílkovin tvoří glutelin (avenin), okolo 20 % albumin, 14 % gliadin a necelých 12 % globulin (avenalin). Limitujícími aminokyselinami jsou lyzin a izoleucin. Množství škrobu je lehce podprůměrné (40,1 %) [13, 16, 23]. Ovesné snídaňové cereálie jsou bohatým zdrojem polyfenolů a mají vysoký antioxidační potenciál. Množství polyfenolů v průměrné porci (40 g) ovesných cereálií je srovnatelné s množstvím těchto látek v ovoci a zelenině [24]. Oves je k dostání ve formě ovesných vloček, mouky, otrub nebo šrotu. Celé ovesné obilky se nijak neupravují, takže obal zrna i výživný klíček zůstávají neporušené [23]. Kvůli vyššímu obsahu lipidů se v porovnání s ostatními obilninami objevuje problém žluknutí či autooxidace [13, 17].

2.3.2 Ječmen víceřadý (setý) (*Hordeum vulgare*)

Potravinářský ječmen se zpracovává na slad, kroupy, krupky, mouku, vločky, lupínky, kávové náhražky (např. melta) apod. [14]. Ječné obilky obsahují hrubou vlákninu tvořenou neškrobovými polysacharidy s ligninem a rozpustnou vlákninou, jejíž součástí jsou β -glukany (jejich obsah může být až 11 % [18]). Ječmen obsahuje průměrné množství bílkovin (10,6 %). Glutelin (hordenin) je nejvíce zastoupená frakce bílkovin (okolo 54,5 %), 25,0 % tvoří gliadin (hordein), zbytek připadá na albumin a globulin. Limitujícími aminokyselinami jsou lyzin a leucin. Lipidy zaujímají 2,1 % a škrob tvoří 52,2 %. Z minerálií se uvádí vápník, fosfor, železo, hořčík a vitaminy skupiny B. Množství minerálních látek je 2,3 %. Voda tvoří 11,7 %, což je, z obilovin zde uvedených, nejnižší množství. U výrobků z ječmene byly zjištěny antivirové a protirakovinné schopnosti [13, 16, 23].

2.3.3 Pšenice obecná (setá) (*Triticum aestivum*)

Nejčastěji pěstovaná obilnina na světě, taxonomicky řazena k rodu *Triticum*. Komerčně nejdůležitější je pšenice obecná (setá) a tvrdá (používaná především na výrobu těstovin).

Největší výživovou hodnotu mají celá a neupravená zrna, která jsou výborným zdrojem vlákniny a bohatá na vitaminy skupiny B, vitamin E, železo, zinek a selen. Celkové množství minerálních látek odpovídá 1,5 %. Obsah vody 13,7 %. Nejdůležitější bílkovinou je gluten (lepek), který vzniká z glutelinu a gliadinu po přidavku vody do mouky. U citlivých jedinců vyvolává onemocnění nazývané celiakie. Pšeničný glutelin se nazývá glutenin a zaujímá téměř 46 % zrna, gliadin okolo 33 %. Pšeničný albumin se pojmenovává leukosin a globulin se označuje jako edestin. Limitující aminokyselinou je lyzin. Pšenice obsahuje 59,2 % škrobu a 2,2 % lipidů [14, 16, 23].

2.3.4 Kukuřice setá (*Zea mays*)

Kukuřice se používá k výrobě škrobu, alkoholických nápojů a v menší míře pekařských a trvanlivých výrobků vhodných i pro lidi nemocné celiakií [13]. Kukuřice obsahuje některé vitaminy skupiny B, vitamin C, β -karoten a železo [23]. Obsah minerálních látek je 1,3 %, obsah vody 12,5 %. Bílkovin obsahuje přibližně 9,2 %, z toho 50 % tvoří zein, patřící mezi gliadiny. V kukuřičných bílkovinách jsou limitujícími aminokyselinami lyzin a tryptofan. V rámci obilnin přidávaných do müsli obsahuje 62,6 % škrobu - při výrobě kukuřičných lupínek dochází k jeho retrogradaci, tzv. stane se částečně nebo zcela rezistentní k trávení v tenkém střevě (částečně je fermentovaný mikroorganismy v tlustém střevě). Kukuřice obsahuje 3,8 % lipidů [16]. Kukuřičné lupínky se v menší míře přidávají do müsli nebo se prodávají samostatně pod názvem cornflakes.

2.3.5 Žito seté (*Secale cereale*)

Žitná mouka je základní složkou chlebů, perníků a těstovin [14]. Žito obsahuje vitamin E a některé vitaminy skupiny B, vápník, železo, fosfor, draslík a dostatek vlákniny [23]. Obsah lipidů je z obilovin nejnižší (1,7 %), obsah vody je naopak nejvyšší (13,7 %) a obsah minerálních látek je průměrný (1,9 %). Bílkoviny žita se z asi 55 % skládají z albuminů a globulinů, okolo 45 % tvoří gliadiny (sekalin) a gluteliny (sekalinin). Limitujícími aminokyselinami žita jsou izoleucin a tryptofan. Množství škrobu je v rámci obilovin průměrné (52,4 %) [16].

2.4 Pseudocereálie používané pro výrobu müsli

Sortiment s těmito výrobky není v převážné většině velkých řetězců k dostání. Specializují se na něj především obchody se zdravou výživou, popřípadě s bio výrobky či specializované internetové obchody [4].

2.4.1 Amarant (*Amaranthus* sp.)

Bílkoviny amarantu se svým složením (zejména vysokým obsahem lyzinu a sirných aminokyselin) blíží živočišným bílkovinám. Limitujícími aminokyselinami jsou lyzin a izoleucin. Obsah lyzinu odpovídá jeho horní hranici (3,8 g lyzinu vztažených na 16 g dusíku) v obilovinách. Semena amarantu obsahují vápník, hořčík, železo, draslík, vitamin B₂ a vitamin E. Tuk tvoří převážně nenasycené mastné kyseliny (linolová, linolenová, olejová) a v menší míře skvalen. Amarant neobsahuje lepek [16, 23, 25].

2.4.2 Pohanka střelovitá (*Fagopyrum esculentum*)

Pohanka patří do čeledi rdesnovitých rodu *Fagopyrum*. Obsahuje všech osm základních aminokyselin (valin, leucin, izoleucin, tryptofan, treonin, metionin, fenylalanin, lyzin), je bohatá na železo a některé vitaminy skupiny B (především B₁ a B₂) a vitamin E. Limitujícími aminokyselinami jsou lyzin a izoleucin. Ovšem množství lyzinu je podstatně vyšší než u obilovin (5,0 g na 16 g dusíku). Důležitý je také vysoký obsah flavonoidu rutinu, který redukuje cholesterol v krvi, má protizánětlivé účinky a zvyšuje pružnost cévních stěn. Vhodná je též pro pacienty trpící celiakií, protože neobsahuje gluten [16, 23, 26, 27].

3 ZPRACOVÁNÍ SUROVIN POUŽITÝCH V MÜSLI

Převážná část müsli obsahuje ovesné vločky, ke kterým se nejčastěji přidávají pšeničné vločky a kukuřičné lupínky. Ojedinelé nejsou ani směsi obsahující žitné a ječné vločky. Vločky určené pro přípravu sypaného müsli se mohou upravovat „švýcarským způsobem pražení“ bez přídavku oleje a bez smažení, čímž získají křupavost [5].

3.1 Zpracování vloček určených pro cereální snídaně

Předvařená obilná zrna se oloupají, buď celá, nebo jen částečně. Nejprve se zrna nebo kousky zrn dusí v páře (inaktivují se lipázy) a, s výjimkou ovsa, se plně uvaří, přičemž dosahují vlhkosti přes 20 %. Ve stejnou dobu se přidávají, pokud to technologie vyžaduje, další suroviny, např. cukr, sůl, sladový výtažek, med apod. Teplota, při které se vločky vaří je 99 – 104 °C. Uvařená zrna se proudícím vzduchem částečně vysuší, ale stále zůstávají docela vlhká, horká a plastická. Takto připravená zrna putují samostatně pod dvojicí ocelových vyhřívaných válců, přičemž tlak se udržuje hydraulicky, aby byla zajištěna jednotnost tloušťky vloček. Posléze se vločky usuší asi na 10 % vlhkosti, ochladí, projdou sítím a detektorem kovu. Např. takto vyrobené instantní ovesné vločky mají tloušťku 0,25 – 0,38 mm, na rozdíl od tradičně vyráběných ovesných vloček tloušťky 0,50 – 0,76 mm [9, 28]. Výroba těchto vloček se liší tím, že po oddělení příměsí, nečistot, loupání a průběhu dalších přípravných operací následuje kondicionování ovesné rýže (snížení vlhkosti o 3 – 5 %) a následně její napařování (což obnáší zvýšení teploty na 90 – 95 °C, vlhkosti na 18 – 22 %). Vločkování a další operace jsou již shodné s popisem uvedeným v první metodě [6].

Další používanou metodou je **extruze**, kde je hlavní surovinou pro výrobu vloček mouka, směs různých druhů mouky nebo semolina [28]. Existují dvě metody extruze pro výrobu snídaňových cereálií. Níže popsaná se nazývá Direct expansion extrusion-cooking. K tomuto účelu se používá zařízení zvané extrudér obsahující dva šneky. Samotný proces probíhá při vyšší teplotě (140 – 180 °C) a v kratším čase (0,5 – 1,5 minuty). Nejprve se smíchá mouka (kukuřičná, pšeničná, rýžová nebo ovesná) s ingrediencemi (modifikovaný škrob, otruby, cukr, sůl apod.). Promíchaná směs se sype do násypky extrudéru. Voda pro varný proces pochází jednak z vlhkosti materiálu a jednak je přiváděna zvenčí (v této fázi je celková vlhkost v extrudéru mezi 16 – 20 %). Směs se v extrudéru promíchává za vysokého tlaku, teploty a smyku (stříhu), který vytváří rotující šneky. Tyto zároveň posunují

směs, která se postupně taví. Tavenina je na konci extrudéru pod vysokým tlakem vytlačována přes hlavici s malým průřezem. Na konci hlavice je čepel, která odsekává vycházející hmotu do požadovaného tvaru. Následkem prudké změny tlaku se rychle odpaří voda a produkt ztvrdne (vlhkost 7 – 10 %). Následně je sušen při teplotě 140 – 160 °C po dobu 3 – 8 minut, přičemž se sníží vlhkost na 2 – 3 % (do této fáze může být zařazeno i opékání). Produkt je nastříkán ochuceným cukrovým sirupem, osušen a ochlazen [29].

Extruzí dochází ke zničení velkého množství tiaminu (až 100 %). Během extruze postupně želatinuje škrob a denaturují bílkoviny, což napomáhá stravitelnosti. Zároveň probíhají i Maillardovy reakce, které jsou zodpovědné za hnědnutí výrobku, vytváří se však i rezistentní škrob [29].

3.1.1 Výroba kukuřičných lupínků (cornflakes)

Kukuřice se nasucho semele a odstraní se otruby a klíček. Zbytkový díl, tvořící třetinu až polovinu původního zrna, se smíchá s vodou, cukrem, sladovým sirupem a solí. Směs se vaří v tlakové nádobě po dobu 1 – 2 hodin v páře při tlaku 103,421 – 124,106 kPa. Kukuřičná krupice se ochladí a usuší. Po vysušení obsahuje ještě 19 – 23 % vlhkosti, která je však nerovnoměrně rozprostřena. Kukuřičná krupice se proto vkládá na několik hodin (okolo 24 hodin) do temperovacího zásobníku. Po vytemperování se krupice válcuje za vysokého tlaku v rozmezí 43 – 46 °C, přičemž vznikají tenké a pružné vločky. Vyválcované vločky se opékají po dobu 90 s při teplotě 274 – 329 °C. Horké vločky se ochlazují proudícím vzduchem a nastříkávají se roztokem tiaminu a někdy i jinými vitaminy skupiny B. Takto vyrobené vločky obsahují už jen okolo 3 % vlhkosti [30, 31]. Cornflakes se mohou vyrábět i pomocí extruze.

3.2 Výroba vloček z fyzikálně-chemického hlediska

Nejprve projde škrob želatinizací a pravděpodobně i mírnou hydrolyzou. Následně dochází k hnědnutí následkem neenzymových reakcí mezi sacharidy a bílkovinami (Maillardovy reakce). V dalším kroku jsou zastaveny enzymatické procesy. V pečicí troubě se pak v důsledku vysoké teploty rozkládají škrobové polysacharidy na dextriny a cukr karamelizuje. Při vysoké teplotě je vločkám taktéž odejímána značná část vlhkosti, takže jsou ve výsledku křupavější [31].

3.3 Ovocná složka müsli

3.3.1 Sušené ovoce

Ovoce se nejprve pere, čistí, loupe a třídí. Před vlastním sušením ovoce je ještě třeba potlačit činnost oxidoreduktáz, které by způsobovaly během sušení tmavnutí. Toto se nejčastěji provádí pomocí blanšírování. K sušení ovoce se běžně používají pásové sušárny (postupné přehřívání sušícího vzduchu) s protiproudým uspořádáním toku sušeného materiálu a sušícího média. Teplota sušení se pohybuje mezi 60 – 90 °C [6, 32]. V průběhu sušení se do sušárny vhání SO₂, kterým může být zlepšena barva poškozená v průběhu enzymového a neenzymového hnědnutí. Základním požadavkem na sušení je, aby se rehydratované produkty podobaly co nejvíce původní potravíně [32]. Suší se částice ovoce menší než 1 cm a usušené se ještě roztřídí podle velikosti. Optimální u ovoce je 15 – 20 % zbytkové vody [6, 32]. Částice, které se velikostí výrazně odlišují od standardních, jsou semílány na prach. Z tuzemských druhů ovoce se nejčastěji suší jablka, hrušky, švestky, višně, třešně, šípky, borůvky, bezinky a jiné [6].

Síření je klasickou metodou aplikace oxidu siřičitého. V dnešní době se provádí působením roztoku siřičitanů o koncentraci 0,5 – 2 %. Koncentrace reziduálního SO₂ v produktu nesmí překročit hygienicky přípustné limity (v ČR 0,02 – 0,2 %). Oxid siřičitý inhibuje činnost oxidáz, ale může například zničit některé vitaminy nebo změnit aroma produktu [6].

Antioxidační máčení naopak spočívá v ponoření suroviny do 1% roztoku kyseliny citronové (lze také použít vodu či 2% roztok chloridu sodného). Nedochozí k hnědnutí ovoce vlivem oddělení pletiva od vzdušného kyslíku a ke snížení pH. Cu²⁺ zase brání činnosti oxidačních enzymů. Jedná se o hygienicky přijatelnější náhradu síření. Takto se vyrábí především kompoty [6, 17].

3.3.2 Výroba texturizovaných ovocných kousků

K výrobě se používá směs ovoce v množství 7 – 15 % (sušená nebo se používají čerstvé či zmražené koncentráty se 40 – 70 % rozpustné sušiny), 40 – 75 % cukru, 5 – 8 % vody, 3 – 10 % nabobtnalého škrobu, 0 – 30 % plnidla, 0,01 – 0,05 % gum (guar, karubin nebo xantan), 3 – 5 % oleje nebo tuku, přírodní barviva a aromata. Směs se plní do extrudéru, ve

kterém se zpracovává za nízké teploty (cca 60 °C). Výsledný produkt se svým vzhledem, texturou a chutí podobá ovoci, ze kterého byl připraven. Nízko kalorický produkt se vyrábí náhradou cukru za polydextrózu nebo vhodná umělá sladidla. Tímto způsobem se dají zpracovat maliny, ostružiny, ananas, pomeranč nebo citron [33].

3.3.3 Lyofilizované ovoce

Lyofilizace se dělí na tři fáze: zmrazení, sublimace (nebo též první sušení) a desorpce (neboli druhé sušení). V první fázi se ovoce upraví do vhodné velikosti a zamrazí se (na teplotu -35 °C až -43 °C). V ovoci vznikají ledové krystalky (malé při rychlém mrazení a větší při pomalejším), na jejichž velikosti závisí doba průběhu druhé fáze (pokud vznikají malé a přerušované krystalky proces trvá déle než při vzniku velkých krystalů). V druhé fázi je ovoce umístěno do jednoduché kondenzační sušičky tvořené vakuovou komorou. Ledové krystalky začínají sublimovat, přičemž vzniklá vodní pára je odváděna na povrch kondenzátoru. Led na něm vzniklý musí mít nižší teplotu než led v potravině (pokud tomu tak není, vodní pára má tendenci se vracet zpět k potravině). Vzhledem k tomu, že materiál opouští nejprve molekuly vody s vyšší energií, teplota materiálu dále klesá pod bod tuhnutí. Tento děj pokračuje až do okamžiku, kdy se energie materiálu ztracená odpařením zmrzlých molekul vody vyrovná s energií, kterou materiál získá ze svého okolí kondukcí, konvekcí nebo radiací. V poslední fázi se odstraňuje vázaná vlhkost v materiálu (jedná se zejména o krystalickou, náhodně dispergovanou či buněčnou vodu). Tato vlhkost se odstraňuje zahřátím materiálu na teplotu mezi 40 až 60 °C ve vakuu [34, 35].

Výhodou této metody je např. minimální poškození a ztráta aktivity labilních složek potravin včetně nízké úrovně ztráty barvy a úplná rehydratace výrobku při styku s vodou. Nevýhodou pak vysoké finanční, energetické nároky a dlouhá doba průběhu procesu [35].

3.3.4 Suché skořápkové plody

Ořechy mají nižší obsah vody než sušené ovoce (okolo 3 – 6 %). Jsou dobrým zdrojem železa, zinku, draslíku, hořčíku a vápníku [10]. Různé druhy ořechů obsahují poměrně vysoké množství bílkovin, limitujícími aminokyselinami jsou lyzin a metionin [16]. Ořechy jsou naopak významným zdrojem mono- a polyneenasycených mastných kyselin. Lískové oříšky, mandle a pekanové ořechy obsahují především velké množství nerozpustné vlákniny. Arašídý a lískové oříšky jsou bohaté na kyselinu listovou. Např. mandle obsahují fla-

vonoidy a jsou dobrým zdrojem tokoferolů, para ořechy jsou výborným zdroje selenu a alkylfenoly jsou hlavní antioxidanty ořechů kešu [36].

3.3.5 Semínka

Semínka sice nepatří mezi ovoce, ale zpravidla tvoří hmotnostně nejmenší část některých druhů müsli. Nejčastěji se používají slunečnicová, lněná, sezamová a dýňová semínka. Bohatá jsou především na vitamin E a také vlákninu. Sezamová a dýňová semínka jsou bohatá na obsah železa a zinku, slunečnicová mají vysoký obsah kyseliny linolové a lněná semínka jsou významným zdrojem nenasycených mastných kyselin, především kyseliny linolové [23].

4 STRAVITELNOST SACHARIDŮ, TUKŮ A BÍLKOVIN

Z 1 g sacharidů se při trávení uvolní 17,2 kJ (4,1 kcal) stejně jako při trávení 1 g bílkovin, přičemž nejvíce energie se získá trávením tuků, a to 38,9 kJ (9,3 kcal) z 1 g [12].

4.1 Stravitelnost sacharidů

Sacharidy se začínají trávit v ústech za pomoci slinné α -amylázy, která je posléze inaktivována v kyselém prostředí žaludku. Pankreatická α -amyláza štěpí v tenkém střevě sacharidy obsahující α -(1,4)-glykosidovou vazbu. Výsledkem trávení škrobu je pak směs různých produktů: amylózové řetězce, maltotrióza, maltóza a dextriny [37]. Trávení pokračuje v kartáčovém lemu střevního epitelu, jehož součástí jsou glykosidázy specializované na štěpení oligo- a disacharidů. Činností těchto enzymů vznikají volné monosacharidy (glukóza, fruktóza, galaktóza), které se vstřebají střevní stěnou do krve a následně putují do jater [15]. Trávení neškrobových sacharidů je méně efektivní [37].

Se zvyšujícím se množstvím vstřebených monosacharidů, především pak glukózy, stoupá hladina krevního cukru. Přebytná glukóza je proto transportovaná do buněk (děj řídí hormon inzulin), ve kterých dochází buď k jejímu odbourávání, nebo se z ní syntetizuje zásobní polysacharid živočichů – glykogen [15].

Odbourávání glukózy začíná glykolýzou, probíhající v cytosolu za anaerobních podmínek. Vede ke vzniku pyruvátu, který je konečným produktem glykolýzy (z 1 molekuly glukózy vzniknou 2 molekuly pyruvátu). Kromě glukózy se v tomto cyklu odbourávají i jiné monosacharidy (např. fruktóza, manóza, galaktóza), které vstupují bočními vstupy. Za aerobních podmínek dochází dále k oxidační dekarboxylaci pyruvátu pyruvátdehydrogenázovým komplexem za vzniku acetyl-CoA, přičemž reakce je nevratná. Acetyl-CoA je hlavním substrátem citrátového cyklu, po jeho průběhu lze např. z jedné molekuly glukózy získat 36 ATP. Atomy vodíku jsou reoxidovány v dýchacím řetězci. Spolu s 2 ATP z glykolýzy je celková energetická bilance 38 ATP na 1 molekulu glukózy [15, 38].

4.2 Stravitelnost tuků

Nejdůležitějšími lipidy jsou triacylglyceroly (TAG), estery cholesterolu a fosfolipidy. TAG se začínají štěpit v ústní dutině slinnou lipázou a v žaludku savců činností žaludeční lipázy. Místem hlavního štěpení TAG je tenké střevo. Do dvanáctníku vtéká pankreatická šťáva

obsahující mimo jiné enzym pankreatická lipáza. Do dvanáctníku tenkého střeva dále vtékají žlučové kyseliny, které jsou nezbytné k emulgaci tuků. Pankreatická lipáza štěpí tuky na di- a monoacylglyceroly a část mastných kyselin. Střevní lipáza rozkládá monoacylglyceroly na glycerol a mastné kyseliny [15, 38, 39].

Mastné kyseliny s kratším řetězcem procházejí z buněk střevní sliznice přímo do krve (přenáší se v neesterifikované formě). Mastné kyseliny s delším řetězcem a monoacylglyceroly se zpětně reesterifikují na triacylglyceroly, jsou obaleny lipoproteiny, cholesterolem a fosfolipidy za vzniku chylomiker (0,1 – 1 μm). Tyto se obrácenou pinocytózou dostanou do krve, pomocí níž doputují do jater. Zde se rozkládají nebo resyntetizují [38, 39].

Mastné kyseliny se v cytosolu buněk aktivují, čímž vzniká acyl-CoA. Tato sloučenina je přenášena do mitochondrie pomocí L-karnitinu. V mitochondriální matrix poté probíhá za přístupu kyslíku tzv. β -oxidace mastných kyselin. V každém cyklu se řetězec zkrátí o dva uhlíky za vzniku acetyl-CoA a zbytku mastné kyseliny. Již zmíněný acetyl-CoA poté putuje do citrátového cyklu, kde se odbourává a vodíky vázané na redukované kofaktory vstupují do dýchacího řetězce. Energetický zisk ze šestnáctiuhlíkaté mastné kyseliny činí 130 ATP [15, 38].

4.3 Stravitelnost bílkovin

Na rozdíl od tuků a sacharidů se v těle neukládají, ale neustále odbourávají. Bílkoviny se nejprve hydrolyticky štěpí v zažívací soustavě živočichů, neboť z trávicího traktu se do krevního oběhu mohou vstřebávat pouze volné aminokyseliny [15, 38]. Ke štěpení bílkovin slouží proteolytické enzymy. Proteinázy či peptidázy jsou produkovány buňkami v neaktivní formě tzv. zymogenů (k jejich aktivaci dochází až na místě jejich působení) [38]. Štěpení proteinů začíná v žaludku pepsinem, jehož zymogenem je pepsinogen. Bílkoviny rozštěpené na polypeptidy jsou dále štěpeny proteolytickými enzymy v luminu střeva. Zde působí peptidázy z pankreatické šťávy, a sice endopeptidázy trypsin a chymotrypsin a exopeptidázy karboxypeptidázy A a B (všechny jsou syntetizovány ve slinivce břišní jako zymogeny a aktivovány až v lumenu střeva). Konečná fáze trávení bílkovin probíhá na kartáčovém lemu tenkého střeva. Působí zde aminopeptidázy a dipeptidázy, které dokončí štěpení polypeptidů za vzniku směsi aminokyselin. Tyto aminokyseliny se vstřebávají do krve a putují do jater či tkání k dalšímu metabolickému zpracování [15, 39].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem praktické části bakalářské práce bylo stanovení obsahu sušiny, popela, neutrálně-detergentní vlákniny a stravitelnosti v sedmi vybraných vzorcích sypaného müsli, které lze zakoupit v české obchodní síti.

6 METODIKA

6.1 Použité chemikálie

NDC: neutrálně-detergentní činidlo obsahující disodnou sůl kyseliny etylendiamintetraoctové, tetraboritan sodný dekahydrát, hydrogenfosforečnan sodný a laurylsulfát sodný

NDR: neutrálně-detergentní roztok (ANKOM Technology)

Aceton p.a. (Penta, dodavatel Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

α -amyláza (ANKOM Technology)

siřičitan sodný (Lach - Ner, s.r.o, Neratovice)

triethylglykol (ANKOM Technology)

Kyselina chlorovodíková 37%, p.a. (zředěna na $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$), (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

Pankreatin (z vepřové slinivky): proteázová aktivita 350 FIP-U/g; lipázová aktivita 6000 FIP-U/g; amylázová aktivita 7500 FIP-U/g (Merck KGaA, Damstadt, Německo)

Pepsin (z vepřové žaludeční sliznice): 0,7 FIP-U/mg (Merck KGaA, Damstadt, Německo)

KH_2PO_4 dihydrogenfosforečnan draselný (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ hydrogenfosforečnan disodný dodekahydrát (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

destilovaná voda

6.2 Použité přístroje a pomůcky

Předvážky Kern KB

Analytické váhy AFA – 210 LC

Mixér Braun

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

Elektrická muflová pec Veb Elektro Bad Franken Hausen

ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer, ANKOM Technology, USA

DAISY Incubator, Ankom Technology, USA

Tavička Penta

Inkubační lahev

Exsikátor

Sáčky Ankom fiber, F 57, Ankom Technology, USA

Hliníkové misky s víčky

Porcelánové misky

Filtrační papír

Běžné laboratorní sklo a pomůcky

6.3 Analyzované vzorky

V rámci této bakalářské práce bylo analyzováno celkem 7 vzorků sypaného müsli běžně dostupného v tržní síti ČR. Vzorky byly zakoupeny v maloobchodní síti. Vždy od každého vzorku bylo zakoupeno 5 balení z jedné šarže. Vzorky byly skladovány v laboratoři v temnu při 23 °C. Před vlastní analýzou byla balení rozdělena, z každého byla odebrána polovina, která byla v mixéru upravena na homogenní konzistenci. Těsně před rozemletím ještě byla směs müsli rozdělena na ovocnou a obilnou část a tyto byly zváženy a poté opět smíchány. Poté byly rozemleté vzorky uloženy do tmavých PET lahví s víčkem. Takto připravené vzorky byly analyzovány a nebyly skladovány déle než 2 měsíce. Samozřejmě stanovení sušiny proběhlo ihned po rozmixování.

6.3.1 Charakteristika vzorků

Záměrně není uveden výrobce či dovozce testovaných vzorků. Tyto budou prezentovány konkrétně až u obhajoby bakalářské práce. Do bakalářské práce byly zaznamenány pouze údaje o složení, pokud byly uvedeny tak i nutriční údaje, velikost balení, typ obalu, země původu.

Vzorek č. 1:

Složení: celozrnné obilné vločky (ovesné, pšeničné, ječné, žitné), oříšky 12 % (lísková jádra, mandle, kešu – velké zlomky), rozinky sultánky, olejniny (slunečnicová semena, se-

zam, len hnědý, dýňová semena), pohanka loupaná lámanka. Z ekologického zemědělství, v bio kvalitě. Hmotnost 350 g, obal: PP, vyrobeno v ČR.

Vzorek č. 2:

Sypané myslí s kousky ovoce, směs z obilovin. Obsahuje přirozeně se vyskytující cukry, zejména z ovoce (bez přídavku cukru). Složení: sušené ovoce 35 % (rozinky (rozinky, rostlinný olej), datle (datle, rýžová mouka), banán (banán, rýžová mouka), meruňky (sušené meruňky, konzervant: SO₂, rýžová mouka), celozrnné cereálie (30 % ovesné vločky, 30 % pšeničné vločky), kukuřičné lupínky (kukuřice, sůl jedlá). Hmotnost 750 g, obal: PP, vyrobeno v ČR.

Tabulka 3: Nutriční hodnoty ve 100 g vzorku č. 2

Energetická hodnota:	1356 kJ / 324 kcal
Bílkoviny:	8,9 g
Sacharidy:	66,0 g
z toho cukry:	22,3 g
Tuky:	2,7 g
z toho nasycené mastné kyseliny:	0,7 g
Vláknina:	8,4 g
Sodík:	0,07 g
Sůl:	0,17 g

Vzorek č. 3:

Cereálie nezapékané, přírodní. Bez umělých barviv, aromat a konzervačních látek. Přírodní zdroj vlákniny. Bez GMO. Bez přídavku soli.

Tabulka 4: Nutriční údaje ve 100 g vzorku č. 3

Energetická hodnota:	1554 kJ / 369 kcal
Bílkoviny:	10,0 g
Sacharidy:	59,0 g
z toho cukry:	19,9 g
Tuky:	10,3 g
z toho nasycené mastné kyseliny:	2,0 g
z toho mononenasycené mastné kyseliny:	4,6 g
z toho polynenasycené mastné kyseliny:	3,0 g
Vláknina:	7,2 g
Sodík:	stopy
Ekvivalent soli:	stopy

Složení: celozrnné obiloviny Conservation Grade 36 % (ovesné vločky, ječmenné vločky), sušené ovoce 27 % (hrozinky, datle), ořechy 11 % (nasekané para ořechy, kousky kešu ořechů, mandle, pražené lískové oříšky), pražené pšeničné vločky (celozrnná pšenice, cukr, sirup z ječného sladu), semínka 2 % (slunečnicová, dýňová). Hmotnost 675 g, vyrobeno ve Velké Británii.

Vzorek č. 4:

Celozrnné müsli s obsahem ovoce a ořechů 32 %. Bez konzervačních látek a umělých barviv. Složení: Conservation Grade celozrnné cereálie 66 % (ovesné vločky, pšeničné vločky, ječmenné vločky), sušené ovoce a ořechy 32 % ((hrozinky 18,3 %, kostičky sušené papayi 4,1 % (papaya, surový třtinový cukr), banánové vločky 1,9 % (banán, kokosový olej), opékané kokosové lupínky 1,9 %, pražené lískové oříšky 1,9 %, plátky brazilských ořechů 1,7 % (para ořechy), sušené jablečné plátky 1,5 %, kousky mandlí 0,9 %)), slunečnicová semínka. Hmotnost 750 g, vyrobeno ve Velké Británii.

Tabulka 5: Nutriční údaje ve 100 g vzorku č. 4

Energetická hodnota:	1590 kJ / 378 kcal
Bílkoviny:	9,2 g
Sacharidy:	61,2 g
z toho cukry:	18,3 g
Tuky:	8,9 g
z toho nasycené mastné kyseliny:	3,0 g
z toho mononenasycené mastné kyseliny:	3,2 g
z toho polynenasycené mastné kyseliny:	2,4 g
Vláknina:	8,0 g
Sodík:	stopy
Ekvivalent soli:	stopy

Vzorek č. 5:

S ovocem, směs obilovin. Složení: ovesné vločky, pšeničné vločky, sušené ovoce 30 % (rozinky, banán, rýžová mouka), datle (datle, rýžová mouka), meruňky (konzervant SO₂), jablka (konzervant SO₂), kukuřičné lupínky (kukuřice, jedlá sůl). Hmotnost 1000 g, obal: PAP/PP, vyrobeno v ČR.

Tabulka 6: Nutriční hodnoty ve 100 g vzorku č. 5

Energetická hodnota:	1437 kJ / 343 kcal
Bílkoviny:	9,1 g
Sacharidy:	65,6 g
z toho cukry:	16,0 g
Tuky:	4,9 g
z toho nasycené mastné kyseliny:	2,5 g
Vláknina:	6,3 g
Sodík:	0,03 g

Vzorek č. 6:

Müsli se směsí ovoce – 30 % hm. ovocné složky. Složení: ovesné vločky (31 % hm.), pšeničné vločky (31 % hm.), rozinky, kousky banánových lupínků (banány, kokosový olej, cukr, med, přírodní aroma), kukuřičné lupínky (kukuřice, cukr, jedlá sůl, ječný slad, emulgátor: sojový lecitin), lněná semínka, slunečnicová jádra, jádra arašídů (půlená), jádra lískových ořechů (sekaná), kousky datlí, kousky sušených jablek, kousky sušených meruněk, kousky sušených fiků, kousky sušených švestek, kousky sušených hrušek, kousky sušených broskví. Hmotnost 1000 g, obal: PE-HD, vyrobeno v Německu.

Tabulka 7: Nutriční údaje ve 100 g vzorku č. 6

Energetická hodnota:	1413 kJ / 334 kcal
Bílkoviny:	10,0 g
Sacharidy:	59,2 g
z toho cukry:	18,5 g
Tuky:	6,4 g
z toho nasycené mastné kyseliny:	1,9 g
Vláknina:	9,2 g
Sodík:	0,03 g

Vzorek č. 7:

Složení: celozrnné ovesné vločky 30 %, směs sušeného ovoce a ořechů 30 % (rozinky, banánové plátky, (banány, rostlinný olej, cukr), papája (papája, cukr, regulátor kyselosti: kyselina citronová, konzervant: oxid siřičitý), kokos, jádra lískových ořechů)), pšeničné lupínky 28 % (pšenice, cukr, jedlá sůl, sladový výtažek z ječmene), kukuřičné vločky 12 %

(kukuřice, cukr, jedlá sůl, dextróza, sladový výtažek z ječmene, regulátor kyselosti: fosforečnany sodné). Hmotnost 250 g, obal: HDPE/PAP, vyrobeno v ČR.

Tabulka 8: Nutriční údaje ve 100 g vzorku č. 7

Energetická hodnota:	1608 kJ / 381 kcal
Bílkoviny:	9,2 g
Sacharidy:	66,3 g
z toho cukry:	19,3 g
Tuky:	7,1 g
z toho nasycené mastné kyseliny:	3,3 g
Vláknina:	7,7 g
Sodík:	0,2 g

6.4 Gravimetrické stanovení množství obilné a ovocné složky müsli

Před vlastní homogenizací vzorku byla jednotlivá balení müsli rozdělena na obilnou složku a ovocný podíl, který tvořil sušené ovoce, ořechy (suché skořápkové plody) a semínka¹. Jednotlivé složky byly zváženy na předvážkách s přesností na 0,01 g. Získané údaje byly porovnány s deklaracemi výrobců. Výsledky jsou obsaženy v tabulce 10. Oba podíly byly opět smíchány a jednotlivé druhy müsli zhomogenizovány pro účely dalších analýz, jejichž metody jsou popsány níže.

6.5 Stanovení vlhkosti a sušiny

Sušina představuje pevný podíl zbytku testované látky po odchodu těkavých látek, které představují vlhkost. Byla použita předem vysušená a zvážená hliníková miska s víčkem. Do této misky byl navážen 1 g reprezentativního rozmixovaného vzorku na analytických vahách s přesností $\pm 0,0001$ g. Vzorek byl rovnoměrně rozprostřen a poté sušen v sušárně při 105 °C do konstatního úbytku vlhkosti. Po vysušení byl dán do exsikátoru k vychladnutí. Vychladlý vzorek byl posléze zvážen na analytických vahách s přesností $\pm 0,0001$ g [40].

¹ Semínka sice patří dle Vyhlášky MZ č. 329/1997 Sb. ve znění Vyhlášky č. 418/2000 Sb. mezi olejnatá semena, ale z důvodu jejich nízkého zastoupení v testovaných druzích müsli byly pro účely této práce zahrnuty pod společnou skupinu s ovocem a suchými skořápkovými plody s názvem „ovocný podíl“.

Obsah vlhkosti v % byl vypočten pomocí vzorce (1):

$$V = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad (1)$$

kde

m_0 je hmotnost vysušené prázdné misky v g,

m_1 je hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením v g,

m_2 je hmotnost misky se vzorkem po vysušení v g.

Sušina v % byla vypočtena pomocí vztahu (2):

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

6.6 Stanovení popela

Popelem se rozumí minerálie přítomné ve vzorku. Vzhledem k tomu, že müsli je směsí několika různých komponent (obiloviny, ovoce, ořechy, apod.), obsah minerálií ve vzorku bude záviset na složení a vzájemných poměrech jednotlivých komponent.

Vzorky byly naváženy do porcelánových kelímků předem žíhaných při 550 °C. Do každého kelímku byl dán 1 g vzorku s přesností na $\pm 0,0001$ g. Poté byly vzorky spáleny v muflové peci při 550 °C po dobu 5,5 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byly vzorky zváženy na analytických vahách s přesností $\pm 0,0001$ g [40].

Obsah popela v % byl vypočten podle vztahu (3):

$$X = \frac{(m_a - m_b)}{m_c - m_b} \cdot 100 \quad (3)$$

kde

m_a je hmotnost porcelánového kelímku s popelem v g,

m_b je hmotnost prázdného kelímku v g,

m_c je hmotnost kelímku s navážkou vzorku před vyžiháním v g.

Obsah popela v sušině vzorku v % byl vypočten podle vzorce (4):

$$P = \frac{X \cdot 100}{S} \quad (4)$$

kde S je sušina vzorku v %.

6.7 Stanovení neutrálně-detergentní vlákniny

Neutrálně-detergentní vláknina představuje nerozpustnou frakci vlákniny. Tato frakce se skládá z celulózy, hemicelulózy a ligninu a získává se po mírné hydrolyze v neutrálním roztoku detergentu laurylsulfátu sodného. Tzv. rozpustná vláknina uniká při tomto stanovení do inkubačního roztoku. Stanovení bylo provedeno pomocí přístroje ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer [40].

Byla provedena příprava neutrálně-detergentního činidla (NDČ): 120 g činidla + 20 ml trietylglykolu do 2 l (pH = 6,9 – 7,1) a neutrálně-detergentního roztoku (NDR): do 2 l NDČ bylo přidáno 20 g siřičitanu sodného ($0,5 \text{ g} \cdot 50 \text{ ml}^{-1}$) + 4 ml α -amylázy [40].

Sáčky promyté v acetonu a odvětrané byly popsány fixem na textil a zváženy (hmotnost m_1). Do sáčků byly následně odváženy vzorky mšlí. Do každého sáčku bylo naváženo 0,5 g vzorku s přesností na 0,0001 g (hmotnost m_2). Jeden sáček byl ponechán prázdný (tzv. korekční sáček). Sáčky byly následně zataveny, jejich obsah rovnoměrně rozprostřen. Sáčky byly vloženy do nosiče (tři sáčky v každém oddílu), který byl umístěn do přístroje ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer. Poté byl do přístroje nalit neutrálně-detergentní roztok, zapnuto topení a míchání. Teplota byla nastavena na 100 °C, čas na 75 minut a přístroj byl uzavřen. Po uplynutí nastaveného času bylo vypnuto topení a míchání a roztok byl pomocí vypouštěcího ventilu vypuštěn. Po otevření víka byl přístroj vypláchnut horkou vodou obsahující 4 ml α -amylázy. Poté bylo na 5 minut zapnuto i míchání. Propláchnutí, včetně 5 minutového míchání, bylo provedeno celkem třikrát. Následně byly sáčky vyjmuty z přístroje, osušeny s pomocí filtračního papíru a ponořeny na 3 minuty do acetonu. Poté byly znovu osušeny filtračním papírem a krátce ponechány odvětrat. Následně byly vloženy do sušárny a sušeny při 105 °C po dobu 4 hodin. Po usušení byly sáčky ponechány vychladnout a následně byly zváženy (hmotnost m_3). Každý ze sáčků byl umístěn do předem vyžíhaného a zváženého porcelánového kelímku a žíhán v peci při 550 °C po dobu 5,5 hodiny. Po této době byly kelímky umístěny do exsíkátoru k vychladnutí. Chladné kelímky byly zváženy (hmotnost m_4) [40].

Neutrálně-detergentní vláknina NDF v % byla vypočtena podle vztahu (5):

$$NDF = \frac{(m_3 - m_1 \cdot c_1) - (m_4 - m_1 \cdot c_2)}{m_2} \cdot 100 \quad (5)$$

kde $c_1 = \frac{m_s}{m_1}$ (6)

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1} \quad (7)$$

kde

m_1 – hmotnost prázdného sáčku v g,

m_2 – hmotnost navážky vzorku v g,

m_3 – hmotnost sáčku po vysušení v g,

m_4 – hmotnost popela v g,

m_s – hmotnost vysušeného prázdného (korekčního) sáčku po hydrolýze v g,

m_p – hmotnost popela prázdného (korekčního) sáčku v g,

c_1 – korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze

c_2 – korekce hmotnosti sáčku po spálení.

6.8 Stanovení stravitelnosti kombinovanou hydrolýzou pepsinem a pankreatinem

Stravitelnost sedmi vzorků müsli byla stanovena metodou *in vitro* s použitím inkubátoru Daisy. Stanovení stravitelnosti sušiny (DMD, Dry Matter Digestibility) a organické hmoty (OMD, Organic Matter Digestibility) bylo provedeno po kombinované hydrolýze nejprve pepsinem a poté pankreatinem. K sáčkům obsahujícím vzorky byl přiložen i prázdný, tzv. korekční sáček [41].

Do filtračních sáčků, předem vypraných v acetonu, vysušených a zvážených (hmotnost m_1), bylo odváženo 0,25 g vzorku (hmotnost m_2) s přesností na 0,0001 g. Sáčky byly zataveny a spolu se zataveným prázdným (tzv. korekčním) sáčkem vloženy do inkubační lahve. Do inkubační lahve bylo dále přidáno 1700 ml roztoku HCl ($0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) předem vytemperovaného na $40 \text{ }^\circ\text{C}$, ve kterém byly rozpuštěny 3 g pepsinu. Láhev byla umístěna do inkubátoru Daisy a inkubována po dobu 4 hodin. Po této době byl obsah lahve vylit, sáčky byly

vyjmuty a umístěny do kádinky s destilovanou vodou, ve které byly krátce proprány. Byl připraven fosfátový pufr z 3,09 g KH_2PO_4 a 32,48 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ rozpuštěných v 1700 ml destilované vody (pH pufru bylo před použitím upraveno na 7,45). Pufr byl vytemperován na 40 °C a byly v něm rozpuštěny 3 g pankreatinu. Fosfátový pufr s pankreatinem byl nalit do inkubační lahve, do které byly předem vloženy propané sáčky se vzorky. Inkubační láhev byla na 24 hodin umístěna do inkubátoru Daisy. Po této době byla láhev umístěna do sušárny vyhřáté na 85 °C a při této teplotě byla udržována po dobu 30-ti minut za účelem odstranění/vysrážení škrobu. Následně byly sáčky několikrát propláchnuty destilovanou vodou, dokud proplachovací voda nezůstala čirá. Přebytečná voda byla ze sáčků odstraněna filtračním papírem a sáčky byly sušeny v sušárně při teplotě 105 °C po dobu 24 hodin. Po uplynutí této doby byly umístěny do exsikátoru k ochlazení a poté zváženy (hmotnost m_3). Poté byly sáčky vloženy do předem zvážených porcelánových kelímků a spáleny v peci při 550 °C po dobu 5,5 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byl popel i s kelímky zvážen (po odečtení váhy kelímku – hmotnost m_4). U všech vzorků byla stanovena sušina (kapitola 6.5) a popel (kapitola 6.6) [41].

Hodnoty stravitelnosti, vyjádřené jako stravitelnost sušiny (DMD) a stravitelnost organické hmoty (OMD), byly vypočteny podle rovnic (8), (9), (10), (11), (12) a (13):

$$DMD = 100 - \frac{100 \cdot DMR}{m_2 \cdot DM} \quad (8)$$

$$DMR = m_3 - m_1 \cdot c_1 \quad (9)$$

$$DM = \frac{Su \cdot m_s}{100} \quad (10)$$

$$OMD = 100 - \frac{100 \cdot (DMR - AR)}{m_2 \cdot DM \cdot OM} \quad (11)$$

$$AR = m_4 - m_1 \cdot c_2 \quad (12)$$

$$OM = \frac{Su - Po}{100} \quad (13)$$

kde:

DMD – hodnota stravitelnosti sušiny vzorku v %,

OMD – hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku v %,

DMR – hmotnost vzorku bez sáčku po inkubaci a vysušení v g,

DM – obsah sušiny ve vzorku v g,

Su – obsah sušiny ve vzorku v %,

AR – hmotnost popela vzorku bez sáčku v g,

OM – obsah organické hmoty v sušině vzorku v g,

Po – obsah popela ve vzorku v %,

m_1 – hmotnost prázdného sáčku v g,

m_2 – hmotnost navážky vzorku v g,

m_3 – hmotnost sáčku se vzorkem po inkubaci v g,

m_4 – hmotnost popela vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci v g,

m_s – hmotnost vzorku na stanovení sušiny v g,

c_1 – korekce hmotnosti sáčku po inkubaci v g,

c_2 – korekce hmotnosti sáčku po inkubaci v g.

Výpočet korekcí z rovnic (14) a (15):

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1} \quad (14)$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1} \quad (15)$$

kde:

m_s – hmotnost vysušeného sáčku po inkubaci v g,

m_p – hmotnost popela sáčku v g.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Gravimetrické stanovení množství obilné a ovocné složky müsli

V tabulce 9 jsou uvedeny údaje, které na obalu uvádí výrobce, či byly dle údajů od výrobců vypočítány.

Tabulka 9: Údaje uvedené výrobcem nebo spočítané dle parametrů výrobce

Vzorek	Celková hmotnost [g]	Podíl ovocné složky [%]	Hmotnost ovocné složky [g]	Hmotnost obilné složky [g]
1	350	-	-	-
2	750	35	262,5	487,5
3	675	-	-	-
4	750	32	240	510
5	1000	30	300	700
6	1000	30	300	700
7	250	30	75	175

Tabulka 10: Hodnoty získané vážením jednotlivých vzorků na předvážkách

Vzorek	Výsledná zvážená hmotnost [g]	Hmotnost ovocné složky [%]	Hmotnost ovocné složky [g]	Hmotnost obilné složky [g]
1	344,72	29,15	100,47	244,25
2	764,19	32,01	244,62	519,57
3	679,39	37,45	254,45	424,94
4	741,91	33,90	251,51	490,40
5	989,48	29,13	288,24	701,24
6	995,58	35,01	348,57	647,01
7	253,00	35,23	89,12	163,88

Z porovnání tabulky 9 a 10 je patrné, že celková hmotnost jednotlivých müsli se nepatrně liší od deklarace výrobců, nicméně tyto odchylky jsou pouze nepatrné a pohybují se kolem $\pm 5\%$. Podíl ovocné složky kolísá v závislosti na deklaraci výrobce více než celková hmotnost. Ve vzorku č. 6 bylo zjištěno o 5 % více ovocné složky, než uvádí výrobce. Výrobce do ovocné složky pravděpodobně nezahrnul semínka. Při samotném vážení v laboratoři však semínka byla zvážena společně s ovocem a zahrnuta do kategorie „ovocná složka“.

což vysvětluje vzniklý rozdíl. V případě vzorku č. 2 bylo zjištěno téměř o 3 % méně ovocné složky, než deklaruje výrobce.

7.2 Výsledky stanovení sušiny a vlhkosti

Stanovení sušiny bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 6.5, výsledky jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11: Obsah sušiny a vlhkosti stanovený v jednotlivých vzorcích müsli

Vzorek	Sušina v % ± S. D.	Vlhkost v % ± S. D.
1	90,82 ± 0,14	9,18 ± 0,14
2	88,63 ± 0,03	11,37 ± 0,03
3	92,21 ± 0,07	7,79 ± 0,07
4	90,79 ± 0,16	9,21 ± 0,16
5	88,59 ± 0,09	11,41 ± 0,09
6	91,58 ± 0,14	8,42 ± 0,14
7	93,55 ± 0,24	6,45 ± 0,24

Pozn. S.D. – směrodatná odchylka; sušina i vlhkost byly stanoveny jako průměr ze tří měření ± směrodatná odchylka S.D.

Vlhkost a sušina různých druhů müsli je dána především jejich složením a technologickým zpracováním jednotlivých složek. Müsli s vyšším obsahem obilovin, ořechů a semínek má vyšší podíl sušiny oproti müsli, které obsahuje vyšší množství především sušeného ovoce. Tomuto odpovídají i naměřené hodnoty sušiny a vlhkosti v jednotlivých vzorcích. Nejvyšší množství sušiny bylo stanoveno ve vzorku č. 7, naopak nejnižší ve vzorku č. 5. Celkově se obsah sušiny v testovaných druzích müsli pohyboval v rozmezí 88,59 až 93,55 %. Vlhkost jednotlivých vzorků byla v rozmezí 6,45 až 11,41 %. Vzorky č. 2 a 5 měly téměř stejné množství vlhkosti (11,37 % a 11,41 %), což bylo nejspíše dáno velmi podobným složením a přítomností poměrně významného množství sušeného ovoce. Nižší vlhkost byla zaznamenána u vzorků č. 1 a 4 (9,18 % a 9,21 %). I v tomto případě byly hodnoty vlhkosti velmi podobné. Nižší vlhkost lze v tomto případě přičíst zejména přítomnosti různým druhům oře-

chů a semínek. Vlhkost 8,42 % zjištěná u vzorku č. 6 pravděpodobně souvisí s vyšším poměrem obilné složky, ořechů a semínek oproti sušené ovocné složce uvedené ve složení výrobku. Následuje vzorek č. 3 s vlhkostí 7,79 % s taktéž vyšším množstvím obilovin, ořechů a semínek. Nejnižší vlhkost byla zaznamenána u vzorku č. 7, a to 6,45 %. Tento výsledek je nejspíše dán, mimo jiné, i přítomností extrudovaných pšeničných lupínků a kukuřičných vloček.

7.3 Výsledky stanovení popela

Stanovení popela bylo provedeno podle pracovního postupu uvedeného v kapitole 6.6, výsledky jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12: Obsah popela stanovený v jednotlivých vzorcích müsli

Vzorek	Popel v % ± S. D.
1	2,11 ± 0,05
2	1,87 ± 0,04
3	1,66 ± 0,06
4	1,55 ± 0,01
5	2,01 ± 0,13
6	1,84 ± 0,06
7	1,74 ± 0,02

Pozn. S.D. – směrodatná odchylka; popel byl stanoven jako průměr ze tří měření ± směrodatná odchylka S.D.

Popel získaný spálením vzorku přímo souvisí s množstvím minerálních látek (minerálií) přítomných v testovaném müsli. Vzhledem k tomu, že minerálie jsou v obilném zrna lokalizovány v obalových vrstvách, závisí jejich přítomnost v produktu na technologickém zpracování zrna [13]. Čím více popele tedy po spálení vzorku zůstalo, tím více minerálních látek bylo ve vzorku přítomno. Z tabulky 12 je patrné, že nejvyšší množství minerálií bylo zaznamenáno ve vzorku č. 1. Poměrně vysoký obsah minerálií (2,11 %) ve vzorku č. 1 lze vysvětlit zejména zastoupením ovesa a ječmene (jedná se o obiloviny s nejvyšším množstvím minerálních látek) v obilném podílu, který tvoří 82 % celého produktu, přičemž v

podílu ostatních složek výrazně převládají ořechy taktéž bohaté na minerální látky. Druhé nejvyšší množství minerálií bylo zjištěno ve vzorku č. 5 (2,01 %). Naopak nejnižším množství minerálií obsahoval vzorek č. 4 (1,55 %). Vzorek č. 4 má kvalitativně podobné složení obilné části jako vzorek č. 1, nicméně kvantitativní podíl je nižší. I když vzorek č. 4 obsahuje i větší množství různých oříšků, byl v něm zjištěn nejnižší obsah minerálních látek. Poněkud překvapujícím je poměrně vysoký obsah popela u vzorku č. 5 a 2. Základem obou druhů müsli jsou sice ovesné a pšeničné vločky (v menší míře i kukuřičné lupínky), ale neobsahují oříšky ani semínka, obsahují pouze sušené ovoce. Výsledek by ukazoval na vysokou kvalitu použitých surovin.

7.4 Výsledky stanovení neutrálně-detergentní vlákniny

Stanovení vlákniny bylo provedeno podle pracovního postupu uvedeného v kapitole 6.7, výsledky jsou uvedeny v tabulce 13.

Tabulka 13: Obsah neutrálně-detergentní vlákniny v jednotlivých vzorcích müsli

Vzorek	Neutrálně-detergentní vláknina v % ± S. D.
1	10,94 ± 0,23
2	8,47 ± 0,30
3	10,86 ± 0,86
4	10,32 ± 0,74
5	8,08 ± 0,53
6	11,88 ± 0,24
7	7,59 ± 0,99

Pozn. S.D. – směrodatná odchylka S.D.

Množství vlákniny stanovené metodou uvedenou v kap. 6.7 se pohybovalo v rozmezí hodnot 7,59 % až 11,88 %. Vzhledem k tomu, že výrobci neuvedli na obalech svých výrobků typ vlákniny ani použitou metodu stanovení, lze provést pouze orientační porovnání se získanými výsledky. Zjištěné hodnoty byly u vzorků č. 2, 3, 4, 5 a 6 vyšší a v případě vzorku č. 7 nižší než udává výrobce. V případě vzorku č. 1 nelze kvůli chybějícímu údaji na

obalu srovnat výsledek analýzy s výrobcem. Nejvyšší množství vlákniny bylo stanoveno ve vzorku č. 6, a to 11,88 %. Tento vzorek měl i dle deklarace výrobce nejvyšší množství vlákniny z testovaných vzorků (konkrétně $9,2 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ neboli 9,2 %). Naopak müsli s nejmenším analyzovaným množstvím vlákniny, vzorek č. 7, obsahovalo 7,59 % (výrobce deklaroval $7,7 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ neboli 7,7 %). Dle deklarace výrobce nejmenší množství vlákniny obsahoval vzorek č. 5 ($6,3 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ neboli 6,3 %). Avšak analyticky byla zjištěna hodnota 8,08 %, tedy až druhá nejnižší v rámci všech testovaných produktů. Výsledky první provedené analýzy u vzorků č. 4, 5 a 6 vykazovaly příliš vysokou odchylku od deklarace výrobců, takže byla provedena ještě dodatečná analýza k potvrzení prvně získaných údajů. Deklaraci výrobců blíže odpovídaly výsledky druhé analýzy u vzorků č. 4 a 6, v případě vzorku č. 5 byly ponechány údaje získané z první analýzy. Nekonzistentnost získaných údajů pravděpodobně souvisí s nedostatečnou homogenizací vzorků müsli a malou navázkou vzorku k analýze dle metodiky. V případě výrobku tohoto typu však dokonalou homogenizaci provést nelze, především kvůli odlišné velikosti, tvrdosti a viskozitě komponent.

7.5 Výsledky stanovení stravitelnosti

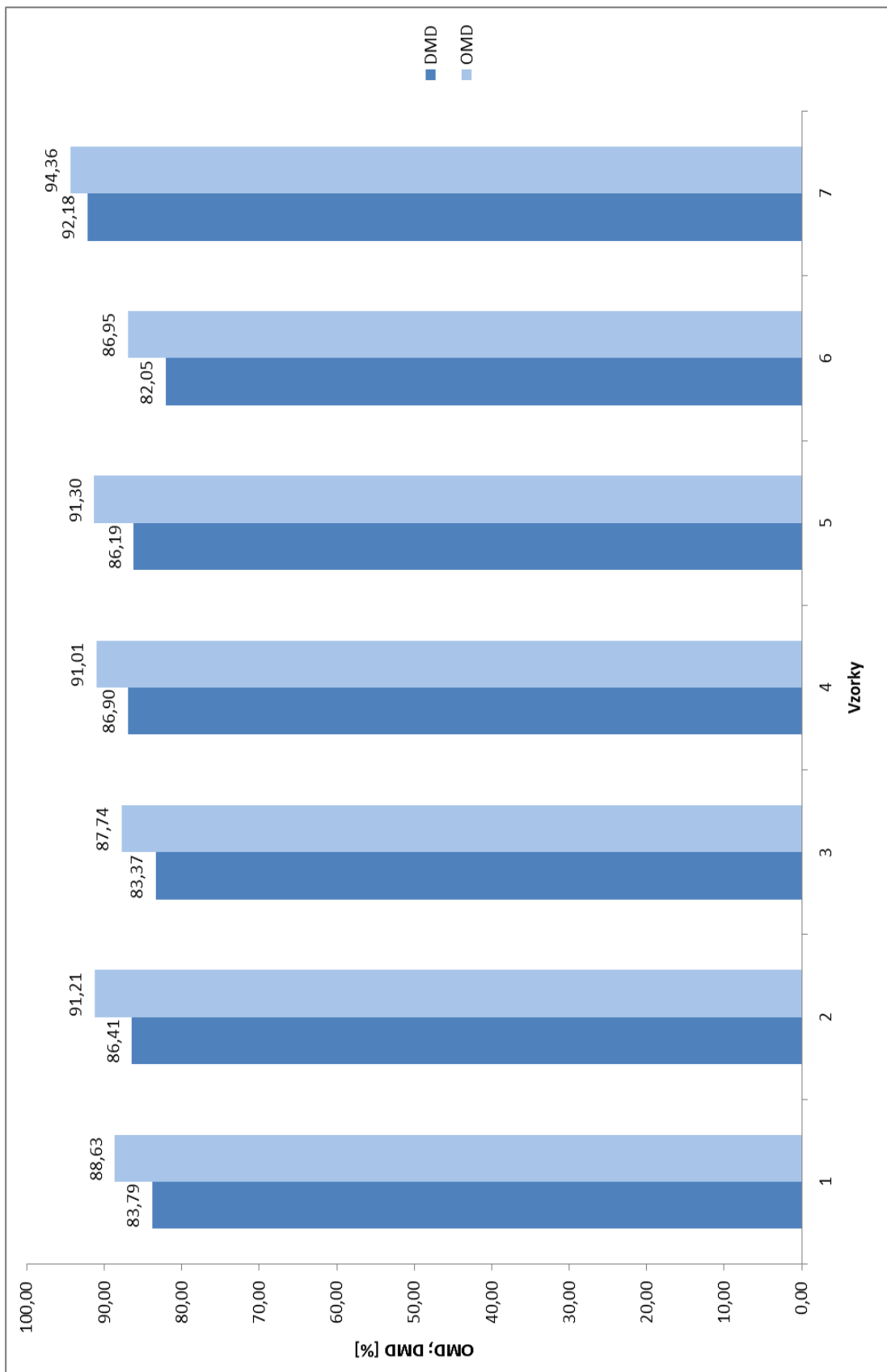
Stravitelnost byla stanovena postupem uvedeným v kapitole 6.8, výsledky stravitelnosti sušiny (DMD) a organické hmoty (OMD) jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14: Stravitelnost sušiny (DMD) a stravitelnost organické hmoty (OMD) v jednotlivých vzorcích müsli

Vzorek	DMD v % ± S. D.	OMD v % ± S. D.
1	83,79 ± 0,79	88,63 ± 0,46
2	86,41 ± 0,66	91,21 ± 0,38
3	83,37 ± 0,61	87,74 ± 0,42
4	86,90 ± 0,14	91,01 ± 0,07
5	86,19 ± 0,50	91,30 ± 0,35
6	82,05 ± 1,05	86,95 ± 0,76
7	92,18 ± 0,70	94,36 ± 0,59

Pozn. S.D. – směrodatná odchylka, S.D.

Stravitelnost v jednotlivých druzích müsli byla stanovena po kombinované hydrolyze enzymem pepsinem a pankreatinem. Stravitelnost sušiny se u testovaných vzorků pohybovala v rozmezí 82,05 % až 92,18 %. Nejnižší stravitelnost vykazoval vzorek č. 6 (82,05 %). Poměrně nízká stravitelnost byla zjištěna i ve vzorcích č. 1 (83,79 %) a 3 (83,37 %). Tato skutečnost nejspíše souvisí s vyšším množstvím obilné složky složené především z celých zrn a přítomnosti ořechů a semínek v těchto vzorcích. Nejvyšší stravitelnost byla zjištěna u vzorku č. 7 (92,18 %). Tak vysoká stravitelnost sušiny v rámci skupiny je pravděpodobně způsobena přítomností významného množství sušeného ovoce, a především pšeničných (28 %) a kukuřičných lupínků (12 %), které se nejčastěji vyrábí extruzí. Stravitelnost organické hmoty vyšla u všech vzorků asi o 4 – 5 % vyšší než stravitelnost sušiny (výjimkou byl vzorek č. 7, u nějž tento rozdíl činil pouze něco přes 2 %). Nejnižší stravitelnost vykazoval opět vzorek č. 6. Tuto skutečnost lze vysvětlit především vysokým obsahem vlákniny analyzovaným dle metody v kapitole 6.7. Nejvyšší stravitelnost byla pozorována ve vzorku č. 7. Tento výsledek koresponduje s analyticky zjištěným nejnižším množstvím vlákniny ve vzorku (tabulka 13).



Obrázek 2: Porovnání obsahu stravitelné sušiny (DMD) a stravitelných organických látek (OMD)

ZÁVĚR

Teoretická část bakalářské práce se zabývala historickým vznikem a původem pokrmu müsli, jeho definicí z hlediska legislativy ČR a dostupností druhů na trhu v ČR. Další část se podrobně zaměřila na anatomickou a chemickou stavbu základní složky müsli – obilovin a okrajově i na nejpoužívanější pseudocereálie. Následovala kapitola věnovaná technologickému zpracování obilovin a ovoce používaných pro přípravu müsli a nastíněny byly i vlastnosti a nutriční složení ořechů a semínek. Poslední kapitola byla věnována biochemickému pohledu na trávení sacharidů, tuků a bílkovin.

Praktická část této práce se zabývala stanovením sušiny, vlhkosti, popela, vlákniny a stravitelnosti sedmi vybraných vzorků müsli dostupných na trhu ČR.

Obsah sušiny se v testovaných vzorcích pohyboval v rozmezí 88,59 – 93,55 %. Nejvíce sušiny bylo zjištěno ve vzorku č. 7, nejméně naopak ve vzorku č. 5. Müsli složená převážně z obilovin, ořechů, popřípadě semínek vykazovala při zkoušce více sušiny, než müsli obsahující různě upravené (především sušené) ovoce. Důvodem je vyšší množství vlhkosti v sušeném ovoci oproti ořechům, obilovinám či semínkům.

Obsah popela byl u všech vzorků zjištěn v rozmezí 1,55 – 2,11 %. Nejvíce popela obsahoval vzorek č. 1, nejméně vzorek č. 4.

Obsah vlákniny byl u pěti vzorků zjištěn vyšší, než udával výrobce, v jednom případě byl nepatrně nižší a u vzorku č. 1 nemohl být porovnán, protože jej výrobce na obalu neuvedl. Obsah vlákniny se pohyboval v rozmezí 7,59 % až 11,88 %.

Stravitelnost sušiny byla stanovena v rozmezí 82,05 – 92,18 %. Stravitelnost organických látek pak vyšla v intervalu 86,95 % až 94,36 %. Stravitelnost sušiny byla v průměru o 4 – 5 % nižší než stravitelnost organických látek, s výjimkou vzorku č. 7, u kterého byla stravitelnost sušiny oproti stravitelnosti organických látek nižší pouze o 2 %.

Müsli je pro člověka nutričně hodnotnou potravinou, jak je uvedeno na několika místech této práce. Zvláště významným zdravotním benefitem tohoto produktu je poměrně vysoké množství vlákniny. Müsli je tudíž vhodným prostředkem pro její dodání organismu, a tím více v situaci, kdy se příjem vlákniny v ČR pohybuje okolo 12 g za den [5], na místo doporučených 30 g [11]. Ovšem záleží i na volbě druhu müsli. Zdraví prospěšné müsli, jak už vyplývá z předchozího textu této práce, je složeno zejména z ovesných vloček (popřípadě

obohacené i jinými obilovinami) a různých druhů sušeného ovoce s přídavkem semínek, či malého množství ořechů, přičemž je neupravené zapékáním. Zdravotně málo prospěšné je naopak müsli obsahující příliš mnoho cukru a tuku (jeho zdrojem může být olej použitý k zapékání, ale i vysoký obsah ořechů). Takovéto müsli je navíc i energeticky velmi vydatné, takže jeho nadměrná či častá konzumace s sebou může nést i zdravotní rizika.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JONES, Roger: *What's who? a dictionary of things named after people, and the people they are named after*. Leicester (UK): Troubador Publishing Ltd, 2009. 293 s. ISBN: 978 1848760 479.
- [2] DARLING-GANSSER, M. a S. GRIFFITHS: *Winter in the Alps: Food by the Fireside*. Australia: Hardle Grant Books, 2007. 272 s. ISBN: 9781740664806.
- [3] ČESKO. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta.
- [4] COUNTRYLIFE. *Müsli pohankové s amarantem, ...* Countrylife.cz [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: <http://www.countrylife.cz/muesli-pohankove-s-amarantem-bananem-a-jablkem-300-g-bio-semix-pluso>.
- [5] ANONYM. Není müsli jako müsli. In: NESTLÉ. *Cerealie.cz* [online]. [cit. 2011-09-15]. Dostupné z: <http://www.cerealie.cz/nas-magazin/neni-muesli-jako-muesli>.
- [6] KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH, Michal VOLDŘICH a kol.: *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. Ostrava: Key, 2009. 536 s. Monografie. ISBN: 978-80-7418-051-4.
- [7] EMCO. Produkty. *Emco.cz* [online]. ©EMCO 2009 [cit. 2011-09-15]. Dostupné z: <http://www.emco.cz/cs/produkty/>.
- [8] DOSTÁLOVÁ, J., S. HRUBÝ a B. TUREK. Konečné znění Výživových doporučení pro obyvatelstvo ČR. In: Společnost pro výživu. *Vyzivaspol.cz* [online]. [cit. 2011-03-01]. Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/rubrika-dokumenty/konecne-zneni-vyzivovych-doporuceni.html>.
- [9] KENT, Norman, Leslie a A. D. EVERS. *Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture* [online]. 4 th ed. Oxford [England]: Pergamon, 1994. 334 s. ISBN: 978-1-85573-361-9. Po zaregistrování je plná verze dostupná z: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=304.

- [10] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2*. Tábor: OSSIS, 1999. 328 s. ISBN: 80-902391-4-5.
- [11] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie cereálií*. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2004 (dotisk 2008). 141 s. ISBN: 978-80-7157-811-6.
- [12] ČERMÁK, Bohuslav a kol. *Výživa člověka*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2002. 224 s. ISBN: 80-7040-576-7.
- [13] PŘÍHODA, Josef, Pavel SKŘIVAN a Marie HRUŠKOVÁ. *Cereální chemie a technologie I.: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003, 202 s. ISBN: 80-7080-530-7.
- [14] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům* (1. část). [online]. Brno: 2007. [cit. 2011-08-10]. ISBN: 978-80-7271-184-0. Dostupné také z: http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kopov_Cerelie%20web.pdf.
- [15] ŘEZÁČOVÁ, Martina a Alena STOKLASOVÁ. *Základy biochemie lidského organismu*. Praha: Karolinum, 2008, 123 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN: 978-80-246-1510-3.
- [16] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN: 80-902391-3-7.
- [17] BULKOVÁ, Věra. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011. 162 s. ISBN: 978-80-7013-532-7.
- [18] GUO, Mingruo. *Functional foods: principles and technology*. Boca Raton: CRC Press, 2009. 358 s. ISBN: 978-1-4398-0897-9.
- [19] GUILLON, F., CHAMP M. a J.-F. THIBAUT. Dietary fiber functional products. In: GIBBSON G., R. and C. M. WILLIAMS. *Functional foods*. [s.l.]: Woodhead, 2000, s. 338. ISBN: 978-1-59124-071-6. Po registraci je plná verze dostupná z: http://www.knovel.com/web/potal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=157&VerticalID=0.

- [20] HOLEČEK, Milan. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada, 2006, s. 114 – 115. ISBN: 80-247-1562-7.
- [21] ZADÁK, Zdeněk. *Výživa v intenzivní péči*. 2. rozšířené a aktualizované vydání. Praha: Grada, 2008, 547 s. ISBN: 978-80-247-2844-5.
- [22] WOOD, Peter, J. Cereal β -glucans in diet and health. *Journal of Cereal Science*. [s.l.]: Elsevier, 2007, **46**(3), 230-238. ISSN: 0733-5210.
- [23] INGRAM, Christiane. *Všechno o jídle: Světová encyklopedie*. Praha: Fortuna Print, 2006, 512 s. ISBN: 80-7321-251-X.
- [24] RYAN, L., P. S. THONDRE a C. J. K. HENRY. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential. *Journal of Food Composition and Analysis*. [s.l.]: Elsevier, 2011, **24**(7), 929-934. ISSN: 0889-1575.
- [25] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. A – Z slovník pro spotřebitele. *Agronavigator.cz*. Amarant [online]. [cit. 2011-08-10]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/az/>.
- [26] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. A – Z slovník pro spotřebitele. *Agronavigator.cz*. Pohanka [online]. [cit. 2011-08-10]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/az/>.
- [27] PRÉSTAMO, G., A. PEDRAZUELA, E. PENAS, M. A. LASUNCIÓN a G. ARROYO. Role of buckwheat diet on rats as prebiotic and healthy food. *Nutrition Research*. [s.l.]: Elsevier, 2003, **23**(6), 803-8014. ISSN: 0271-5317.
- [28] RANKEN, M., D., R. C. KILL a C. G. J. BAKER: *Food Industries Manual*. 24th ed. [London]: Blackie Academic and Professional, 1997. 650 s. ISBN: 0-7514-0404-7.
- [29] GUY, R. *Extrusion Cooking*. Technologies and applications. Cambridge: Woodhead, 2001. 206 s. ISBN: 978-1-59124-333-5. Po registraci dostupné z: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=547&VerticalID=0.
- [30] SHILS, Maurice, E., Moshe SHIKE at al. *Modern nutrition in health and disease*. 10th ed. [s.l.]: Lippincott Williams&Wilkins, 2006. 2069 s. ISBN: 0-7391-0364-4.

- [31] MATZ, Samuel, Adam. *The chemistry and technology of cereals as food and feed*. 2nd ed. USA: Springer, 1991. 751 s. ISBN: 0-442-30830-2.
- [32] DRDÁK, Milan, J. STUDNICKÝ, E. MÓROVÁ a J. KAROVIČOVÁ. *Základy potravinářských technologií: spracovanie rostlinných a živočišných surovín...* Bratislava: Malé centrum, 1996. Kap. 7.1.5.3, Sušená zelenina, ovoce a houby. ISBN: 80-967064-1-1.
- [33] NUSSINOVITCH, Amos. *Water-soluble polymer applications in food*. Wiley, 2003. Chap. 7.11.3, Texturized fruit and vegetable pieces in breakfast cereals. ISBN: 0-632-05429-8.
- [34] BAKER, Christopher, G., J. *Industrial drying of foods*. London: Blackie Academic and Professional, 1997. 309 s. ISBN: 0-7514-0384-9.
- [35] HUI, Y., H.: *Food drying Science and Technology: Mikrobiology, Chemistry, Application*. Lancaster [Pennsylvania]: DEStech Publications, Inc., 2004. 792 s. ISBN: 978-1-932078-56-5.
- [36] CASAS-AGUSTENCH, P., P. LÓPEZ-URIARTE, E. ROS, M. BULLÓ a J. SALAS-SALVADÓ. Nut, hypertension and endothelial function. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. [s.l.]: Elsevier, 2011, **21**(supplement 1), 21-33. ISSN: 0939-4753.
- [37] ŠPIČÁK, Julius. *Akutní pankreatitida*. Praha: Grada, 2005. 216 s. ISBN: 80-247-0942-2.
- [38] HOZA, Ignác, Daniela KRAMÁŘOVÁ a P. BUDÍNSKÝ. *Potravinářská biochemie II. pro studenty kombinované formy studia*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 150 s. ISBN: 978-80-7318-496-4.
- [39] WILHELM, Z.: *Stručný přehled fyziologie člověka pro bakalářské studijní programy*. 3. přepracované vydání, 2. dotisk. Brno: Masarykova univerzita, 2005. 116 s. ISBN: 80-210-2837-8.
- [40] KOŠINOVÁ, Květa. *Stanovení vlákniny v netradičních cereáliích a rýži*. Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav biochemie a analýzy potravin. Vedoucí diplomové práce Daniela Sumczynski.

- [41] PROCHÁZKOVÁ, Jana. *Stanovení stravitelnosti vybraných jídel ve školním stravování*. Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav biochemie a analýzy potravin. Vedoucí diplomové práce Daniela Sumczynski.
- [42] Potravinářská komora České republiky. Zdraví životní styl. *Zdravi.foodnet.cz* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-01]. Obrázek ve formátu PNG. Dostupné z: <http://zdravi.foodnet.cz/cze/pages/potravinova-pyramida>.
- [43] ANONYM. Chapter 18: Metabolism – An Overview. *Web.virginia.edu* [online]. [cit. 2012-03-01]. Obrázek ve formátu JPEG. Dostupné z: <http://web.virginia.edu/Heidi/chapter18/chp18frameset.htm>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ATP Adenosintrifosfát

TAG Triacylglyceroly

NDF Neutrálně-detergentní vláknina

DMD Dry Matter Digestibility – stravitelnost sušiny vzorku

OMD Organic Matter Digestibility – stravitelnost organické hmoty vzorku

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Anatomická stavba pšeničného zrna: E - vrstva přecházející při mletí do mouky, O – do otrub, K – odstraňovaná s klíčkem [13]	16
Obrázek 2: Porovnání obsahu stravitelné sušiny (DMD) a stravitelných organických látek (OMD)	50

SEZNAM TABULEK

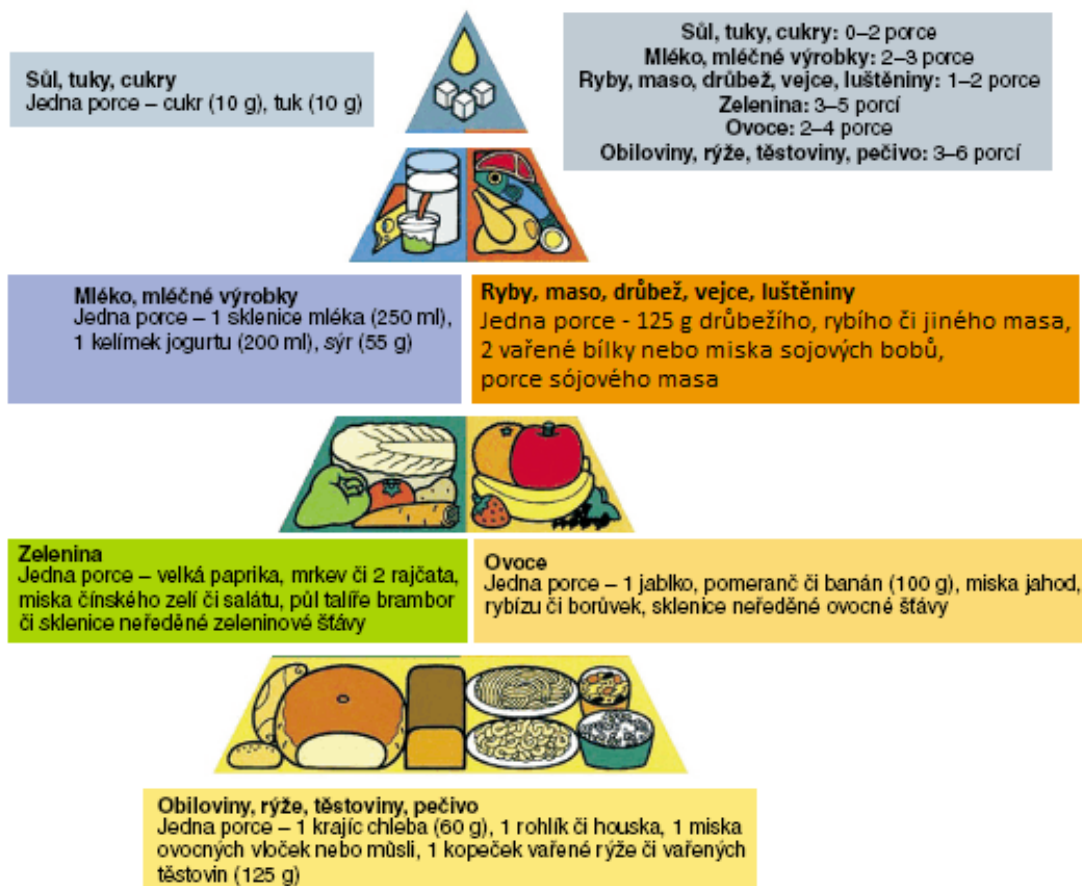
Tabulka 1: Srovnání sypaného a zapékaného müsli s ovocem od firmy Emco, spol. s.r.o.	13
Tabulka 2: Srovnání sypaného a zapékaného müsli se suchými skořápkovými plody (ořechy) od firmy Emco, spol. s.r.o.	13
Tabulka 3: Nutriční hodnoty ve 100 g vzorku č. 2	35
Tabulka 4: Nutriční údaje ve 100 g vzorku č. 3.....	35
Tabulka 5: Nutriční údaje ve 100 g vzorku č. 4.....	36
Tabulka 6: Nutriční hodnoty ve 100 g vzorku č. 5	37
Tabulka 7: Nutriční údaje ve 100 g vzorku č. 6.....	37
Tabulka 8: Nutriční údaje ve 100 g vzorku č. 7.....	38
Tabulka 9: Údaje uvedené výrobcem nebo spočítané dle parametrů výrobce	44
Tabulka 10: Hodnoty získané vážením jednotlivých vzorků na předvážkách.....	44
Tabulka 11: Obsah sušiny a vlhkosti stanovený v jednotlivých vzorcích müsli.....	45
Tabulka 12: Obsah popela stanovený v jednotlivých vzorcích müsli.....	46
Tabulka 13: Obsah neutrálně-detergentní vlákniny v jednotlivých vzorcích müsli.....	47
Tabulka 14: Stravitelnost sušiny (DMD) a stravitelnost organické hmoty (OMD) v jednotlivých vzorcích müsli	48

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA I. Potravinová pyramida [42]

PŘÍLOHA II. Schématický průběh odbourávání živin [43]

PŘÍLOHA P I: POTRAVINOVÁ PYRAMIDA



PŘÍLOHA P II.: SCHÉMATICKÝ PRŮBĚH ODBOURÁVÁNÍ ŽIVIN

