

Výroba pšeničného müsli a jeho hodnocení

Bc. Eliška Doleželová

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Eliška DOLEŽELOVÁ**
Osobní číslo: **T11782**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Výroba pšeničného müsli a jeho hodnocení**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Stručně charakterizovat pšeničné müsli a zmínit jeho základní technologické aspekty výroby
2. Charakterizovat základní suroviny pro výrobu müsli, u pšenice se zaměřit na její chemické složení a zdůraznit její nutriční hodnoty

II. Praktická část

1. Příprava pšeničných zrn k přípravě vloček mechanickou cestou, příprava modelových vzorků müsli
2. Sensorické hodnocení vzorků sypaného pšeničného müsli
3. Stanovení vybraných chemických/nutričních parametrů sypaného pšeničného müsli
4. Výsledky a diskuze

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, 2 sv. ISBN 978-80-86659-17-6.

[2] PRUGAR, Jaroslav. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČZV, 2008, 327 s., [13] s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-86576-28-2.

[3] FAST, Robert B. a Elwood F. CALDWELL. Breakfast Cereals And How They Are Made. 1st ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1990. ISBN 0-913250-70-8.

[4] KULP, Karel a Joseph G PONTE. Handbook of cereal science and technology. 2nd ed., rev. and expanded. Boca Raton: CRC Press, 2000, ix, 790 s. ISBN 0-8247-8294-1.

[5] KENT, N a A EVERS. Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture [online]. 4th ed. Oxford [England]: Pergamon, c1994.

[6] KŘÍŽ, Oldřich, František BUŇKA a Jan HRABĚ. Senzorická analýza potravin II.: statistické metody. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 127 s. ISBN 978-80-7318-494-0.

Vedoucí diplomové práce:

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

Datum zadání diplomové práce:

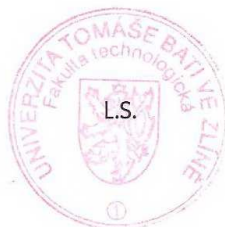
16. ledna 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

2. května 2013

Ve Zlíně dne 4. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




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

Příjmení a jméno: DOLEŽELOVA ELIŠKA

Obor: THEVP

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 2. 5. 2013

Doleželova Eliška

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 nevýdělečně 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 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 chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

ABSTRAKT

Teoretická část diplomové práce je věnována zejména pšenici obecné, její botanické stavbě, chemickému složení a nutričním hodnotám pšenice. Dále jsou charakterizovány vybrané druhy pšenice. Následující část se zaměřuje na müsli, jeho druhy, základní suroviny pro výrobu a na základní technologické aspekty jejich výroby. Praktická část diplomové práce se zabývá nejen výrobou sypaného müsli ze sušeného ovoce a pšeničných vloček, ale především stanovením základních chemických a nutričních parametrů, tedy stanovení sušiny, vlhkosti, obsahu popela, hrubé bílkoviny, škrobu, tuku a stanovení kyselosti. Práce byla doplněna o sensorické hodnocení vyrobeného pšeničného müsli.

Klíčová slova: müsli, pšenice, kamut, špalda, červená pšenice, chemické složení, sensorické hodnocení

ABSTRACT

The theoretical part of the master thesis is devoted primarily to the wheat, its botanical structure, chemical composition and nutritional values of wheat. The selected wheat species are also characterized. The following section focuses on muesli, its types, the basic raw materials for the production and the basic technological aspects of their production. The practical part of the master thesis deals with not only the production of traditional muesli done from dried fruit and wheat flakes, but especially providing the basic chemical and nutritional parameters, like the determination of dry matter, humidity, ash content, crude protein, starch, fat and acidity determination. The thesis was completed on sensory evaluation of the wheat produced muesli.

Keywords: muesli, wheat, kamut, spelt, red wheat, chemical composition, sensory evaluation

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Daniele Sumczynski, Ph. D. za ochotu, čas a poskytnutí odborných znalostí a rad při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat paní laborantce Ing. Lence Fojtíkové za ochotu a pomoc při práci v laboratoři. Poděkování patří prof. Dr. agr. Janu Sneydovi z Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Fakultät Agrarwirtschaft za poskytnutí vzorků pro analýzu a spolupráci na řešení dané problematiky.

Ráda bych také poděkovala své mamince Mgr. Heleně Doleželové za veškerou podporu během celého mého vysokoškolského studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PŠENICE.....	12
1.1 BOTANICKÁ SYSTEMATIKA	13
1.2 MORFOLOGIE ROSTLINY	14
1.3 MORFOLOGIE OBIHKY	15
2 TRADIČNÍ I NETRADIČNÍ DRUHY PŠENICE.....	17
2.1 PŠENICE SETÁ (<i>TRITICUM AESTIVUM</i>).....	17
2.2 VYUŽITÍ PŠENICE	19
2.3 PŠENICE ČERVENÁ	20
2.4 PŠENICE ŠPALDA (<i>TRITICUM SPELTA</i>)	21
2.5 KAMUT (<i>TRITICUM TURANICUM</i>)	22
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PŠENIČNÉHO ZRNA.....	25
3.1 SACHARIDY	25
3.1.1 Monosacharidy a oligosacharidy	25
3.1.2 Polysacharidy	26
3.2 PROTEINY (BÍLKOVINY)	28
3.2.1 Lepkové bílkoviny, lepek	29
3.3 LIPIDY	30
3.4 VITAMINY A MINERÁLNÍ LÁTKY	30
3.4.1 Vitaminy.....	30
3.4.2 Minerální látky	31
4 SUROVINY PRO VÝROBU MÜSLI.....	32
4.1 CEREÁLNÍ ZÁKLAD	32
4.1.1 Výroba pšeničných vloček	33
4.2 OVOCNÝ PODÍL.....	33
4.2.1 Sušené ovoce	33
4.2.2 Suché skořápkové plody.....	34
4.2.3 Semínka.....	35
4.3 OSTATNÍ PŘÍSADY.....	35
5 MÜSLI.....	36
5.1 DRUHY MÜSLI.....	37
5.1.1 Čerstvé müsli.....	37
5.1.2 Sypané müsli	37
5.1.3 Zapékané müsli	37
5.1.4 Flapjack - výrobek podobný müsli	37

II	PRAKTICKÁ ČÁST	38
6	CÍL PRÁCE	39
7	METODIKA	40
7.1	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE	40
7.2	POUŽITÉ POMŮCKY A PŘÍSTROJE	40
7.3	PŘÍPRAVA VZORKŮ	41
7.3.1	Příprava pšeničných vloček	41
7.3.2	Příprava ovocného podílu	42
7.3.3	Příprava pšeničného müsli s ovocem	43
7.4	STANOVENÍ VLHKOSTI A SUŠINY	43
7.5	STANOVENÍ POPELA	44
7.6	STANOVENÍ OBSAHU HRUBÝCH BÍLKOVIN	45
7.7	STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI	46
7.7.1	Stanovení titrační kyselosti vloček	46
7.7.2	Stanovení titrační kyselosti ovocného podílu	47
7.8	STANOVENÍ OBSAHU ŠKROBU DLE EWERSE U VLOČEK	47
7.9	STANOVENÍ OBSAHU TUKU	49
7.10	SENZORICKÉ HODNOCENÍ MÜSLI	49
7.11	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ	50
8	VÝSLEDKY A DISKUZE	52
8.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ VLHKOSTI A SUŠINY	52
8.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ POPELA	53
8.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU HRUBÝCH BÍLKOVIN	55
8.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI VLOČEK A OVOCNÉHO PODÍLU	57
8.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU ŠKROBU U VLOČEK	58
8.6	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU TUKU	59
8.7	VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY	61
	ZÁVĚR	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	79
	SEZNAM OBRÁZKŮ	80
	SEZNAM TABULEK	81
	SEZNAM PŘÍLOH	82

ÚVOD

Müsli, které se vyrábí z různých druhů obilovin, sušeného ovoce a ořechů, se v dnešní době považuje za „zdravou“ formu snídaně či svačiny. Původní receptura byla bohatá na čerstvé ovoce a vznikla jako doplněk léčby ve švýcarském sanatoriu. Müsli je oblíbené nejen pro snadnost přípravy a konzumace, ale také kvůli rozmanitosti druhů a chutí. K prodeji se nabízí jak sypané, tak zapékané, a v posledních letech si lze v rámci nabídky internetových obchodů objednat originální směs müsli dle vlastního výběru.

Převažující složkou müsli jsou obiloviny. Nejčastěji se používají ovesné vločky, nicméně tato práce se zabývá výrobou pšeničného müsli. Pšenici jsou proto věnovány první tři kapitoly. V první kapitole jsou vyjmenovány základní obiloviny se zaměřením na pšenici, základní botanické aspekty, členění v rámci druhů, krátký popis morfologie rostliny a pšeničného zrna. Druhá kapitola se blíže zabývá vybranými druhy pšenice, především netradičními druhy, jako jsou kamut, špalda a pšenice červená, a jejich rozdílností v chemickém složení. Třetí kapitola podrobněji popisuje základní chemické složení pšeničného zrna se zaměřením na škrob a bílkoviny.

Čtvrtá kapitola charakterizuje základní suroviny pro výrobu müsli. Zmíněny jsou další obiloviny, které se často používají pro výrobu müsli, krátce je popsána výroba pšeničných vloček. Z dalších surovin byly stručně popsány suché skořápkové plody, semínka, dále ovoce a rozdíl mezi sušenou a lyofilizovanou formou. Na závěr kapitoly byly pro doplnění vyjmenovány další suroviny, které se mohou u müsli vyskytovat. Pátá kapitola pojednává o müsli, jeho historii a nutričních aspektech a popisuje druhy müsli.

Praktická část práce je zaměřená na stanovení základních chemických a nutričních parametrů müsli. Stanovení obsahu sušiny a vlhkosti, popela, hrubých bílkovin, škrobu, tuku a kyselosti bylo provedeno u pšeničného müsli, vyrobeného v podmínkách laboratoře. Chemické stanovení bylo doplněno senzoricou analýzou. Součástí praktické části je popis výroby müsli pro účely diplomové práce a také metodika principů a postupů jednotlivých stanovení a senzorickeho hodnocení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŠENICE

Obiloviny, jako hlavní zdroj energie, patří k nejstarším druhům potravy a provází lidstvo po celou dobu historického vývoje. Patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Pro lidskou výživu se zpracovává výhradně obilné zrnno. V posledních letech roste obliba i tzv. alternativních plodin, což jsou jednak již téměř zapomenuté rody a druhy čeledi lipnicovitých, ale také plodiny patřící do jiných čeledí, tzv. pseudoobiloviny. K nejvýznamnějším představitelům pseudoobilovin se řadí pohanka (*Fagopyrum*) patřící do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*), laskavec neboli amarant (*Amaranthus*) patřící do čeledi amarantovitých (*Amaranthaceae*) a merlík (*Chenopoidum*) patřící do čeledi merlíkovitých (*Chemopodiaceae*) [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Tabulka 1: Běžně používané obiloviny pro potravinářské účely [1, 3, 5, 6, 8]

Název obiloviny	Latinský název
pšenice obecná	<i>Triticum aestivum</i>
pšenice tvrdá	<i>Triticum durum</i>
ječmen víceřadý	<i>Hordeum vulgare</i>
žito seté	<i>Secale cereale</i>
oves setý	<i>Avena sativa</i>
kukuřice setá	<i>Zea mays</i>
rýže setá	<i>Oryza sativa</i>
proso seté	<i>Panicum miliaceum</i>
čirok	<i>Sorghum</i> sp.

Pšenice pochází pravděpodobně z trav oblasti jihozápadní Asie. Počátky jejího pěstování jsou spjaty se vznikem zemědělství v pravěké době. Kulturní druhy pšenice se rozšiřovaly z oblasti tzv. úrodného půlměsíce, který se nachází na území podél řek Eufrat a Tigris, přes severní Afriku až do Evropy [9, 10, 11].

Pšenice je jednou z nejvýznamnějších obilnin mírného pásma, ale je možné ji najít na všech kontinentech, kromě Antarktidy. V současnosti má největší pěstitelské zastoupení, a proto je hlavním zdrojem obživy pro asi třetinu lidské populace [4, 10, 12].

1.1 Botanická systematika

Tabulka 2: Přehled druhů rodu *Triticum* podle počtu chromozomů [3, 5, 13, 14]

Počet chromozomů	Obilky nahé	Obilky pluchaté
2n = 14	<i>T. sinskajae</i>	<i>T. boeoticum</i> (pšenice planá jednozrná) <i>T. monococcum</i> (pšenice jednorznka)
2n = 28	<i>T. turgidum</i> (pšenice naduřelá) <i>T. durum</i> (pšenice tvrdá) <i>T. turanicum</i> (pšenice khorasan - kamut) <i>T. polonicum</i> (pšenice polská) <i>T. carthlicum</i> (pšenice perská)	<i>T. dicoccoides</i> (pšenice planá dvouzrná) <i>T. dicoccum</i> (pšenice dvouzrnka) <i>T. timopheevi</i> (pšenice Timofejeva)
2n = 42	<i>T. aestivum</i> (pšenice setá) <i>T. compactum</i> (pšenice shloučená) <i>T. sphaerococcum</i> (pšenice indická)	<i>T. zhukovskyi</i> <i>T. spelta</i> (pšenice špalda) <i>T. macha</i> (pšenice macha)

Do rodu pšenice (*Triticum*), patřící z hlediska botanického systému do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), spadá mnoho jejích botanických druhů. Rozdělují se do tří skupin: diploidní s 14 chromozomy, tetraploidní s 28 chromozomy a hexaploidní s 42 chromozomy [3, 4, 5, 12, 15].

Diploidními druhy jsou například pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum*) a pšenice kulturní jednozrnka (*T. monoccocum* L.). Významnější jsou tetraploidní druhy pšenice, a to pšenice planá dvouzrnka (*T. dicoccoides* L.), pšenice dvouzrnka (*T. dicocum*), pšenice tvrdá (*T. durum*) a další. Pěstitelsky nejvýznamnější jsou hexaploidní druhy pšenice, především pšenice špalda (*T. spelta* L.) a pšenice setá (*T. aestivum* L.). Nejvíce je v současnosti pěstována pšenice obecná (*Triticum aestivum*) a pšenice tvrdá (*Triticum durum*) [5, 15].

Pšeničné druhy se dělí podle pluchatosti obilek na nahé (pluchy nejsou přirostlé k obilce) a pluchaté (pluchy jsou přirostlé k obilce). Dále se rozlišují podle doby setí na ozimé a jarní [3, 9, 16].

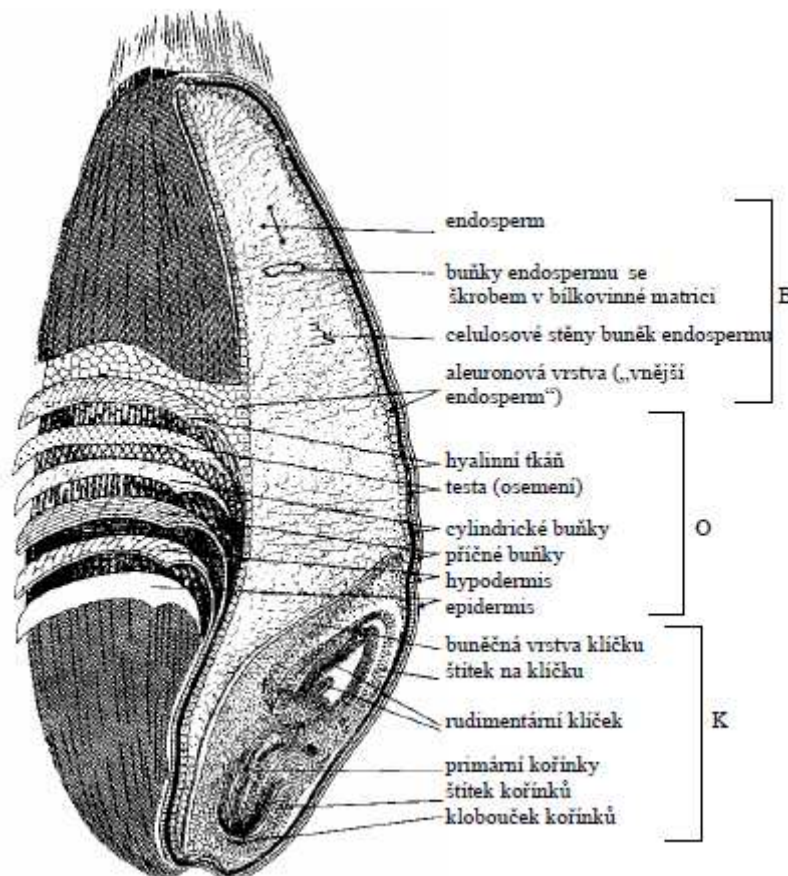
1.2 Morfologie rostliny

Pšenice je jednoletá, 40 až 160 cm vysoká rostlina a vysévá se na podzim (ozimá) nebo na jaře (jarní) [13, 15, 17].

Kořenový systém je svazčitý s 5 – 7 vedlejšími (též druhotnými či adventivními) kořeny. Vyvíjejí se z odnožovacího uzlu a dorůstají hloubky až 0,5 m. Stéblo je u zralých rostlin duté, směrem ke klasu se zužuje a je tvořeno několika články oddělenými kolénky. Listy jsou dlouhé, ploché a drsné, skládají se z listové čepele a listové pochvy a přechod tvoří blanitý jazýček a brvitě chlupatá ouška. Květenství pšenice je tvořeno osinatým či bezosiným klasem, jehož délka může být od 50 do 127 cm. Osou klasu je tzv. větveno, na které přiléhá 10 až 30 klásků. V klásku je jeden nebo více kvítků, chráněny jsou z vnější strany pluchou a z vnitřní strany pluškou. Plodem pšenice je jednosemenná nažka – obilka [15, 16, 17, 18].

1.3 Morfologie obilky

Obilka je vejčitého tvaru, na povrchu hladká, s typickou rýhou rozdělující zrna na dvě poloviny. Dosahuje délky 4 až 10 mm v závislosti na odrůdě. Podle barvy se rozdělují na bílé a červené. Obilka se skládá ze tří částí: obalových vrstev, endospermu (jádra) a klíčku (embrya) [3, 5, 15, 16, 19].



Obrázek 1: Stavba pšeničného zrna (části zrna: E – endosperm,
O – obalové vrstvy, K – klíček) [3]

Obalové vrstvy zaujímají 8 až 15 % hmotnosti zrna, jsou tvořeny oplodím a osemením a těsně k sobě přiléhají. Vnější vrstva (oplodí) chrání zrna před mechanickým poškozením a krátkodobými účinky vody a škodlivých látek, tvoří ji především celulóza. Vnější vrstvy (osemení) určují barvu zrna, neboť obsahují ve svých buňkách barviva, také se díky obsahu polysacharidových látek podílejí na udržování rovnováhy vlhkosti zrna. Obalové vrstvy přecházejí při mletí do mouky, označují se jako otruby [3, 5, 7, 15, 19].

Endosperm je od obalových vrstev oddělen vrstvou aleuronových buněk, které obsahují vysoký podíl bílkovin a minerálních látek a výrazně tak zvyšují obsah popela v mouce. Endosperm tvoří 82 až 86 % hmotnosti zrna. Buňky obsahují především škrob a bílkoviny důležité k lidské výživě [3, 5, 13, 14, 19].

Klíček je uložen na hřbetní straně obilky a od endospermu jej odděluje štítek. U pšenice představuje jen 3 % hmotnosti zrna. Klíček slouží jako zárodek rostliny, obsahuje proto mnoho živin, např. jednoduché cukry, bílkoviny a vitaminy rozpustné ve vodě a vitamin E. Vysoký obsah tuku a přítomnost enzymů by však znehodnotil mlýnské výrobky oxidačními změnami (žluknutí tuku), proto se před mlýnským zpracováním klíček odstraňuje [3, 5, 13, 15, 19].

2 TRADIČNÍ I NETRADIČNÍ DRUHY PŠENICE

2.1 Pšenice setá (*Triticum aestivum*)

Pšenice setá je nejpěstovanějším druhem pšenice u nás i ve světě, zaujímá asi 30 % plochy orné půdy. Největšími producenty jsou Rusko, USA, Kanada, Francie a Čína. V roce 2012 bylo v České republice sklizeno 6 554,8 tis. tun obilovin, z toho pšenice 3 577,8 tis. tun, což je podprůměrné množství. Spotřeba pšenice dosáhla v roce 2010 138,6 kg zrna (z toho mouky 96,2 kg) na osobu a rok [2, 20].

Pšenice setá vznikla pravděpodobně přirozeným křížením tetraploidní pšenice s mnohoštětem (*Aegilops squarrosa*). Po objevu zákonů dědičnosti došlo k intenzivnímu šlechtění především nahozrných druhů, tedy pšenice seté a pšenice tvrdé (*Triticum durum*), což vedlo ke značnému vzrůstu výnosů, ale ne k nárůstu sušiny nadzemní biomasy. Šlechtění však také může vést ke snížení odolnosti vůči houbovým chorobám [2, 12, 21, 22].

Šlechtěním hexaploidní pšenice seté vzniklo značné množství odrůd, které náleží do čtyř základních variet. U odrůd se dále rozlišují formy ozimé a jarní, podle tvrdosti zrna měkké, polotvrdé a tvrdé (nezaměňovat s pšenicí tvrdou – *Triticum durum*). Klas pšenice seté je nelámavý, osinatý či bezosinný, různě hustý. Obilka je buclatější a bezduchá [10, 12, 15].

Tabulka 3: Variety pšenice obecné [15]

Varieta	Barva klasu	Osinatost klasu
<i>lutescens</i>	bílý	bezosinný
<i>milturum</i>	červený	bezosinný
<i>erythrosperrum</i>	bílý	osinatý
<i>ferrugineum</i>	červený	osinatý

Pšenice ozimá se vysévá na podzim. Ze všech obilnin je nejnáročnější na předplodinu, která mění půdní prostředí a vlastnosti důležité pro růst pšenice, pro výnos a jeho kvalitu. Náročná je také na dostatek vláhy, optimální teplotu a dobrou zásobu živin. Nejvhodnější jsou půdy hlinité až jílovité s pH v rozmezí 6,2 až 7,0, naopak nevhodné jsou písčité, kyselé

a trvale zamokřené. Výnos výrazně ovlivňuje hnojení především dusíkem. Vhodné je také hnojení organickými hnojivy (sláma a zelené hnojení) [15, 23].

Pšenice jarní má obdobné nároky na půdní a klimatické podmínky, v méně vhodných pěstebních oblastech však zpravidla dává větší výnos než pšenice ozimá. V porovnání s pšenicí ozimou se však pěstuje mnohem méně. V roce 2009 z celkové sklizně pšenice připadlo 97 % na pšenici ozimou, na pšenici jarní pouze 3 %. V roce 2012 byl podíl produkce pšenice ozimé asi 92 % a pšenice jarní asi 8 % [9, 15, 20, 24].



Obrázek 2: Zrna pšenice seté (1. s měkkým bílým zrnem, 2. s tvrdým bílým zrnem, 3. s tvrdým červeným zrnem) [25]

Největší podíl pšenice se zkrmuje (téměř 60 %). Přesto je větší část osevní plochy využívána k pěstování s cílem dosažení potravinářské kvality. Nadbytečná produkce potravinářské pšenice se následně využívá k nepotravinářským účelům, např. k výrobě biolihu. Ke zkrmení není potravinářská pšenice příliš vhodná díky skladbě bílkovin (vyšší obsah lepkových bílkovin) [2, 15, 24].

Odrůdy pšenice byly do roku 1997 děleny pouze do kategorie potravinářská (především pro výrobu kynutých těst) a krmná (odrůdy nesplňující kritéria pro potravinářskou jakost). Nyní jsou odrůdy členěny do kategorií:

- pšenice pro pekárenské využití (výroba kynutých těst),
- pšenice pečivářská (výroba sušenek a oplatků),
- pšenice pro výrobu těstovin,

- pšenice pro speciální použití (výroba škrobu a lihu),
- krmná pšenice [15, 26].

Pšenice vhodné pro pekařské zpracování (zejména výroba kynutých těst) jsou děleny do následujících jakostních skupin:

- E (elitní pšenice) – zlepšující, dříve označovaná jako velmi dobrá,
- A (kvalitní pšenice) – samostatně zpracovatelná, dříve označovaná jako dobrá,
- B (chlebová pšenice) – zpracovatelná ve směsi, dříve označovaná jako doplňková,
- C (nevhodná pšenice) – odrůdy nevhodné pro výrobu kynutých těst [15, 26].

2.2 Využití pšenice

Nejčastěji se pšeničná mouka využívá k pekárenskému zpracování, tedy k výrobě chleba a běžného pečiva, ale také k přípravě cukrářských a jiných výrobků prokypřených kypřicím práškem. Pšenice je také obvykle základem pro výrobu krupice nebo instantních kaší určených konečnému spotřebiteli. Celá zrna se využívají pro výrobu vloček, které mohou být základní či doplňkovou obilovinou pro výrobu müsli (hlavní obilovinou jsou tradičně vločky ovesné). Pšeničné otruby jsou používány pro výrobu celozrnných vloček a jiných otrubových cereálií [2, 10, 22, 27].

V poslední době roste obliba RTE (ready-to-eat) snídaňových cereálií, tj. výrobků, které nemusí být v domácnostech dále tepelně upravovány. Popularita je dána obsahem základních živin, vlákniny a nízkým obsahem kalorií [2, 10, 22]. Hlavní surovinou pro výrobu těchto snídaňových cereálií je pšenice. Preferováno je zrno se sladkou vůní a s tenkou obalovou vrstvou bez mohutných hořkých otrub. Pšenice s tvrdým sklovitým endospermem je nejvhodnější pro proces pufování. Zrna vytvářejí velké „pukance“. Pro dosažení nejlepšího vzhledu by měla být pšenice pro pufování obroušena a leštěna [10, 28, 29].

Kvalitní těstoviny jsou vyráběny ze semoliny, což je hrubá mouka z pšenice tvrdé (*Triticum durum*). Jantarová barva semoliny souvisí s vyšším obsahem karotenoidů v obilce, což umožňuje výrobu bezvaječných těstovin [1, 2, 10, 30].

2.3 Pšenice červená

Červená pšenice byla objevena na pobřeží Rudého moře, v oblasti dnešní Etiopie, roku 1872. Jedná se o původní druh pšenice, který neprošel vývojem šlechtěním. Pšenice má sice oproti běžným druhům o 20 až 25 % nižší výnosy, ale vyšší odolnost. Je proto vhodná pro pěstování ekologickým způsobem [31, 32].

Pšenice červená obsahuje výrazně vyšší množství antokyanů, především v obalových částech. Podle vysoké školy ve Walesu je obsah srovnatelný s množstvím v červeném víně (až 20 mg ve 100 g zrna). V těle působí jako antioxidanty, pohlcují volné radikály, proto je pšenice červená považována za potravinu vhodnou k prevenci vzniku rakoviny a onemocněním srdečních cév. Pomáhají také snížit hladinu krevního cholesterolu a udržovat štíhlou linii. Účinky antokyanů jsou mnohem větší než u vitaminů C nebo E [31, 32].

Červená pšenice se může upravovat vařením celého zrna, následně se může osmažit či opražit. Ze zrn lze také připravovat nápoj, naklíčená zrna jsou vhodná do salátů či jako příloha nejen kvůli svému barevnému vzhledu. Mouka je vhodná k pečení chleba, sladkého pečiva, těstovin, sušenek či vafelí, vločky se mohou využívat k výrobě kaše či müsli [10, 31, 32].

Významnými výrobci pšenice červené v bio kvalitě v České republice jsou manželé Hlaváčovi a jejich rodinné ekologické hospodářství. Ti se věnují pěstování červené pšenice, která pochází z Ukrajiny [33].



Obrázek 3: Pšenice červená

2.4 Pšenice špalda (*Triticum spelta*)

Pšenice špalda patří k nejstarším pšeničným druhům, předcházela jí pouze pšenice jednozrnka a dvouzrnka. Nyní se tradičně pěstuje v německy mluvících zemích (Německo, Rakousko, Švýcarsko), ale i Belgie a severním Španělsku [1, 6, 34, 35].

Na území České republiky byla podle záznamů v polovině 18. století špalda (staročeský název samopše) používána jako surovina pro výrobu kávy. Později však z polí vymizela úplně. V poslední době se však výrazně zvyšuje zájem o její pěstování především v oblasti ekologického zemědělství [1, 6, 35].

Špalda je pluchatá, hexaploidní pšenice. Pěstuje se převážně ozimá, ale také jarní forma. Mohutná kořenová soustava umožňuje efektivnější využití živin z půdy, je méně náročná na teplotní podmínky pěstování, což ji předurčuje k pěstování v ekologickém zemědělství. Klas je dlouhý 150 až 170 mm, ale je řídký a snadno se láme. Zrno je štíhlé, dlouhé, s hlubokou rýhou, barva obilek je tmavší, hnědá a výrazně sklovitější [1, 6, 15, 35, 36].

Špalda má oproti pšenici seté vyšší obsah bílkovin (14 až 19 %) s příznivým aminokyselinovým složením, více tuku, vitaminů a především vlákniny a minerálních látek. Z vitaminů je třeba vyzvednout vyšší obsah tiaminu, riboflavinu a niacinu, dále také β -karotenu a tio-kyanátu, který působí antitoxicky, regeneračně na buňky a chrání proti infekcím. Obsah většiny minerálních látek byl mírně vyšší než u pšenice seté, výrazně vyšší byl však obsah zinku a kobaltu [1, 6, 35, 36].

Špalda se vyznačuje i vyšším obsahem lepku, 35 až 44 % (pšenice setá okolo 30 %) a podle některých autorů je z pekařského hlediska také velmi kvalitní [34, 36]. Avšak Moudrý (2011), Zimolka (2005) a Prugar (2008) uvádí pekařskou kvalitu jako horší, lepek se vyznačuje vyšší tažností a nižší pružností. Pečivo má menší měrný objem, ale je vláčné, neosychá a vydrží dlouho čerstvé [1, 6, 15]. Pšenice špalda se tradičně využívá v německy mluvících zemích k výrobě těstovin (Spätzle), jako přísada do polévek, k vaření piva (Dinkelbier) nebo jako nedozrálé obilky – zelené zrno (Grünkern – tzv. zelený kaviár). Ze špaldy se dále vyrábí špaldové kroupy (kernotto), špaldová krupice, instantní kaše, vločky, müsli, granola, pukance a další extrudované výrobky. Špaldová mouka se vyznačuje oříškovou chutí a vůní, je vhodná pro výrobu slaného i sladkého pečiva. Oblíbený špaldový bulgur, nutričně vysoce hodnotný výrobek, je znám již asi 4000 let. V oblastech Středního

východu se využívá na přípravu pilafu, jako součást zeleninových a masových jídel (falafel, kibbeh) a zeleninových salátů (tabbouleh) [1, 6, 15, 21, 34].



Obrázek 4: Zrno pšenice špaldy

2.5 Kamut (*Triticum turanicum*)

Kamut je obchodní značka používaná pro pšenici naduřelou (*Triticum turgidum* ssp. *turanicum*), též khorasanskou (v angl. Khorasan wheat). O jeho původu existuje spousta legend. Turečtí farmáři nazývají kamut „Camel’s Tooth“ (velbloudí zub) nebo „Prophet’s Wheat“ (pšenice proroka), protože si jej Noe měl údajně vzít na svou Archu. Kamut byl znovuobjeven americkým letcem v Egyptě roku 1949, který jej našel v hrobce faraóna, ale spíše bylo zrno zakoupeno na trhu. Do Egypta bylo přivezeno pravděpodobně armádou starověkých Řeků či Římanů, nebo později z Byzantské říše [14, 38].

Pšenice Khorasan je tetraploidní nahozrná jarní pšenice s dlouhými černými osinami, delšími plevy a zřetelně zvlněným stéblem. Je považována za starověký druh, který neprošel úmyslným šlechtěním. Přestože je výnos nižší než u pšenice seté, vyznačuje se kamut vyšším obsahem proteinů, minerálních látek, především selenu, zinku a hořčíku. Selen je lidskému tělu velmi prospěšný, protože se podílí na odstraňování škodlivých radikálů. Vyšší obsah lipidů a zároveň nenasycených mastných kyselin dělá z kamutu energeticky bohatou obilovinu [14, 21, 38].

Po zavedení prvních výrobků z kamutu mnoho lidí citlivých na pšenici uvedlo, že konzumace tohoto druhu pšenice u nich nevyvolává negativní příznaky. To vedlo k podpoře výzkumu, prováděného Mezinárodní asociací pro potravinové alergie, ze které vyplynulo, že „pro většinu senzitivních osob může být kamut vynikající náhradou běžných druhů pšenice“. Ačkoliv se uvádí, že zrno tedy patří mezi nejméně alergizující potraviny, u lidí trpí-

cích celiakií může vyvolat alergické reakce, měli by se proto o konzumaci poradit s lékařem [14, 38, 39].



Obrázek 5: Zrno pšenice Khorasan [40]

Z pšenice Khorasan se mohou vyrábět nápoje, těstoviny, snídaňové cereálie a pukance. Chléb a pečivo se vyznačují zlatavou barvou, lehce nasládlou chutí s vůní ořechů, chléb má měkkou kůrku a vydrží dlouho čerstvý. Zrno se může upravovat jako příloha či kaše [38, 41].

Název „Kamut[®]“ byl zapsán jako registrovaná obchodní známka. V roce 1990 byl název patentován, a to kvůli ochraně a zachování výjimečných vlastností této původní pšenice. Ochranná známka zákazníkům zaručuje, že produkty jsou vyrobeny z pšenice Khorasan [14].

Kamut[®] musí splňovat tyto podmínky:

- musí se jednat o prastarý druh pšenice Khorasan,
- musí se pěstovat v certifikovaném ekologickém zemědělství,
- obsah proteinů musí být v rozmezí 12 až 18 %,
- musí být z 99 % čisté bez obsahu ostatních druhů pšenice,
- musí být z 98 % bez příznaků nemoci,
- obsah selenu musí být od 0,0004 do 0,001 g selenu,
- nesmí být používán ve výrobcích podezřelých z klamavých údajů (pokud jde o obsah pšenice Khorasan),
- nesmí být míchán s jinými pšeničnými druhy pro výrobu těstovin [14].

Tabulka 4: Srovnání složení zrna pšenice seté, špaldy, kamutu a pšenice červené [1, 2, 6, 14, 21, 36, 42]

Složka v g.100g⁻¹	Pšenice setá	Pšenice špalda	Kamut	Pšenice červená
bílkoviny	12,0 – 13,0	13,0 – 14,0 (16,0 – 19,0)	14,6	10,4
sacharidy	65,0 – 70,0	60,0 – 65,0	60,0	74,2
tuk	2,0	3,0	2,0	1,6
vláknina	1,6 – 2,0	9,2	11,3	12,5
minerální látky	1,6	1,9 – 2,2	1,6	-
vitaminy	1,0	1,6	3,8	-

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PŠENIČNÉHO ZRNA

Obilné zrno je složeno z vody a sušiny. Voda je důležitým prostředím pro probíhající chemické a fyziologické procesy. Pšeničné zrno pro potravinářské účely má max. 14 % vlhkosti [43]. Ostatní složky tvoří sušinu.

3.1 Sacharidy

Pšeničné zrno je převážně tvořeno sacharidy. Nejvýznamněji je z polysacharidů zastoupen škrob, dále celulóza, hemicelulózy, další pentózy a slizy a v malé míře oligosacharidy, monosacharidy a sacharidy jako součást komplexů s lipidy a proteiny (glykolipidy, glykoproteiny). V různých částech zrna se však jejich obsah výrazně liší [2, 3, 5, 8].

Tabulka 5: Obsahy hlavních skupin sacharidů podle zjištění různých autorů [2, 3].

Typ sacharidů g.100g ⁻¹	Zrno	Mouka	Otruby
volné cukry	2,1 – 2,6	1,2 – 2,1	7,6
škrob	50,0 – 70,0	65,0 – 74,0	14,1
celulóza	-	0,3	35,0
hemicelulózy	-	2,4	43,0
pentózy	1,4 – 3,0	1,1 – 2,1	21,6 – 26,5
β-glukany	0,3 – 1,4	-	-
vláknina potravy	9,9 – 14,6	2,3 – 5,6	42,6
rozpustná vláknina	2,1	1,7	-

3.1.1 Monosacharidy a oligosacharidy

Monosacharidy (též volné cukry) vznikají syntézou oxidu uhličitého a vody při fotosyntéze, jsou základní stavební jednotkou pro oligosacharidy a následně polysacharidy. Volně se v nepatrném množství vyskytuje v pšenici glukóza a fruktóza, především v klíčku. Významnými oligosacharidy jsou sacharóza (glukóza a fruktóza spojená glykosidickou vazbou) vyskytující se převážně v klíčku, maltóza (dvě molekuly glukózy spojené vazbou $\alpha(1\rightarrow4)$) a izomaltóza (dvě molekuly glukózy spojené vazbou $\alpha(1\rightarrow6)$). Maltóza a izomaltóza vznikají hydrolýzou škrobu. [3, 44, 45].

3.1.2 Polysacharidy

Polysacharidy jsou významnou složkou obilných zrn, patří sem především škrob a neškrobové polysacharidy, jako je celulóza, hemicelulózy a v menším zastoupení β -glukany. V zrně plní funkci zásobní (škrob) a stavební (celulóza) a jsou složeny z více než 10 monosacharidových jednotek (zpravidla stovky i tisíce). Polymer může být lineární nebo rozvětvený [3, 45, 46].

Škrob zaujímá přibližně 50 až 75 % sušiny zrna v závislosti na odrůdě a vyskytuje se ve formě škrobových zrn lišících se svojí velikostí. Tzv. A – škrob vytváří velké, čočkovité granule (10 – 50 μm) a zaujímá 50 – 75 % hmoty všeho škrobu v zrně. B – škrob tvoří malé, sférické granule (do 10 μm), které se fixují na bílkoviny a snižují tak kvalitu lepku [2, 13, 15, 45, 46].

Škrob se skládá ze dvou polysacharidů v různém poměrovém zastoupení, amylozy a amylopektinu. Stavební jednotkou je maltóza, případně izomaltóza. Amylóza je lineární polymer složený z glukózových jednotek spojených vazbou $\alpha(1\rightarrow4)$. Prostorově se tvaruje do nepravidelné šroubovice, je ve vodě rozpustná. Stupeň polymerace větveného polymeru amylopektinu dosahuje až 1 000 000 glukózových jednotek spojených vazbou $\alpha(1\rightarrow4)$ a boční větvení vazbou $\alpha(1\rightarrow6)$. Amylopektin v teplé vodě bobtná [3, 45, 46, 47].

Se zvyšující se teplotou se bobtnání škrobu zintenzivňuje. Po dosažení teploty okolo 65 °C začínají škrobová zrna mazovatět, prudce zvětšují svůj objem a následně praskají, amyloza se uvolňuje do roztoku, čímž vzniká tzv. „škrobový maz“. Během ochlazení dojde ke zpětné tvorbě vodíkových vazeb mezi amylozou a amylopektinem. Vzniklá trojrozměrná síť obsahuje velké množství vody a nazývá se „škrobový gel“. Další tvorba vodíkových vazeb vede k vytlačování vody ze struktury gelu, dochází k tzv. retrogradaci škrobu, vzniká dvoufázový systém pevná látka – kapalina, která je příčinou stárnutí pečiva [2, 3, 13, 45, 46].

Celulóza, spolu s dalšími neškrobovými polysacharidy, je součástí buněčných stěn, zpevňuje pletiva rostlin. Vyskytuje se především v obalových vrstvách zrna, cca 30 %, a při mletí přechází do otrub. Celulóza je lineární polymer, stavební jednotkou je cellobióza. Stupeň polymerace dosahuje až 15 000 glukózových jednotek spojených glykosidovou vazbou $\beta(1\rightarrow4)$. Celulóza je ve vodě nerozpustná, za normálních teplot výrazně nebobtná [3, 13, 45, 46, 48].

Pentózy - nejčastěji jde o glykosidicky spojené arabinózy a xylózy, pro jejich polymery se pak používají názvy arabinoxylany. Obsahují však i jiné pentózy, př. ramnózu. Jejich zastoupení v obilovinách je rozdílné, pšenice jich obsahuje pouze 1 až 3 %. Tuto pestrou skupinu látek lze dělit na ve vodě rozpustné (slizy) i nerozpustné (tzv. hemicelulózy). Významnou vlastností je schopnost vázat vodu, čímž přispívají k tvorbě prostorové struktury těsta [3, 44, 46, 49].

β -glukany jsou polymery složené z glukózových jednotek. Na rozdíl od celulózy jsou vázány nejen vazbami $\beta(1\rightarrow4)$, ale i $\beta(1\rightarrow3)$. Jedná se o rozpustné polysacharidy se schopností vytvářet vysokoviskózní gely. Na rozdíl od ovsu a ječmene je jejich obsah v pšenici pouze do 1 % [3, 46, 50, 51].

Vláknina zahrnuje soubor látek rostlinného původu, které nejsou rozkládány enzymy trávicího systému a nezměněné procházejí zažívacím ústrojím, což má význam pro lidskou výživu. Dle rozpustnosti ve vodě se dělí na rozpustnou a nerozpustnou. Obecně rozpustnou vlákninu tvoří některé hemicelulózy (arabinoxylany, β -glukany), pektiny, rostlinné gumy a slizy a polysacharidy mořských řas. Vláknina zvětšuje objem potravy, v zažívacím traktu váže vodu a dříve vyvolává pocit nasycení. Zvýšením viskozity tráveniny se zpomaluje její promíchávání. Přístup trávicích enzymů k substrátu je zhoršený, omezuje se resorpce živin střevní stěnou a zpomaluje se průchod tráveniny zažívacím ústrojím. Negativní efekt spočívá v navazování minerálních látek, zejména iontů vápníku, hořčíku, železa, mědi a zinku, a tím ke snížení jejich využitelnosti. Pozitivně však rozpustná vláknina působí na regulaci hladiny cukru a cholesterolu v krvi, působí preventivně proti cévním chorobám a karcinomu tlustého střeva a konečníku. Nejvíce vlákniny je obsaženo v otrubách [3, 46, 50, 51, 52, 53, 54].

Nerozpustná vláknina je tvořena celulórou, nerozpustnými hemicelulózami a ligninem (nepatří mezi polysacharidy). Nerozpustná vláknina zvětšuje objem potravy a zlepšuje střevní peristaltiku, protože urychluje průchod potravy zažívacím traktem [3, 45, 46].

Denní doporučený příjem vlákniny pro dospělého jedince je 30 g, z toho nejméně 6 g rozpustné vlákniny [48].

3.2 Proteiny (bílkoviny)

Proteiny jsou biopolymery obsahující zpravidla až několik tisíc aminokyselin navzájem spojených peptidovou vazbou. Složeny jsou z 20 základních aminokyselin, z nichž některé si lidský organizmus nedokáže syntetizovat, musí je proto získávat potravou. Mezi tyto esenciální aminokyseliny patří lyzin, metionin, fenylalanin, tryptofan, leucin, izoleucin, treonin a valin. U mladých jedinců je nedostatečná biosyntéza argininu a histidinu, jsou tedy semiesenciální. Pojem biologická hodnota bílkovin označuje stupeň shody aminokyselinového složení a stravitelnosti bílkoviny se složením srovnávacích bílkovin využívaných lidským organizmem. Biologická hodnota je dána limitující aminokyselinou označující ty esenciální aminokyseliny, které jsou v dané potravě zastoupeny nedostatečně, omezují tedy využití všech ostatních aminokyselin. Srovnávací bílkovinou je mléčný kasein (100 %), bílkoviny pšenice jsou tedy neplnohodnotné (42 %) [2, 3, 45, 55, 56].

Proteiny jsou nejvýznamnější složkou pšeničného zrna, a to jak z hlediska technologického, tak i pro svou nutriční hodnotu. Pšeničné zrno obsahuje 12 až 13 % proteinů v sušině. Podle morfologického původu se rozlišují proteiny endospermu, aleuronové vrstvy a zárodečné (z klíčku). Podle rozpustnosti se dělí na albuminy (rozpuštěné ve vodě), globuliny (rozpuštěné v roztocích solí), prolaminy (rozpuštěné v 70% etanolu) a gluteliny (z části rozpuštěné ve zředěných roztocích kyselin a zásad). Prolaminy (u pšenice nazýván gliadin) a gluteliny (glutenin) se označují jako bílkoviny lepku a tvoří asi 80 % ze všech pšeničných proteinů, zbylé albuminy (leukosin) a globuliny (edestin) se označují jako rozpustné proteiny [2, 3, 5, 8, 45, 57, 58].

Tabulka 6: Obsah jednotlivých proteinů v pšeničném zrne [45].

Protein	Obsah v g.100g⁻¹
leukosin	14,7
edestin	7,0
gliadin	32,6
glutenin	45,7

Nejvíce zastoupenou aminokyselinou v proteinech je kyselina glutamová (cca 30 %) a prolin. Limitující aminokyselinou obilovin je lyzin. Směrem ke středu endospermu se obsah proteinů snižuje, relativně nejvyšší obsah je v aleuronové vrstvě a klíčku. Zde se vyskytují především ve formě enzymů a nukleoproteinů [2, 3, 13, 57].

Tabulka 7: Obsah aminokyselin v pšeničném zrně (vztaženo na 16 g dusíku) [45]

Aminokyselina	Obsah v g	Aminokyselina	Obsah v g
alanin	3,6	lyzin	2,9
arginin	4,6	metionin	1,5
kyselina asparagová a asparagin	4,9	fenylalanin	4,5
cystein	2,5	prolin	9,9
kyselina glutamová a glutamin	29,9	serin	4,6
glycin	3,9	treonin	2,9
histidin	2,3	tryptofan	0,9
izoleucin	3,3	tyrozin	3,0
leucin	6,7	valin	4,4

3.2.1 Lepkové bílkoviny, lepek

Lepkové bílkoviny po smíchání s vodou a za současného mechanického namáhání vytvářejí trojrozměrnou bílkovinnou síť – lepek. Význam lepkových bílkovin v technologickém zpracování je tedy podíl na vytváření struktury kynutého výrobku (pečiva) [2, 3, 45, 59].

Celiakie, také glutenové enteropatie, je autoimunitní onemocnění vyvolané nesnášenlivostí lepku, při kterém však nejsou vytvářeny imunoglobuliny E. Onemocnění je nevléčitelné, jedinou možností je celoživotní bezlepková dieta. Zvláštním typem onemocnění je nesnášenlivost lepku (alergie na lepek), který vyvolává jiné biochemické reakce, v nichž se uplatňuje právě imunoglobulin E. Opět je ale nutné vyloučit lepek ze stravy [2, 45, 58, 60].

3.3 Lipidy

Lipidy představují pestrou skupinu látek, patří sem neutrální lipidy (tuky a oleje), polární lipidy (fosfolipidy), steroidy, vosky, lipofilní pigmenty a některé vitaminy. Pšeničné zrna obsahuje 1,5 až 3 % lipidů. Z neutrálních lipidů převažují triacylglyceroly složené převážně z nenasycených mastných kyselin, z nichž převládá kyselina linolová a olejová. Důležitou složkou jsou i fosfolipidy, obsahují kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi, typickým představitelem je fosfatidylcholin. Významný je i výskyt karotenoidů. Hlavní podíl lipidů je soustředěn v klíčkové části zrna [2, 3, 45].

Tabulka 8: Obsah mastných kyselin [3]

Mastná kyselina	Obsah v g.100g ⁻¹
palmitová	20,0
stearová	1,5
olejová	16,0
linolová	58,0
linoleová	4,0

3.4 Vitaminy a minerální látky

3.4.1 Vitaminy

Vitaminy, jakožto esenciální biokatalyzátory nezbytné pro život lidského organismu, jsou převážně nahromaděny v klíčku a aleuronové vrstvě, v endospermu je jejich obsah velmi malý. Při nízkém stupni vymletí může do mouky přecházet pouze 10 až 20 % z původního obsahu vitaminů, proto jsou na vitaminy bohatší mouky vysokovymleté, tedy tmavé (celozrnné). Obiloviny obecně jsou významným zdrojem vitaminů skupiny B (tiaminu, riboflavinu, niacinu, kyseliny pantotenové, pyridoxinu, kyseliny listové), ale také biotinu, tokoferolů (vitamin E) a β -karotenu [2, 3, 45, 30, 52, 61].

Tabulka 9: Obsah vitaminů v pšeničném zrně
[2]

Vitamin	Obsah v mg.100g ⁻¹
tiamin	0,45
riboflavin	0,15
niacin	5,00
kyselina listová	0,15
pyridoxin	0,40
kyselina pantotenová	0,15
biotin	0,015
tokoferoly	3,00
β-karoten	0,01

3.4.2 Minerální látky

Minerální látky v zrně pšenice jsou nejvíce soustředěny opět v klíčku a obalových vrstvách. Obsah popela (anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu) se pohybuje v rozmezí 1,4 až 3,0 % v závislosti na odrůdě, půdě a podmínkách vegetace. V mouce obsah stoupá se zvyšujícím se stupněm vymletí. Zastoupeny jsou minerály jako fosfor, draslík, síra, hořčík, vápník, sodík, železo, mangan, zinek, bór, měď a v nepatrných množstvích ještě další minerální prvky (např. selen). Mohou se objevovat i těžké kovy [2, 3, 30, 62].

Využitelnost minerálních látek však může zhoršovat přítomnost kyseliny fytové, která má schopnost vázat především atomy vápníku, hořčíku a dvojmocného železa. Tyto sloučeniny tak lidský organizmus nedokáže vstřebat a rozložit [2, 3, 13].

4 SUROVINY PRO VÝROBU MÜSLI

4.1 Cereální základ

Základem pro výrobu müsli jsou obilné vločky či jinak upravené obiloviny [19, 43, 63]. Tradičně se jako základ používají vločky ovesné, které jsou nutričně velmi hodnotné. Ostatní obiloviny (pšenice, ječmen, žito, kukuřice, rýže a proso) a pseudocereálie (pohanka a amarant) mohou tvořit doplňující součást müsli ať už jednotlivě, nebo v nejrůznějších kombinacích, či tvořit samostatný cereální základ [27, 64, 65, 66].

Ovesné vločky obsahují vysoké množství vlákniny, bílkovin, vitamínu E a polyfenolů, ale také mají vyšší obsah tuku [10, 67, 68, 69].

Ječné vločky mají vysoký obsah rozpustné vlákniny a minerálních látek, ale na rozdíl od ova nižší obsah tuků. Ceněny jsou také antioxidační vlastnosti způsobené přítomností vitamínu E a enzymu superoxiddismutázy [70, 71, 72, 73].

Žitné vločky mají vysokou biologickou hodnotu bílkovin, vyšší obsah vlákniny (pentózanů a β -glukanů) a minerálních látek, snižují tedy riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění [10, 74, 75].

Pšenice obecná i pšenice špalda se často využívají k výrobě nejen vloček, ale také k výrobě tzv. pukanců, což jsou pufovaná celá zrna [1, 2].

Významně se využívá kukuřičných vloček cornflakes. První vločku vytvořil John Harvey Kellogg se svým bratrem Willem Kellogem na konci 19. století. Kukuřice má vhodné aminokyselinové zastoupení v bílkovinách, neobsahuje lepek, je tedy vhodná pro bezlepkovou dietu [10, 29, 76, 77, 78].

Rýže se také využívá ve formě vloček nebo pukanců (tzv. burizonů). Rýže má na rozdíl od ostatních obilovin nízký obsah bílkovin (pouze 5 až 7 %), neobsahuje lepek, a má vyšší obsah sacharidů [5, 10, 79, 80].

Jáhlové vločky vyrobené z prosa mají příznivý poměr živin, příznivější skladbu a také vyšší podíl esenciálních aminokyselin než pšenice [1, 6].

Pohanka, ze které se vyrábí vločky i pukance, se vyznačuje především vysokým obsahem flavonoidu rutinu, který je významný pro prevenci vysokého krevního tlaku, vysoké hladí-

ny cholesterolu v krvi a dalších kardiovaskulárních onemocnění. Pohanka je také vhodná pro bezlepkovou dietu [1, 6, 81, 82].

Amarantové pukance obsahují velké množství bílkovin, minerálních látek, ale také tuku. Amarant je dobrým zdrojem vlákniny [1, 6].

Často se nyní přidávají do müsli extrudované kuličky či jiné tvary vyrobené z různých druhů obilovin, často s čokoládovou, medovou nebo skořicovou příchutí [64, 65, 66].

4.1.1 Výroba pšeničných vloček

Pšeničné vločky vyráběné z celého pšeničného zrna se musí nejprve předpřipravit narušením povrchu. Povrch zrna se naruší napařením a následným mírným rozválním. Obilné zrna se smíchá s ochucujícími přísadami a poté se vaří 30 až 35 minut. Účelem varného procesu je úplné zmazování veškerého přítomného škrobu a rovnoměrné rozložení všech ochucujících látek do jednotlivých zrn. Slepená pšeničná zrna se musí od sebe oddělit, aby se mohla rovnoměrně ochlazovat. Povrch jednotlivých zrn lehce oschne, tím se uzavře, aby nebyl lepivý, ponechá si však potřebnou vlhkost a plasticitu. Vlhkost by měla být v rozmezí 16 až 18 %. Následně se jednotlivá zrna rozvální na válčovací (vločkovací) strojích při teplotě 40 až 46 °C. Tloušťka vloček závisí na vzájemné poloze válců, nastavuje se manuálně nebo pomocí hydraulického systému. Následně se vločky suší na konečnou vlhkost do 14 % [8, 10, 13, 28, 29, 43, 83].

Vločky se však mohou vyrábět i z mlýnských obilných výrobků (krupice, mouka) díky využití extruzního vaření. Samotný proces vaření se uskutečňuje v extruderu. Všechny suroviny se nadávkuje do extruderu a protlačováním skrz část extruderu se smísí, zároveň dochází mechanickým namáháním k zahřívání celé hmoty. Následně se hmota protlačí skrz otvory razidla v matici extruderu a po rozkrájení na požadovanou velikost vzniká surovina pro tvorbu vloček [8, 10, 13, 28, 29, 83].

4.2 Ovocný podíl

4.2.1 Sušené ovoce

Dle vyhlášky č. 157/2003 Sb. se sušeným ovocem rozumí ovoce konzervované sušením bez použití přírodních sladidel. Mezi nejčastěji používané ovoce pro výrobu müsli patří

jahody, rozinky, maliny, jablka, banán, meruňky či švestky. K namíchání vlastního müsli si zákazník může vybrat z další nabídky především bobulové ovoce (angrešt, borůvky, brusinky, černý rybíz, ostružiny), ale také ananas, datle, fíky, kiwi, mango, moruše, papáju, pomeranč, třešně či višně [64, 65, 66, 84].

Energetickou hodnotu ovoce udává obsah sacharidů, především monosacharidů a sacharózy. Ovoce je však dobrým zdrojem vlákniny, vitaminů a minerálních látek. Antioxidační účinky přítomných flavonoidů snižují riziko vzniku kardiovaskulárních chorob. Flavonoidy však mohou způsobovat hnědnutí ovoce při sušení [4, 45, 63, 85, 86, 87].

Ovoce se do müsli přidává v sušené nebo lyofilizované podobě. Sušené ovoce musí být dle vyhlášky č. 157/2003 Sb. dostatečně vysušené, bez známek poškození živočišnými škůdci včetně jejich nepřítomnosti, bez znečištění zeminou či prachem. Barva, chuť a vůně musí odpovídat danému druhu sušeného ovoce [64, 65, 66, 84]. Principem sušení, které patří k nejstarším způsobům konzervace, je odstranění volné a koloidně vázané vody z tuhých látek. Sušení by mělo trvat co nejkratší dobu a být co nejšetnější, protože ovoce je citlivé na oxidační reakce (ztráta vitamínu C) a mohly by vznikat vlivem neenzymatického hnědnutí tmavě zbarvené, hořké melanoidy (produkty Maillardovy reakce). Lyofilizace je sušení pomocí vymrazování, tzv. vakuové sublimační sušení. Jedná se o přímou přeměnu pevné fáze (ledu) v plyn (vodní páru) bez kapalně mezifáze. Lyofilizace je mnohem šetrnější nejen k obsahu vitaminů a minerálních látek, ale také ke konečné textuře, barvě, chuti i vůni [88, 99].

4.2.2 Suché skořápkové plody

Požadavky na suché skořápkové plody jsou stanoveny ve vyhlášce č. 157/2003 Sb. Skořápkovými plody se dle vyhlášky rozumí plody nebo semena ořechů, oříšků a mandlí v surovém nebo upraženém stavu. Patří sem vlašské a lískové ořechy, mandle, kešu ořechy, arašídny, para ořechy, kokosový ořech a piniové oříšky [63, 84]. Do müsli je dále možné přidat makadamové a pekanové ořechy či pistácie [64, 65, 66].

Ořechy se vyznačují nízkým obsahem vody, vysokým obsahem tuků, ale s příznivým obsahem nenasycených mastných kyselin, dále bílkovin, vitaminů a minerálních látek. Např. vlašské ořechy obsahují až 8x více n-3-mastných kyselin než jiné ořechy [63, 90, 91].

4.2.3 Semínka

Semínka se také často používají k výrobě sypaného müsli. Dle vyhlášky č. 329/1997 Sb. se olejnatými semeny rozumí suchá, čištěná a tříděná semena olejin neloupaná nebo loupaná, určená pro přímou spotřebu, k nimž patří semínka máku, slunečnice, sezamu, lnu či tykve. V sortimentu internetových prodejců se lze setkat i s nabídkou dýňových či koprných semínek [64, 65, 66]. Semínka mají vysokou nutriční hodnotu. Ořechy a semena jsou bohatým zdrojem rostlinných sterolů (fytosterolů) s chemickou strukturou velmi podobnou cholesterolu. Konzumace vyššího množství snižuje hladinu krevního cholesterolu, posiluje imunitní systém a snižuje riziko některých typů rakoviny. Např. lněné semínko má vysoký obsah vlákniny, bílkovin a vitamínu E a vysoký obsah n-3 nenasycených mastných kyselin [91, 92, 93, 94].

4.3 Ostatní přísady

Müsli může obsahovat další nejrůznější přísady. Nejčastěji je součástí müsli čokoláda v podobě kousků, hoblinek či jako poleva ovoce i obilovin. Internetoví prodejci nabízející službu „namíchej si své müsli“ nabízejí také např. kávová zrna, kakaové boby, koření (vanilku, skořici), přídavek třtinového cukru, obiloviny zapečené s medem, nebo třeba lentilky či gumové medvídky [63, 64, 65, 66].



Obrázek 6: Müsli [95]

5 MÜSLI

Müsli je dle vyhlášky č. 333/1997 Sb. definováno jako 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 [43].

První pokrm na bázi müsli představil švýcarský lékař Maximilian Bircher-Benner svým pacientům v sanatoriu v Curychu na počátku 20. století pod pojmem d'Spys (obdoba německého „die Speise“, česky pokrm). Originální recept, inspirovaný jídlem chudých alpských sedláků, obsahoval ovesné vločky, vodu, čerstvě strouhaná jablka, citronovou šťávu, kondenzované mléko či smetanu, med a sekané ořechy. Tato směs bohatá na čerstvé ovoce tvořila stěžejní součást léčby. Název müsli vznikl později z švýcarského výrazu pro kaši („Mues“). Během 60. let 20. století se müsli stalo oblíbeným pokrmem v rámci zdravé stravy [96, 97, 98, 99].

Müsli je díky vysokému podílu obilovin vhodným zdrojem sacharidů, zejména polysacharidů a vlákniny, rostlinných bílkovin a také vitaminů skupiny B. Nedostatečný obsah aminokyseliny lyzinu u müsli lze doplnit konzumací s mlékem, kde je jeho obsah dostatečný. Energetická hodnota müsli je vyšší než u jiných výrobků z obilovin, zejména díky vyššímu obsahu tuku a přidanému cukru. Obsah tuku i cukrů může být zvyšován, ačkoliv je jejich obsah u obilovin nízký, v závislosti na použitém ovocném podílu a dalších ingrediencích jako je med či čokoláda [13, 45, 96]. Hodnota glykemického indexu u müsli se pohybuje v rozmezí od 40 do 66 (střední hodnota), liší se u jednotlivých výrobků v závislosti na obsahu ořechů a použitého ovoce. Např. sušený banán a rozinky výrazně zvyšují hodnotu glykemického indexu. Hodnota ukazuje míru vzestupu hladiny glukózy v krvi a ovlivňuje vylučování inzulínu. Vyšší hodnota glykemického indexu navodí u člověka dříve pocit hladu, než výrobky s nižší hodnotou [90, 91, 100, 101, 102,].

Dnes je na spotřebitelském trhu k dostání velké množství druhů müsli. V posledních letech také vznikají specializované internetové obchody, kde si může konzument z rozsáhlé nabídky vytvořit směs „na míru“ a zároveň zjistit energetickou a nutriční hodnotu vybraného výrobku [64, 65, 66]. Müsli lze konzumovat samostatně, nebo smíchané nejčastěji s mlékem či jogurtem [4, 19].

5.1 Druhy müsli

Müsli je k dostání v různých podobách jako čerstvé nebo suché, a to v sypané či zapékané formě, nebo jako müsli tyčinky [103].

5.1.1 Čerstvé müsli

Čerstvé müsli se připraví smícháním předem ve vodě či šťávě namočených ovesných vloček s nastrouhaným jablkem. Směs se dále ochucuje a doplňuje nakrájeným čerstvým ovocem (např. banán, hrozny), sušeným ovocem, ořechy a semínky, kořením, medem a jogurtem [103].

5.1.2 Sypané müsli

Sypané müsli se vyrábí smícháním vloček, především ovesných, ale také pšeničných, žitných či cornflakes, spolu s různými druhy sušeného ovoce, ořechy, případně semínky. Konzumuje se nejčastěji smíchané s mlékem či jogurtem [64, 65, 66, 103].

5.1.3 Zapékané müsli

Základem zapékaného, nebo také křupavého (crunch) müsli, jsou opět vločky, které jsou zapečené se sladovým extraktem, fruktózovým sirupem či medem a ochucené např. cukrem, čokoládou, skořicí, či jinými aromatickými látkami. Výsledný výrobek, jehož konzistence je hrudkovitá, obsahuje kousky sušeného ovoce, ořechy, nebo např. čokoládu. Směs se také může tvarovat do podoby müsli tyčinek [19, 66, 96, 103].

V anglicky psané literatuře se často vyskytuje velmi podobný popis výrobku, který je označen jako „Granola“ [77, 99, 104, 105].

5.1.4 Flapjack - výrobek podobný müsli

Flapjack, nebo také „ovesný řez“ či „ovesná tyčinka“, je sladká, na plechu pečená obdoba müsli tyčinek oblíbená zejména ve Velké Británii, Irsku a Austrálii. Vyrábí se z ovesných vloček, které se smíchají s máslem, cukrem, invertním cukrem a případně dalšími ingrediencemi jako je sušené ovoce, ořechy či čokoláda a následně se směs peče v troubě [106, 107].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části diplomové práce bylo charakterizovat základní suroviny pro výrobu müsli, zmínit základní technologické aspekty výroby a u pšenice se zaměřit na její chemické složení a zdůraznit její nutriční hodnoty.

Cílem praktické části diplomové práce bylo připravit sypané müsli ze sušeného ovoce a různých druhů pšeničných vloček, provést jeho senzoričké hodnocení a stanovení vybraných chemických parametrů.

Cílem senzoričkého hodnocení bylo odpovědět na následující otázky:

- Budou hodnotitelé a následně spotřebitelé tolerovat nespékané müsli vyrobené z pšeničných vloček?
- Bude hodnotitele a následně spotřebitele při výběru müsli ovlivňovat druh pšenice? Zaměří se při výběru na vzhled a barvu pšeničných vloček? Zaměří se při výběru na konzistenci (celistvost, povrch, křupavost) pšeničných vloček? Zaměří se při výběru na chuť a vůni pšeničných vloček?
- Které müsli, potažmo vločky, budou pro hodnotitele nejatraktivnější a nejvíce preferované?

Z chemických parametrů se u müsli i vloček stanovoval obsah sušiny a vlhkosti, popela, hrubých bílkovin a tuku. U vloček se dále stanovoval obsah škrobu a u vloček a ovocného podílu se stanovovala kyselost.

7 METODIKA

7.1 Použité chemikálie

0,0254 mol.dm⁻³ H₂SO₄

H₂SO₄ koncentrovaná p.a.

H₂O₂ peroxid vodíku 30 % (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

Na₂SO₄ + CuSO₄ (v poměru 1:10) (dodavatel: Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

2 hm. % H₃BO₃

0,1 mol.dm⁻³ a 30 hm. % NaOH

Tashiro indikátor (metylenová modř, metylčerveň)

(COOH)₂·2H₂O

20 % CaCl₂

denaturovaný ethanol

Fenolftalein 1 hm. % v etanolu

3 hm. % HCl

30 hm. % Carrez I. (ZnSO₄)

25 hm. % Carrez II. (K₄[Fe(CN)₆])

n-hexan, p.a.

destilovaná voda

7.2 Použité pomůcky a přístroje

Vločkovací přístroj Waldner Biotech

Předvážky ABC Plus

Analytické váhy AFA – 210 LC

Mixér Braun

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

Elektrická muflová pec Veb Elektro Bad Franken Hausen

Mineralizátor Bloc digest 12

Parnas-Wagnerova aparatura

Lázeň vodní GFL typ 1031, typ 1032

Polarimetr POL 1 kruhový

Extrakční přístroj podle Twisselmana

Varná hnízda (LTHS 250, 2000)

Extrakční patrony, vata

Hliníkové misky

Porcelánové kelímky

Běžné laboratorní pomůcky (stojany, filtrační nálevky, filtrační papíry, titrační baňky, třecí misky, odměrné válce, odměrné baňky, hodinové sklíčko, lžička, pipety, birety, varné baňky, varné kuličky, kádinky atd.)

7.3 Příprava vzorků

7.3.1 Příprava pšeničných vloček

Vločky byly připraveny v laboratoři z celých obilných zrn. Obiloviny byly krátce povařeny v neosolené vroucí vodě (1 až 2 min), scezeny a rozprostřené na plechu se nechaly 2 – 3 hodiny oschnout. Na vločkovacím stroji byly po cca 2 – 3 hodinách rozválcovány na vločky. K výrobě vloček byl použit domácí vločkovač od firmy WaldnerBiotech. Pro stanovení chemických parametrů vloček byly vločky homogenizovány tyčovým mixérem.

Tabulka 10: Vzorčky pšenice pro výrobu vloček

Vzorek	Pšenice	Výrobce	Země původu
VA	kupované pšeničné vločky	Noe, pro Kaufland	Česká republika
VB	pšenice „Dickkopf“	Vyšlechtěné prof. Sneydem, žeň 2012	Německo
VC	bio červená pšenice	Pro-bio, ekofarma Hlaváčových	Česká republika
VD	pšenice kamut	Zdraví z přírody	Kanada
VE	pšenice špalda	Zdraví z přírody	Česká republika

Pozn. od prof. Sneyda: Pšenice „Dickkopf“ je kříženec mezi pšenicí setou (Original Dickkopf anglicky z roku asi 1900) a Špalda Schlegel. Může se tedy geneticky předpokládat, že je to cca 52 % pšenice a 48 % špalda, tento kříženec je tedy počítán mezi pšenice.

7.3.2 Příprava ovocného podílu

Tabulka 11: Ovoce pro výrobu pšeničného müsli

Ovoce	Výrobce	Země původu
brusinky sušené	POEX Velké Meziříčí, a. s.	USA
jablka sušená		Česká Republika
meruňky sušené vypeckované	Stilla natura, pro Kaufland	Turecko
mandle loupané	POEX Velké Meziříčí, a. s.	Španělsko

Ovocný podíl byl tvořen sušeným ovocem (brusinky, jablka a meruňky) a ořechy (kousky mandlí), jednotlivě v poměru 1 : 1 : 1 : 1. Ovoce bylo předpřipraveno nakrájením na stejné

velké kousky odpovídající velikosti brusinek. Mandle byly již sekané, proto byly přidány bez další úpravy. Avšak pro stanovení chemických parametrů bylo ovoce rozmixováno na menší kousky.

7.3.3 Příprava pšeničného müsli s ovocem

Vzorky müsli byly připraveny z pšeničných vloček a ovocného podílu jejich smícháním v poměru 70 : 30. Pro stanovení chemických parametrů bylo müsli homogenizováno tyčovým mixérem.

Tabulka 12: Vzorky müsli

Vzorek	Vločky (70 hm. %)	Ovocný podíl (30 hm. %)
MA	kupované pšeničné vločky	sušená jablka, sušené brusinky, sušené meruňky, sekané mandle poměr jednotlivého ovoce 1 : 1 : 1 : 1
MB	vločky pšenice „Dickkopf“	
MC	vločky pšenice červené	
MD	vločky pšenice kamut	
ME	vločky pšenice špaldy	

7.4 Stanovení vlhkosti a sušiny

Sušina je pevný podíl vzorku, který zbude po odstranění volné vody a těkavých látek za podmínek metody. Obsah sušiny byl stanovován u vzorků pšeničného müsli s ovocným podílem a u jednotlivých vloček [108, 109].

Do předem vysušených a zvážených hliníkových misek bylo s přesností na 0,0001 g naváženo 5 g vzorku. Nejprve byly vzorky předsušeny v sušárně při teplotě 65 °C po dobu 2 hodin, následně byly sušeny při 105 °C do konstantního úbytku hmotnosti. Po vysušení byly vzorky vloženy do exsikátoru k vychladnutí a poté zváženy s přesností na 0,0001 g. Výsledkem je průměr ze tří stanovení [109].

Obsah vlhkosti v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

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

kde: m_0 je hmotnost vysušené prázdné misky [g]

m_1 je hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením [g]

m_2 je hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g].

Sušina v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

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

7.5 Stanovení popela

Obsahem popela se rozumí obsah minerálních látek ve vzorku. Jedná se o prvky zůstávající po úplné oxidaci organického podílu. Obsah popela byl stanovován u jednotlivých vzorků vloček a u pšeničného müsli s ovocným podílem. [108, 109].

Vzorky byly naváženy po 2 g s analytickou přesností do porcelánových kelímků, které byly předem vyžíhané při teplotě 550 °C po dobu 1 hodiny a následně zváženy s přesností na 0,0001 g. Vzorky byly žíhány v muflové peci při teplotě 550 °C po dobu 5,5 hodin. Po vyžíhání byly vzorky vloženy do exsikátoru k vychladnutí a poté byly zváženy s přesností na 0,0001 g. Výsledkem je průměr ze tří stanovení [109].

Obsah popela v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

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

kde: m_a je hmotnost porcelánového kelímku s popelem po vyžíhání [g]

m_b je hmotnost prázdného porcelánového kelímku [g]

m_c je hmotnost porcelánového kelímku se vzorkem před vyžíháním [g].

Obsah popela v sušině v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

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

kde: S je sušina vzorku [%].

7.6 Stanovení obsahu hrubých bílkovin

Stanovení obsahu hrubých bílkovin (celkového dusíku) je nepřímou metodou analýzy bílkovin. Stanoví se obsah všech organických dusíkatých látek (aminokyselin, peptidů a proteinů) ve vzorku. Pro účely této diplomové práce byla využita metoda podle Kjeldahla s úpravou podle Winklera na aparatuře podle Parnase-Wagnera.

Stanovení bílkovin má 2 fáze, nejprve se vzorek zmineralizuje mokrou cestou a následně se stanoví obsah titračně po destilaci. Mokrou mineralizací se za přítomnosti koncentrované kyseliny sírové, peroxidu vodíku a katalyzátoru, organické látky převedou na látky anorganické. Po přidání koncentrovaného roztoku NaOH se ze vzniklého síranu amonného destilací uvolní amoniak, který se jímá do kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný se stanoví titračně roztokem kyseliny sírové na indikátor Tashiro (modifikace dle Winklera) [109].

Do mineralizační baňky se naváží 0,25 g vzorku s přesností na 0,0001 g, přidá se 10 ml koncentrované kyseliny sírové, několik kapek peroxidu vodíku a lžička katalyzátoru ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ v poměru 1:10) a obsah se mineralizuje při 400 °C po dobu 1 hodiny. Zchladlý mineralizát se kvantitativně převede do 50 ml odměrné baňky a doplní po rysku destilovanou vodou. Do destilační baňky Parnas-Wagnerovy aparatury se pipetuje 10 ml mineralizátu a 20 ml 30% roztoku NaOH. Destilací uvolňující se amoniak se jímá do 50ml 2% kyseliny trihydrogenborité. Destilace trvá 20 minut od počátku varu. Do titrační baňky se přidá 5 kapek Tashiro indikátoru a titruje se $0,025 \text{ mol.dm}^{-3}$ kyselinou sírovou do stálého červenofialového zbarvení. Výsledkem je průměr ze čtyř stanovení [109].

Obsah hrubé bílkoviny v g se vypočte podle vzorce:

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

kde: a je spotřeba odměrného roztoku H_2SO_4 při titraci [ml]

c je přesná koncentrace odměrného roztoku H_2SO_4 [mol.dm^{-3}]

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

f_t je titrační faktor ($f_t = 2$)

f_z je zředovací faktor ($50 \text{ ml}/10 \text{ ml} = 5$)

f_{pr} je přepočítací faktor podle druhu potraviny.

Pozn. přepočítávací faktor pro vločky je 5,7 (pro obiloviny – pšenici a pro müsli byl použit přepočítávací faktor pro ostatní potraviny s hodnotou 6,25 [3].

Obsah hrubé bílkoviny v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

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

kde: n je hmotnost navážky vzorku [g].

Obsah hrubé bílkoviny v sušině v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

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

kde: S je sušina vzorku [%].

7.7 Stanovení titrační kyselosti

7.7.1 Stanovení titrační kyselosti vloček

Kyselost vloček je způsobena uvolněnými mastnými kyselinami, hydrogenfosforečnany a dihydrogenfosforečnany z enzymového rozkladu tuků. Kyselost se zvyšuje se stářím vloček, se stoupající vlhkostí a stoupající teplotou při skladování. Kyselost vloček se vyjadřuje v mmol NaOH na 1 kg vloček a stanovuje se dle ČSN ISO 56 0512-9 [109, 110].

Připraví se odměrný roztok NaOH o koncentraci 0,1 mol.dm⁻³. Provede se jeho standardizace titrací na kyselinu šťavelovou pomocí indikátoru Tashiro a 20% CaCl₂. Naváží se 10 g pomletých vloček s přesností na 0,01 g. Vzorek se přesype do třecí misky, ovlhčí se pár kapkami etanolu a rozetře ve 100 ml destilované vody. Za občasného míchání se nechá 30 minut vyluhovat. Přidá se 7 kapek fenolftaleinu a titruje se odměrným roztokem NaOH do růžového zbarvení. Výsledkem je průměr tří stanovení [109].

Skutečná koncentrace odměrného roztoku NaOH v mol.dm⁻³ se vypočte podle vztahu:

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{F_{\text{NaOH}} \times m_{(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}}{V_{\text{NaOH}} \times M_{(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}} \quad (8)$$

Titrační kyselost v mmol.kg⁻¹ se vypočítá podle vztahu:

$$TK = a \times c \times 100 \quad (9)$$

kde: a – spotřeba odměrného roztoku NaOH o koncentraci $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ [ml]

c – přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH [mol.dm^{-3}].

Titrační kyselost v sušině v mmol.kg^{-1} se vypočítá podle vztahu:

$$\text{TK}_s = \frac{\text{TK} \times S}{100} \quad (10)$$

kde: S je sušina vzorku [%].

7.7.2 Stanovení titrační kyselosti ovocného podílu

Celkový obsah kyselin v ovoci se vyjadřuje jako obsah kyseliny citronové. Stanovuje se alkalimetry, tzn. titrací odměrným roztokem NaOH na indikátor fenolftalein [108].

Do kádinky se naváží 25 g vzorku ovocného podílu s přesností na 0,01 g. Ovocný podíl se zalije cca 100 ml destilované vody ohřáté na $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Vzorek s vodou se rozmixuje a nechá se 30 minut luhovat. Po odstátí se převede do 250 ml baňky, doplní po rysku destilovanou vodou a zfiltruje se. Z filtrátu se odpipetuje 50 ml do titrační baňky a přidá se 10 kapek fenolftaleinu. Titruje se $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ odměrným roztokem NaOH do růžového zbarvení. Výsledkem je průměr ze tří stanovení.

Celkový obsah kyselin vyjádřených jako kyselina citrónová v % (w/w):

$$\text{CK} = \frac{a \times c \times \frac{M}{3} \times f_p}{n} \times 100 \quad (11)$$

kde: a je spotřeba odměrného roztoku $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ NaOH [ml]

c je přesná koncentrace odměrného roztoku $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ NaOH [mol.dm^{-3}]

M je molární hmotnost kyseliny citrónové [$192,13 \text{ g.mol}^{-1}$]

f_p je poměrový faktor ($250/50 = 5$)

n je přesná navážka vzorku [mg].

7.8 Stanovení obsahu škrobu dle Ewerse u vloček

Škrob se stanovuje polarimetricky po hydrolyze zředěnou kyselinou chlorovodíkovou na glukózu. Polarimetrická metoda využívá významné vlastnosti sacharidů: optické aktivity, tj. schopnosti stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel [111].

Úhel otočení je úměrný koncentraci sacharidu podle vztahu:

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^t \times l \times c \quad (12)$$

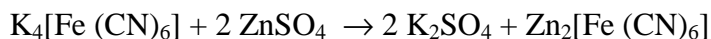
kde: $[\alpha]_{\lambda}^t$ je specifická otáčivost při teplotě t a vlnové délce $[\text{°}]$

l je délka polarimetrické trubice [dm]

c je koncentrace stanovované látky $[\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}]$ [111].

Úhel otočení roviny polarizovaného světla závisí na několika faktorech. U kapalných látek a roztoků je to úhel, o který vrstva 1 dm roztoku, obsahujícího 1 g látky v 1 ml, stáčí rovinu polarizovaného světla za daných podmínek (t, λ). Hodnoty specifických otáčivostí se vztahují k určitému rozpouštědлу. Úhel otočení roviny polarizovaného světla se měří na polarimetrech. Analyzované roztoky musí být dokonale čiré, proto se musí provádět čiření. Nejpoužívanější metodou je čiření podle Carreze pro odstranění bílkovin. Čiřícího účinku je zde dosaženo vytvořením objemné sraženiny hexakynoželednatanu zinečnatého. Vysokou účinnost má zvláště v kyselém prostředí [109, 111].

Činidla: Carrez I. (30 hmot. % ZnSO_4) a Carrez II. (15 hmot. % $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$)



Do 100 ml odměrné baňky se naváží 5 g vzorku s přesností na 0,0001 g. Přidá se 25 ml HCl, promíchá se a přidá se dalších 25 ml HCl. Odměrná baňka se vloží do vroucí vodní lázně a nechá se 30 minut vařit. Po vyjmutí z vodní lázně se přidá 20 ml HCl a obsah baňky se ochladí. Proveďte se vyčeření podle Carreze. Nejprve se přidá 1 ml roztoku Carrez I., promíchá se a přidá se 1 ml roztoku Carrez II a opět se promíchá. Po 5minutovém působení se obsah doplní destilovanou vodou a vzorek se zfiltruje. U filtrátu se na polarimetru měří úhel otočení α při teplotě 20 °C. Výsledkem je průměr ze čtyř stanovení [109].

Obsah škrobu v % (w/w) se vypočte podle vztahu:

$$\check{S} = \frac{\alpha \times 100}{[\alpha]_{\lambda}^t \times l \times n} \times 100 \quad (13)$$

kde: l je délka polarimetrické trubice [dm]

n je přesná navážka [g]

$[\alpha]_{\lambda}^t$ je specifická otáčivost při teplotě t a vlnové délce $[\text{°}]$, pro pšeničný škrob (182,7°).

7.9 Stanovení obsahu tuku

Stanovení obsahu tuku se provádí vážkově po extrakci na extrakčním přístroji podle Twisselmana pomocí nepolárního rozpouštědla (např. hexanu) za předepsaných podmínek. Ze zhomogenizovaného materiálu jsou rozpouštědlem izolovány všechny nepolární netěkavé látky [112]. Obsah tuku byl stanovován u vzorků pšeničného müsli s ovocným podílem a u jednotlivých vloček.

Do extrakční patrony přístroje se naváží 5 g vzorku s přesností na 0,0001 g a uzavře se smotkem vaty. Do předem vysušené a s přesností na 0,0001 g zvážené extrakční baňky se třemi skleněnými kuličkami se nalije 100 ml extrakčního činidla (hexanu). Extrakční baňka se umístí na vyhřívací zařízení. Baňka se nasadí na promazaný spodní zábrus střední části Twisselmannova extrakčního přístroje s vloženou extrakční patronou. Na soustavu se napojí extraktor s chladičem a nechá se extrahovat 5 hodin. Poté se extrakce přeruší, uzavřením kohoutu se oddestiluje extrakční činidlo z extrakční baňky do střední části přístroje. Zbytek činidla se z extrakční baňky volně vypaří v digestoři. Oddestilovaný hexan se z přístroje vypustí do zásobní lahve. Extrakční baňka s tukem se nechá dosušit v sušárně při teplotě 105 °C po dobu 1 hodiny a následně se nechá 30 minut vychladnout v exsikátoru. Baňka s tukem se zváží. Výsledkem je průměr ze tří stanovení.

Obsah tuku v % (w/w) se vypočte podle vztahu:

$$T = \frac{m_b - m_a}{n} \times 100 \quad (14)$$

kde: m_a je hmotnost prázdné baňky [g]

m_b je hmotnost baňky s tukem [g]

n je navážka vzorku [g].

Obsah tuku v sušině v % (w/w) se vypočte podle vztahu:

$$T_s = \frac{T}{S} \times 100 \quad (15)$$

kde: S je sušina vzorku [%].

7.10 Senzorické hodnocení müsli

Předloženo a hodnoceno bylo 5 vzorků pšeničného nespékaného müsli zhotoveného v podmínkách školní laboratoře (viz. kapitola 7.3). Müsli bylo namícháno a rozděleno

do skleněných misek označených příslušným kódem po 20 g v den provedení sensorického hodnocení [113].

Senzorický panel byl složen z 25 studentů, tzn. vybraných posuzovatelů [113, 114]. Hodnocení bylo provedeno v sensorické laboratoři s individuálními kóji odpovídající normě ČSN ISO 8589 (Obecná směrnice pro uspořádání sensorického pracoviště) při teplotě 21 ± 1 °C [113, 115].

K analýze byly použity metody hodnocení pomocí hédonických ordinálních stupnic a preferenční pořadové zkoušky. Ordinální stupnice určuje posloupnost jednoho hodnoceného znaku podle jeho intenzity (intenzitní stupnice), nebo příjemnosti či přijatelnosti (hédonická stupnice). Použitá pětibodová hédonická stupnice 2. druhu hodnotí přijatelnost znaku od vynikajícího (1) po nepřijatelný (5) za použití slovní i číselné charakteristiky. Při pořadové zkoušce jsou jednotlivé vzorky posuzovateli seřazeny formou nucené volby podle jejich preferencí od nejlépe hodnoceného (1 – nejvíce preferovaný) po nejhůře hodnocený (5 – nejméně preferovaný). [113]. Dotazník k sensorické analýze je uveden v příloze II.

7.11 Statistické vyhodnocení

Výsledky chemického stanovení jsou uvedeny jako aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou (S.D.). Výsledky sensorického hodnocení pomocí pořadových zkoušek jsou uvedeny jako součty pořadí. Výsledky stupnicových zkoušek jsou uvedeny jako mediány četnosti bodového hodnocení u jednotlivých znaků. Z důvodu doplnění výsledků posuzování jsou uvedeny i sumy součtů pořadí. Medián je prostřední hodnota uspořádaných hodnot, dělí řadu podle velikosti seřazených výsledků na dvě stejně početné poloviny. Výhodou mediánu je fakt, že není ovlivněn extrémními hodnotami, používá se tedy v případě, kdy aritmetický průměr dává nevhodné a nevypovídající výsledky [116].

Horní indexy, následující výsledky, určují, zda se hodnoty statisticky významně liší ($P < 0,05$, různé horní indexy) nebo neliší ($P \geq 0,05$, minimálně jeden stejný horní index). Hladina významnosti α všech statistických hodnocení byla 5 %.

Chemické stanovení bylo vyhodnoceno pomocí parametrického testu srovnávající střední hodnoty dvou nezávislých výběrů v programu StatK25. Sensorické hodnocení pomocí stupnic bylo statisticky vyhodnoceno podle Kruskal-Wallisova testu. Pořadové zkoušky byly statisticky vyhodnoceny pomocí Friedmanovy zkoušky. Kontroly byly provedeny

podle Neményiho testu pro odhalení statisticky významných rozdílů mezi jednotlivými vzorky. Sensorická analýza byla vyhodnocena v programu StatK25 [117].

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 Výsledky stanovení vlhkosti a sušiny

Stanovení vlhkosti a sušiny bylo u vzorků mšlí a vloček provedeno a vyhodnoceno podle postupu uvedeného v kapitole 7.4. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v následujících tabulkách jako aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou (S.D.).

Tabulka 13: Obsah vlhkosti a sušiny u jednotlivých vzorků mšlí

Vzorek	Vlhkost v % ± S.D.	Sušina v % ± S.D.
MA	9,90 ± 0,08 ^a	90,10 ± 0,10 ^a
MB	15,25 ± 0,01 ^b	84,75 ± 0,01 ^b
MC	17,98 ± 0,10 ^c	82,02 ± 0,11 ^c
MD	14,35 ± 0,06 ^d	85,65 ± 0,06 ^d
ME	15,32 ± 0,10 ^b	84,68 ± 0,10 ^b

Tabulka 14: Obsah vlhkosti a sušiny u jednotlivých vzorků vloček

Vzorek	Vlhkost v % ± S.D.	Sušina v % ± S.D.
VA	9,21 ± 0,02 ^a	90,79 ± 0,02 ^a
VB	17,00 ± 0,01 ^b	83,00 ± 0,01 ^b
VC	20,50 ± 0,12 ^c	79,50 ± 0,11 ^c
VD	16,62 ± 0,03 ^d	83,38 ± 0,03 ^d
VE	17,31 ± 0,11 ^e	82,69 ± 0,10 ^e

Výsledná vlhkost (tudíž i obsah sušiny) mšlí je dána obsahem vody jednotlivých surovin a jejich poměrovým zastoupením. Nejvýrazněji je ovlivněna vlhkostí převažující suroviny, tedy vloček. Velíšek uvádí obecně obsah vody v obilovinách od 11 do 14 % [108]. Dle vyhlášky č. 333/1997 Sb. je stanoveno, že pšeničné vločky mohou obsahovat nejvýše 14,0 % vlhkosti [43]. Tyto požadavky splňují pouze pšeničné vločky kupované s nejnižším

naměřeným obsahem vody (9,21 %), vlhkost u ostatních pšeničných vloček byla naměřena vyšší. Tyto výsledky však ovlivnila laboratorní příprava vloček z celých zrn. Obilky byly nejprve povařeny a po krátkém oschnutí vločkovány. Připravené vločky nebyly dále dosušeny, ani jinak upraveny, proto je u nich obsah vlhkosti vyšší. Druhá nejnižší vlhkost byla naměřena u vloček z kamutu (16,62 %), následně u vloček z pšenice „Dickkopf“ (17,00 %) a špaldy (17,31 %). Nejvyšší obsah vody byl naměřen u vloček z červené pšenice (20,50 %). Naměřené hodnoty vlhkosti (a sušiny) u vzorků pšeničných vloček jsou statisticky průkazně odlišné.

Z tabulky 13 je zřejmé, že nejnižší obsah vody byl naměřen ve vzorku müsli z kupovaných vloček (9,90 %), dále v müsli z vloček kamutu (14,35 %). Téměř stejné množství vlhkosti bylo naměřeno u vzorků müsli z pšenice „Dickkopf“ (15,25 %) a špaldy (15,35 %), přičemž statisticky se hodnoty průkazně neliší. Nejvyšší obsah vody byl naměřen u vzorku müsli z červené pšenice (17,98 %). Výsledky všech ostatních naměřených hodnot se statisticky průkazně liší. Výsledky vlhkosti u vzorků müsli vyšly, co se týče pořadí od nejnižšího po nejvyšší, stejně jako u vloček (viz tabulka 14). Vzhledem k zachování poměru ovocného podílu a vloček lze tedy říci, že výslednou vlhkost müsli přímo ovlivňoval obsah vody vloček.

8.2 Výsledky stanovení popela

Stanovení popela bylo u vzorků müsli a vloček provedeno a vyhodnoceno podle postupu v kapitole 7.5. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 15: Obsah popela u jednotlivých vzorků müsli

Vzorek	Popel v % ± S.D.	Popel v sušině v % ± S.D.
MA	1,63 ± 0,05 ^a	1,81 ± 0,06 ^a
MB	1,70 ± 0,11 ^a	2,01 ± 0,10 ^a
MC	1,60 ± 0,06 ^a	1,95 ± 0,07 ^b
MD	2,00 ± 0,11 ^b	2,33 ± 0,11 ^c
ME	2,11 ± 0,09 ^b	2,49 ± 0,10 ^c

Tabulka 16: Obsah popela u jednotlivých vzorků vloček

Vzorek	Popel v % \pm S.D.	Popel v sušině v % \pm S.D.
VA	1,74 \pm 0,02 ^a	1,92 \pm 0,02 ^a
VB	1,51 \pm 0,02 ^b	1,82 \pm 0,02 ^b
VC	1,62 \pm 0,01 ^c	2,03 \pm 0,01 ^{c,d}
VD	1,69 \pm 0,03 ^d	2,03 \pm 0,04 ^c
VE	1,76 \pm 0,06 ^{a,d}	2,13 \pm 0,07 ^d

Obsah popela získaný po spálení přímo souvisí s obsahem minerálních látek ve vzorku. Na množství minerálních látek v mšli má vliv jeho obsah ve vločkách, ale také v ovocném podílu. Velíšek uvádí, že obsah minerálií v znu pšenice se pohybuje okolo 1,5 % [45]. Prugar udává, že se obsah minerálních látek v znu pšenice pohybuje v rozmezí 1,4 až 3,0 % [2]. Minerální látky jsou v ovoci obsaženy v menším množství od 0,3 do 1,0 %, přesto však mohou ovlivnit výsledný obsah u mšli [4, 118]. Z tabulky 16 vyplývá, že zjištěné hodnoty obsahu popela u vloček se pohybují od 1,52 do 1,76 %, odpovídají tedy hodnotám uváděným v literatuře.

Tabulka 15 uvádí výsledky hodnot naměřených u vzorků mšli. Nejnižší obsah popela byl naměřen u vzorku mšli z červené pšenice (1,60 %), dále u vzorku mšli z kupovaných pšeničných vloček (1,63 %) a pak u mšli z pšenice „Dickkopf“ (1,70 %), přičemž tyto hodnoty se od sebe statisticky průkazně neliší. Druhá nejvyšší hodnota obsahu popela byla naměřena u mšli z kamutu (2,00 %) a statisticky průkazně podobná byla i hodnota nejvyššího obsahu popela v mšli ze špaldy (2,11 %). Pořadí hodnot u obsahu popela přepočítaného na sušinu vzorku mšli byl mírně odlišný. Nejnižší obsah popela v sušině mšli byl naměřen u vzorku z kupovaných vloček (1,81 %). Druhý nejnižší obsah popela v sušině byl zjištěn u vzorku z červené pšenice (1,95 %) a následně u mšli z pšenice „Dickkopf“ (2,01 %), přičemž se tyto dvě hodnoty od sebe statisticky průkazně neliší. Druhá nejvyšší hodnota byla naměřena u mšli z kamutu (2,33 %) a nejvíce popela v sušině obsahuje mšli ze špaldy (2,49 %), tyto dvě hodnoty jsou statisticky průkazně podobné.

V tabulce 16 jsou uvedeny naměřené hodnoty obsahu popela u vzorků vloček. Nejnižší obsah popela ve vzorku, ale i nejnižší obsah popela v sušině vloček byl naměřen v pšenici „Dickkopf“ (1,51 % a v sušině 1,82 %). Naopak nejvyšší obsah popela a obsah popela v sušině byl vyhodnocen u vloček špaldy (1,76 % a v sušině 2,13 %). Druhá nejnižší hodnota obsahu popela byla zjištěna u vloček červené pšenice (1,61 %), dále u kamutu (1,69 %). Vyšší obsah popela byl naměřen u kupovaných pšeničných vloček (1,74 %), naopak v přepočtu na jeho obsah v sušině bylo množství druhé nejnižší (1,92 %). Třetí nejnižší obsah popela v sušině byl zjištěn u vloček červené pšenice (2,03 %) a stejná průměrná hodnota byla naměřena i u vloček kamutu (2,03 %).

Obsah popela v sušině vloček byl odlišný od obsahu popela v sušině müsli. V případě vzorků müsli z kupovaných vloček a červené pšenice byl obsah popela v sušině nižší než u samotných vloček. Naopak u vzorků müsli z pšenice „Dickkopf“, špaldy a kamutu byl zjištěn obsah popela v sušině větší než u samotných vloček. Příčinou může být nedokonalá homogenita müsli, kdy není zcela možné zachovat přesný poměr ovocného podílu a vloček v navážce vzorku, je tedy nutno doporučit pro další práci, aby se k této nehomogenitě přihlédlo do budoucna a stanovení popele se provedlo vícekrát.

8.3 Výsledky stanovení obsahu hrubých bílkovin

Stanovení obsahu hrubých bílkovin bylo u vzorků müsli a vloček provedeno a vyhodnoceno podle postupu uvedeného v kapitole 7.6. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 17: Obsah bílkovin u jednotlivých vzorků müsli

Vzorek	Bílkoviny v % \pm S.D.	Bílkoviny v sušině v % \pm S.D.
MA	13,07 \pm 0,50 ^a	14,68 \pm 0,36 ^{a,c}
MB	14,02 \pm 0,27 ^b	16,89 \pm 0,32 ^b
MC	11,41 \pm 0,33 ^c	14,35 \pm 0,42 ^a
MD	12,48 \pm 0,28 ^d	14,96 \pm 0,34 ^c
ME	13,45 \pm 0,35 ^a	16,27 \pm 0,42 ^d

Tabulka 18: Obsah bílkovin u jednotlivých vzorků vloček

Vzorek	Bílkoviny v % \pm S.D.	Bílkoviny v sušině v % \pm S.D.
VA	14,86 \pm 0,20 ^a	16,37 \pm 0,22 ^a
VB	14,85 \pm 0,32 ^a	17,89 \pm 0,38 ^b
VC	11,98 \pm 0,47 ^b	15,07 \pm 0,39 ^c
VD	15,85 \pm 0,34 ^c	19,01 \pm 0,24 ^d
VE	16,10 \pm 0,28 ^c	19,47 \pm 0,26 ^e

Bílkoviny jsou jednou z hlavních složek obilného zrna. Podle Prugara se množství bílkovin v pšeničném zrně pohybuje okolo 12 až 13 % [2]. Velíšek uvádí 11,7 % obsahu bílkovin v zrně pšenice [45]. Avšak obsah dusíkatých látek v ovoci kolísá od 0,2 do 1,0 % [4, 63, 118]. Z naměřených hodnot v tabulkách 17 a 18 vyplývá, že množství bílkovin v müsli bylo obecně nižší než u vloček. To je způsobeno nízkým obsahem bílkovin v ovocném podílu, který snižuje poměr zastoupení vloček ve směsi a tudíž i výsledné množství bílkovin.

U müsli byl nejnižší obsah bílkovin a bílkovin v sušině zjištěn ve vzorku z vloček červené pšenice (11,41 % a v sušině 14,35 %). Druhý nejnižší obsah bílkovin v müsli byl ve vzorku z vloček kamutu (12,48 %). Vyšší obsah bílkovin byl naměřen u vzorků müsli z kupovaných vloček (13,07 %) a u müsli ze špaldy (13,45 %), tyto dvě hodnoty se od sebe statisticky průkazně neliší, zatímco ostatní výsledky se statisticky liší. Nejvyšší obsah bílkovin i jejich obsah v sušině byl zjištěn u müsli z vloček pšenice „Dickkopf“ (14,02 % a v sušině 16,89 %). Pořadí podle obsahu bílkovin v sušině se u müsli dále liší, pravděpodobně kvůli velkým rozdílům obsahu vlhkosti u vzorků. Druhý nejvyšší obsah bílkovin v sušině byl naměřen u müsli z vloček špaldy (16,27 %). Menší množství bylo zjištěno u vzorku z vloček kamutu (14,96 %) a kupovaných vloček (14,68 %), kdy se tyto hodnoty od sebe statisticky průkazně neliší. Ze statistického hodnocení dále vyplývá, že výsledky u vzorků müsli z vloček kupované pšenice a červené pšenice jsou podobné. Ostatní výsledky jsou statisticky průkazně odlišné.

V tabulce 18 jsou uvedeny výsledky hodnocení obsahu bílkovin u vloček. Nejnižší obsah bílkovin byl stanoven u vzorku vloček z červené pšenice (11,98 %). Výrobce uvádí, že průměrný obsah bílkovin v pšenici červené je 10,4 %, což je o 1,58 % méně, než naměřená hodnota. Obsahy bílkovin naměřené u vloček pšenice „Dickkopf“ (14,85 %) a vloček kupované pšenice (14,86 %) se od sebe statisticky průkazně neliší. Obsah bílkovin na obale kupovaných vloček uvádí výrobce jako 11,7 %, což je o 3,26 % méně, než zjištěné hodnoty. Nejvyšší obsah bílkovin byl stanoven u špaldových vloček (16,10 %), méně pak u vloček kamutu (15,85 %), přičemž se obě hodnoty od sebe statisticky průkazně neliší. Moudrý uvádí, že obsah bílkovin u špaldu je v rozmezí 14 až 19 %, naměřené hodnoty tedy odpovídají [1]. Výrobce na obalu kamutu tvrdí, že obsahuje 3x více bílkovin než běžné pšenice, což neodpovídá zjištěným hodnotám. Obsah bílkovin v sušině vloček byl nejvyšší u špaldových vloček (19,47 %), méně pak u vloček kamutu (19,01 %), vloček z pšenice „Dickkopf“ (17,89 %), kupovaných vloček (16,37 %) a nejméně u vloček červené pšenice (15,05 %). Hodnoty se od sebe statisticky průkazně liší. Až na vločky červené pšenice jsou naměřené hodnoty bílkovin u vloček vyšší, než průměrné hodnoty uváděné v literatuře.

8.4 Výsledky stanovení titrační kyselosti vloček a ovocného podílu

Stanovení titrační kyselosti bylo u vzorků vloček provedeno a vyhodnoceno podle postupu uvedeného v kapitole 7.7.1. Stanovení titrační kyselosti u ovocného podílu bylo provedeno a vyhodnoceno podle postupu uvedeného v kapitole 7.7.2. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 19: Titrační kyselost u jednotlivých vzorků vloček

Vzorek	TK [mmol.kg ⁻¹] ± S.D.	TK [mmol.kg ⁻¹] v sušině ± S.D.
VA	33,61 ± 0,51 ^a	30,52 ± 0,46 ^a
VB	25,74 ± 0,88 ^b	21,37 ± 0,73 ^b
VC	20,02 ± 0,51 ^c	15,92 ± 0,40 ^c
VD	20,38 ± 0,88 ^c	16,99 ± 0,73 ^d
VE	22,17 ± 0,51 ^d	18,33 ± 0,42 ^e

Tabulka 20: Titrační kyselost ovocného podílu

Ovocný podíl	Obsah kyseliny citronové v % ± S.D.
sušené meruňky, jablka, brusinky, sekané mandle	1,34 ± 0,01

Titrační kyselost vloček se vyjadřuje jako spotřeba $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ odměrného roztoku NaOH v mmol na 1 kg vloček. Nejvyšší titrační kyselost byla zjištěna u vzorku kupovaných vloček ($33,61 \text{ mmol.kg}^{-1}$). U ostatních vloček byly naměřeny výrazněji nižší hodnoty. Nižší obsah titrovatelných kyselin mohl být způsoben tepelným zákrokem (vařením), nebo jejich vyluhováním při přípravě vloček vařením a následným vločkováním. Nejnižší titrační kyselost byla stanovena u vloček červené pšenice ($20,02 \text{ mmol.kg}^{-1}$). Statisticky průkazně se od hodnoty neliší titrační kyselost kamutu ($20,38 \text{ mmol.kg}^{-1}$). Vyšší titrační kyselost byla naměřena u špaldových vloček ($22,17 \text{ mmol.kg}^{-1}$), pak u vloček pšenice „Dickkopf“ ($25,74 \text{ mmol.kg}^{-1}$). Ostatní zjištěné hodnoty jsou statisticky průkazně odlišné. Nejnižší titrační kyselost v sušině byla stanovena u vloček červené pšenice ($15,92 \text{ mmol.kg}^{-1}$), více pak u vloček kamutu ($16,99 \text{ mmol.kg}^{-1}$), dále u špaldových vloček ($18,33 \text{ mmol.kg}^{-1}$) a vloček pšenice „Dickkopf“ ($21,37 \text{ mmol.kg}^{-1}$) a nejvíce opět u kupovaných pšeničných vloček ($30,52 \text{ mmol.kg}^{-1}$). Naměřené hodnoty se od sebe statisticky průkazně liší.

Titrační kyselost ovoce se udává v % převažující kyseliny a kolísá v rozmezí od 0,2 % do 2,0 %. Obsah kyselin u brusinek je např. 2,15 % [118]. Velíšek uvádí u meruňek obsah kyseliny citronové jako 0,7 %, dále obsah kyseliny jablečné v rozmezí 0,8 až 1,4 % a u jablek uvádí obsah kyseliny jablečné v rozmezí 0,2 až 1,3 %, obsah kyseliny citronové je u jablek nízký (okolo 0,01 %) [108]. Naměřený obsah kyselin u ovocného podílu müsli přepočítaný na obsah kyseliny citronové činil 1,34 %.

8.5 Výsledky stanovení obsahu škrobu u vloček

Stanovení obsahu škrobu vloček bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 7.8. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 21: Obsah škrobu u jednotlivých vzorků vloček

Vzorek	Škrob v % \pm S.D.	Škrob v % v sušině \pm S.D.
VA	63,67 \pm 0,50 ^a	70,13 \pm 0,55 ^a
VB	47,14 \pm 0,59 ^b	56,80 \pm 0,68 ^b
VC	50,96 \pm 0,43 ^c	64,09 \pm 0,54 ^c
VD	55,13 \pm 0,41 ^d	66,12 \pm 0,50 ^d
VE	56,32 \pm 0,40 ^e	68,11 \pm 0,49 ^e

Škrob, jakožto zásobní látka, je nejvýznamněji zastoupenou složkou v obilném znu. Obsah se uvádí v širokém rozpětí od 50 do cca 70 % a liší se u jednotlivých druhů [2, 3, 5, 45]. Nejnižší naměřená hodnota nedosahovala uváděné spodní hranice a byla stanovena u pšenice „Dickkopf“ (47,14 % a v sušině 56,80 %). Obsahy škrobu ostatních vloček byly naměřeny vyšší než 50 %, odpovídaly údajům uváděným v literatuře. Druhá nejnižší hodnota byla naměřena u červené pšenice (50,96 % a v sušině 64,09 %). Výrobce uvádí obsah sacharidů (ne však samotného škrobu) jako 74,2 %, což je více, než skutečně naměřené hodnoty. Obsah škrobu u kamutu je uváděn jako 57,4 % [14], stanovená hodnota byla jen nepatrně nižší (55,13 % a v sušině 66,12 %). Druhý nejvyšší obsah škrobu byl stanoven u špaldy (56,32 % a v sušině 68,11 %). Nejvyšší obsah škrobu byl zjištěn u kupovaných pšeničných vloček (63,67 % a v sušině 70,13 %). Výrobce na obalu udává obsah sacharidů (ne však přímo škrobu) jako 56,3 g, což je o 7,37 % méně, než naměřená hodnota. Statisticky průkazně se všechny naměřené hodnoty od sebe liší.

8.6 Výsledky stanovení obsahu tuku

Stanovení obsahu tuku bylo u vzorků mšli a vloček provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 7.9. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 22: Obsah tuku u jednotlivých vzorků müsli

Vzorek	Tuk v % \pm S.D.	Tuk v sušině v % \pm S.D.
MA	5,28 \pm 0,47 ^a	5,85 \pm 0,53 ^a
MB	5,27 \pm 0,39 ^a	6,22 \pm 0,46 ^a
MC	7,70 \pm 0,72 ^b	9,38 \pm 0,82 ^b
MD	7,19 \pm 0,70 ^b	8,39 \pm 0,83 ^b
ME	7,60 \pm 0,69 ^b	8,97 \pm 0,81 ^b

Tabulka 23: Obsah tuku u jednotlivých vzorků vloček

Vzorek	Tuk v % \pm S.D.	Tuk v sušině v % \pm S.D.
VA	3,31 \pm 0,19 ^{a,b}	3,64 \pm 0,20 ^{a,c}
VB	3,86 \pm 0,31 ^a	4,64 \pm 0,37 ^b
VC	3,85 \pm 0,52 ^{a,b}	4,84 \pm 0,65 ^{a,b}
VD	2,59 \pm 0,39 ^b	3,10 \pm 0,46 ^c
VE	3,52 \pm 0,04 ^a	4,25 \pm 0,05 ^b

Lipidy jsou tvořeny jednak samotnými triacylglyceroly (tuky), ale také fosfatidy (např. fosfatidylcholin). Jejich obsah má vliv na skladovatelnost obilí. Mastné kyseliny uvolněné štěpením pak zvyšují kyselost, oxidační změny lipidů (např. žluknutí tuků) způsobují zhoršení sensorických vlastností. Pšeničné zrno obsahuje 1,5 až 3,0 % lipidů [2]. Jejich množství v ovoci se pohybuje v rozmezí od 0,2 do 0,7 %. Mandle však dle literatury obsahují až 54 % lipidů, což výrazně zvyšuje výsledné množství v ovocném podílu a také v celém müsli [45]. Podle údajů uvedených výrobcem je množství lipidů v mandlích 50,6 %. V tabulce 23 jsou vedeny výsledky měření obsahu tuku ve vločkách. Nejnižší obsah byl zjištěn u vloček kamutu (2,59 %), u ostatních vzorků byly stanoveny hodnoty vyšší, než uvádí literatura. Druhý nejnižší obsah byl naměřen u kupovaných vloček (3,31 %), dále u špaldových vloček (3,52 %). Vločky pšenice červené (3,85 %) obsahovaly jen nepatrně

méně tuku, než vločky pšenice „Dickkopf“ (3,86 %). Statisticky průkazně se od sebe liší pouze hodnoty dvojic: pšenice „Dickkopf“ – kamut a kamut – špalda, ostatními vzorky se od sebe statisticky neliší. Nejnižší obsah tuku v sušině byl zjištěn u vloček kamutu (3,10 %), vyšší u kupovaných vloček (3,64 %), dále špaldových vloček (4,25 %) a vloček pšenice „Dickkopf“ (4,64 %). Nejvyšší obsah tuku v sušině byl naměřen u vloček pšenice červené (4,84 %). Statisticky průkazně odlišné jsou hodnoty u dvojic vzorků: kupované vločky – pšenice „Dickkopf“, kupované vločky – špaldové vločky, pšenice „Dickkopf“ – kamut, červená pšenice – kamut a kamut – špaldové vločky.

Výsledky obsahu tuku v müsli oproti jeho obsahu u vloček značně kolísaly. Důvodem je nemožnost zajištění dostatečné homogenity vzorku a zachování přesných poměrů nejen vloček a ovocného podílu, ale také jednotlivých ovocných komponent. Vyšší či nižší obsah mandlí výrazně ovlivňuje výsledné množství tuku v analyzovaném vzorku. Nejnižší obsah tuku byl stanoven u müsli z vloček pšenice „Dickkopf“ (5,27 %) a v müsli z kupovaných vloček (5,28 %), přičemž tyto hodnoty se od sebe statisticky průkazně neliší. Vyšší obsah tuku byl naměřen u vzorků müsli z kamutu (7,19 %), špaldových vloček (7,60 %) a nejvyšší obsah tuku byl zjištěn u müsli z červené pšenice. Tyto tři hodnoty se od sebe statisticky průkazně neliší. Nejnižší obsah tuku v sušině byl však stanoven u müsli z kupovaných vloček (5,85 %) a v müsli z pšenice „Dickkopf“ (6,22 %), obě hodnoty nejsou statisticky průkazně odlišné. Vyšší obsah pak byl naměřen u vzorků müsli z vloček kamutu (8,39 %), špaldových vloček (8,97 %) a vloček pšenice červené (9,38 %), kdy tyto hodnoty nejsou statisticky průkazně odlišné.

8.7 Výsledky senzorické analýzy

Výsledky senzorického hodnocení vzorků jsou uvedeny v následujících tabulkách. Postup pro senzorické hodnocení je uveden v kapitole 7.10.

Tabulka 24: Výsledky senzorického hodnocení vzorků müsli pomocí stupnic

Sledovaný znak	A	B	C	D	E
Vzhled	2 ^a	1 ^{a,b}	1 ^{a,b}	1 ^b	1 ^b
Konzistence	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	1 ^a
Chuť a vůně	2 ^a	2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a

Pozn. Výsledky jsou uvedeny jako mediány (stupeň 1 jako vynikající, stupeň 5 jako nepřijatelný). Mediány následované minimálně jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$). Mediány následované různými horními indexy se statisticky významně liší ($P < 0,05$).

Tabulka 25: Výsledky sensorického hodnocení vzorků müsli pomocí stupnic

Sledovaný znak	A	B	C	D	E
Vzhled	2121,0 ^a	1689,0 ^{a,b}	1570,0 ^{a,b}	1366,5 ^b	1128,5 ^b
Konzistence	1412,0 ^a	1852,5 ^a	1786,5 ^a	1607,5 ^a	1216,5 ^a
Chuť a vůně	1768,5 ^a	1776,0 ^a	1545,0 ^a	1383,5 ^a	1402,0 ^a

Pozn. Výsledky jsou uvedeny jako sumy součtů pořadí u jednotlivých vzorků (stupeň 1 jako vynikající, stupeň 5 jako nepřijatelný, nižší hodnota součtu pořadí znamená lepší hodnocení). Hodnoty následované minimálně jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$). Hodnoty následované různými horními indexy se statisticky významně liší ($P < 0,05$).

Hlavním cílem sensorického hodnocení bylo zjistit, zda hodnotitelé (zároveň potenciální spotřebitelé) budou tolerovat nespěkané müsli vyrobené pouze z pšeničných vloček. Dílčími cíli pak bylo zjistit, zda na posuzování müsli bude mít vliv druh pšenice a s tím spojené jiné zbarvení, tvar, konzistence a celkový vzhled vločky. Dále vliv druhu pšenice na chuť a vůni celého müsli.

Müsli bylo hodnoceno pomocí stupnic ve třech znacích: vzhledu, konzistenci a chuti a vůni. Ve všech znacích bylo müsli hodnoceno převážně jako vynikající a výborné (viz. tabulka 24). Vzhled müsli byl hodnocen jako vynikající, pouze u müsli vyrobeného z kupovaných vloček převažovalo hodnocení výborné. Statisticky významný rozdíl ve vzhledu byl prokázán mezi müsli z kupovaných vloček a müsli z vloček kamutu a mezi müsli z kupovaných vloček a müsli ze špaldových vloček. Ostatní vzorky müsli nebyly vzájemně statisticky průkazně odlišné. Hodnocení vzhledu müsli je možné doplnit seřazením vzorků pomocí sumy součtů pořadí (viz tabulka 25). Nejlépe hodnoceným vzorkem ve vzhledu (nejnižší součet pořadí) bylo špaldové müsli, dále müsli z vloček kamutu,

v pořadí třetí bylo müsli z vloček červené pšenice, čtvrté z vloček pšenice „Dickkopf“ a poslední již zmíněné müsli z kupovaných vloček. V posuzování konzistence naopak převažovalo hodnocení výborné. Vynikající bylo označeno pouze špaldové müsli, které zároveň získalo nejnižší součet pořadí. Dle sumy součtu pořadí bylo jako druhé hodnoceno müsli z kupovaných vloček, následně müsli z vloček kamutu, čtvrté bylo müsli z vloček červené pšenice a poslední müsli z vloček pšenice „Dickkopf“. Statisticky významný rozdíl však mezi vzorky shledán nebyl. V chuti a vůni bylo müsli hodnoceno převážně jako vynikající (müsli z vloček červené pšenice, kamutu a špaldy) a výborné (müsli z vloček kupovaných a pšenice „Dickkopf“). Statisticky průkazně se však vzorky od sebe neliší. Dle sumy součtů pořadí lze říci, že nejlépe posuzovaným vzorkem bylo müsli z vloček kamutu a téměř stejné bylo hodnocení špaldového müsli. V pořadí třetí bylo hodnoceno müsli z vloček pšenice červené, následně müsli z kupovaných vloček a jako poslední müsli z vloček pšenice „Dickkopf“.

Tabulka 26: Výsledky senzoričského hodnocení vzorků müsli a vloček pomocí preferenční pořadové zkoušky

Vzorek	A	B	C	D	E
Müsli	80 ^a	80 ^a	74 ^a	70 ^a	71 ^a
Vločky	84 ^a	82 ^a	69 ^a	72 ^a	68 ^a

Pozn. Výsledky jsou uvedeny jako součty pořadí u jednotlivých vzorků (stupeň 1 jako nejlepší, stupeň 5 jako nejhorší, nižší hodnota součtu pořadí znamená lepší hodnocení). Hodnoty následované minimálně jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$).

Cílem preferenčních pořadových zkoušek bylo zjistit, jaký vliv bude mít předchozí posuzování na konečné pořadí a dále které müsli, potažmo vločky, budou pro hodnotitele nejvíce atraktivní. Nejpreferovanějším vzorkem müsli bylo müsli z vloček kamutu a téměř stejně bylo hodnoceno špaldové müsli. Třetí v pořadí bylo hodnoceno müsli z vloček červené pšenice. Na čtvrtém místě bylo současně müsli z kupovaných vloček a vloček pšenice „Dickkopf“. Statisticky významný rozdíl v preferenci se však nepodařilo prokázat

ani u vzorků müsli, ani u vzorků vloček. Nejvíce preferovaným vzorkem vloček byly špaldové vločky. Posuzovatelé v otevřené otázce jako důvody uváděli jemnou, nasládlou chuť, příjemnou křupavost a „optimálně tvrdé na skus“. Velmi těsně se jako druhé nejpreferovanější vločky umístily vločky červené pšenice. Důvody podle posuzovatelů byly příjemný vzhled a červená barva vloček, nasládlá, výrazná, příjemná a vyvážená chuť a příjemně křupající na skus. Třetím nejpreferovanějším vzorkem vloček byly vločky kamutu, které „upoutaly zajímavým protáhlým a pravidelným tvarem“ a měly výraznější, avšak harmonickou chuť. V pořadí čtvrté byly hodnoceny vločky pšenice „Dickkopf“. Hodnotitelé u vloček vytykali jejich nevýraznou chuť, lepivost. Vločky podle nich byly velmi měkké, navlhle s mírnou pachutí. Nejméně preferovaným vzorkem byly kupované vločky. Hodnotitelé uváděli, že vločky jsou příliš křupavé, suché a tvrdé, vzhled je nepěkný, příliš rozválcovaný neodpovídající tvaru zrna a chuť je mdlá, někdy s cizí příchutí. Zatímco většina posuzovatelů ohodnotila kupované vločky jako nejméně preferované, někteří označili vločky jako nejvíce preferované. Jako důvod uvedli, že vločky mají výraznější, typickou chuť a jsou optimálně křupavé. Pozitivní hodnocení výrazné chuti a vůně (u vloček špaldy, kamutu a červené pšenice) bylo u jiných posuzovatelů důvodem pro označení nejmenší preference. Také uváděli chuť u jmenovaných vloček jako mdlou a nevýraznou.

Z výsledků hodnocení vyplývá, že jednotlivá tvrzení byla mnohdy v naprostém rozporu. Např. u hodnocení vloček pšenice „Dickkopf“ uváděli posuzovatelé, že vločky mají výraznou chuť (hodnoceny jako nejpreferovanější) i nevýraznou chuť s mírnou pachutí (hodnoceny jako nejméně preferované). Důvodem mohla být nedostatečná odbornost i zkušenosti hodnotitelů. V hodnocení preference se taky mohl výrazně projevit velmi osobní až neobjektivní postoj, případně jiné zvyklosti (např. konzumace výhradně zapékaného müsli, ovesného müsli atd.). Spolehlivě říci, který vzorek je tedy nejlepší a který je nejhorší, nelze. Vše záleží na jednotlivci a jeho subjektivním dojmu.

ZÁVĚR

Dnešní uspěchaná doba přispívá k stále větší oblibě jídel snadných k přípravě. Vhodně zvolené müsli dokáže uspokojit požadavky nejen na jednoduchost a rychlost přípravy ke konzumaci, ale také na nutriční a energetickou potřebu. Na základě uvedených důvodů je müsli často považováno za „zdravou“ formu snídaně, která by jinak pro nedostatek času byla mnohdy vynechávána.

Diplomová práce pojednávala o výrobě sypaného pšeničného müsli. Teoretická část byla proto věnována hlavní surovině, tedy pšenici. První tři kapitoly se zaměřovaly obecně na pšenici a její chemické a nutriční aspekty, a dále na tradiční a netradiční druhy pšenice, jako je kamut či špalda. V následujících kapitolách bylo popisováno samotné müsli a druhy müsli. Charakterizovány byly také základní suroviny, což jsou různé druhy obilovin, ovoce, suché skořápkové plody, semínka a další ochucující přísady.

Cílem praktické části bylo připravit sypané müsli z pšeničných vloček a sušeného ovocného podílu a stanovit jeho základní chemické parametry. Pro doplnění bylo zvoleno senzorní hodnocení vyrobeného müsli. V rámci chemického rozboru byla provedena tato stanovení: obsah vlhkosti a sušiny, popela, hrubých bílkovin, škrobu, tuku a titrační kyselost. K výrobě müsli byly použity v laboratoři připravené vločky z pšenice „Dickkopf“, červené pšenice, špaldy a kamutu a jako srovnání kupované vločky. Ovocný podíl byl tvořen sušenými jablky, meruňkami, brusinkami a mandlemi.

Nejnižší vlhkost byla zjištěna u vzorku z kupovaných vloček (9,21 % u vloček, 9,90 % v müsli. Obsah vody v ostatních vločkách byl výrazněji vyšší (16,62 až 20,50 %), kvůli přípravě vloček vařením a následným válcováním, obdobně byl vyšší obsah vody i v müsli (14,35 až 17,98 %). Obsah popela (minerálních látek) se pohyboval v rozmezí 1,51 až 2,11 % u vzorků müsli i vloček. Množství bílkovin u müsli i vloček se pohybovalo od 11,41 % až do 16,10 %. Obsah tuku vloček byl stanoven vyšší – od 2,59 do 3,86 %. Množství tuku v müsli pohybující se v širším rozpětí od 5,27 do 7,70 % ovlivňoval podíl mandlí, který byl pravděpodobně nerovnoměrný díky nedostatečné homogenitě směsi. Stanovený obsah škrobu ve vločkách se pohyboval v rozmezí od 47,14 do 63,67 %. Titrační kyselost vloček byla stanovena hodnotami 20,02 až 33,61 mmol.kg⁻¹. Obsah kyselin v ovocném podílu byl stanoven jako 1,34 %.

V senzorické analýze byl posuzován vzhled, konzistence a chuť a vůně. Müsli bylo hodnoceno převážně jako vynikající či výborné. Statisticky významný rozdíl byl shledán pouze ve vzhledu mezi vzorkem müsli z kupovaných vloček a müsli z vloček pšenice „Dickkopf“ a červené pšenice. Nejlépe hodnocenými vzorky byly převážně müsli z vloček kamutu a špaldy. V preferenční pořadové zkoušce měli posuzovatelé seřadit jednak vzorky müsli, ale také vzorky vloček podle atraktivnosti. Nejpreferovanějším vzorkem müsli bylo müsli vyrobené z vloček kamutu a naopak nejméně preferovanými byly shodně vzorky müsli z vloček pšenice „Dickkopf“ a kupovaných vloček. Zároveň byly samotné kupované vločky posuzovateli hodnoceny jako nejméně preferované. Nejpreferovanějšími pak byly špaldové vločky. Statisticky průkazně se od sebe však nelišily ani vzorky müsli, ani vzorky vloček. Z čehož vyplývá subjektivní postoj posuzovatelů a důraz na osobitost a zvyklosti jedince. Vzhledem k velkému množství nabízených druhů müsli to však není na škodu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MOUDRÝ, J. *Alternativní plodiny*. Vyd. 1. Praha: Profi Press, s.r.o., 2011, 142 s. ISBN 978-80-86726-40-3.
- [2] HRUŠKOVÁ, M. et. al. Pšenice. s. 75 – 103. In: PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [3] PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M., SKŘIVAN, P. *Cereální chemie a technologie*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003, 202 s. ISBN 8070805307.
- [4] KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 141 s. ISBN 80-7157-811-8.
- [5] MORRIS, Peter C. *Cereal biotechnology* [online]. Boca Raton, FL: CRC Press/Woodhead Pub., 2000, 252 s. ISBN 978-1-85573-498-2.
- [6] PETR, J., CAPOUCHOVÁ, I., KALINOVÁ, J. Alternativní plodiny, pseudoce-reálie a produkty ekologického zemědělství. s. 147 – 167. In: PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [7] HERMY, Y. et al. Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science*, 2007, 46, s. 327 – 347.
- [8] OWENS, G. *Cereals processing technology*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001, 238 s. ISBN 0-8493-1219-1.
- [9] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. *Polní plodiny*. [elektronická skripta]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, ústav vegetabilních potravin a rostlinné produkce, 2006. [cit. 2012-03-01]. Dostupné z: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/index.htm>

- [10] CALDWELL, E. F., FAST, R. B. The cereal grains. In: FAST, R. B., CALDWELL, E. F., (ed.). *Breakfast Cereals And How They Are Made*. Vyd. 1. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1990, 562 s. ISBN 0-913250-70-8.
- [11] Region - projekt environmentální výchovy v Ústeckém a Karlovarském kraji. In: *enviregion.cz* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://ucebnice3.enviregion.cz/slovnicek/urodny-pulmesic>
- [12] MÜLLER, O., MIKULCOVÁ, J., MARTINEK, P. Evoluční a šlechtitelské změny u pšenice. *Úroda*, 2005, ročník 53, číslo 3, s. 10 – 13. ISSN 0139-6013
- [13] KENT, N. L., EVERS, A. D. *Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture*. Vyd. 4. Pergamon, 1994, 334 s. ISBN 0-08-040833-8.
- [14] KAMUT® Brand Khorasan Wheat. In: *Kamut.com*. [online]. [cit. 2013-03-13]. Dostupný z: <http://www.kamut.com/>
- [15] ZIMOLKA, J. *Pšenice: Pěstování, hodnocení a užití zrna*. Vyd. 1. Praha: Profi Press, s. r. o., 2005, 180 s. ISBN 80-86726-09-6.
- [16] Projekt Leonardo da Vinci. Vše o ochraně rostlin. In: *Plantpro*. [online]. 2002 – 2005 [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: http://plantprotection.hu/modulok/cseh/wheat/morf_wheat.htm
- [17] KRUMP, M. Pšenice obecná – *Triticum aestivum*. In: *Garten.cz*. [online]. 18. 12. 2012. [cit. 2013-03-27]. Dostupný z: <http://www.garten.cz/forum/vt/cz/6349-psenice-obecna-triticum-aestivum/>
- [18] VITÁSEK, P. Botanika – zelená příroda. In: *Přirodopis.eu*. © 2006-2013 [online]. Výukový program pro ZŠ, SŠ. [cit. 2013-03-08] Dostupné z: http://www.prirodopis.eu/Botanika_mobil/soubory/psenice_sete.htm
- [19] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.

- [20] KŮST, F., POTMĚŠILOVÁ, J. *Situační a výhledová zpráva – Obiloviny*. Praha: Ministerstvo zemědělství, AMAPRINT-Kerndl, s.r.o., 2012. ISBN 978-80-7434-055-0, ISSN 1211-7692. [online]. [cit. 2013-03-15]. Dostupný z: http://eagri.cz/public/web/file/186420/SVZ_obili_final_2012.pdf
- [21] MÜLLER, O., MIKULCOVÁ, J., MARTINEK, P. Evoluční a šlechtitelské změny u pšenice (2 část – dokončení). *Úroda*, 2005, ročník 53, číslo 4, s. 11 – 13. ISSN 0139-6013
- [22] MERGOUM, M., et al. Spring Wheat Breeding. s. 127 – 156. In: CARENA, M. J. (ed.). *Cereals, Handbook Of Plant Breeding*. Vyd. 1. Springer, 2009. ISBN 978-0-387-72294-8
- [23] CIBULKA, R. *Triticum aestivum* L. – Pšenice setá. In: *Botany.cz*. [online]. 31. 12. 2010. [cit. 2013-03-13]. Dostupný z: <http://botany.cz/cs/triticum-aestivum/>
- [24] KŮST, F. Pěstování a produkce pšenice ozimé. *Zemědělec*, 2010, ročník 18, číslo 29, ISSN 1211-3816. Dostupný z: http://www.agroweb.cz/Pestovani-a-produkce-psenice-ozime__s1302x47004.html
- [25] LEA, E. Substituting whole wheat flour – a primer. In: *Cooking for Seven*. [online]. 25. 11. 2010. [cit. 2013-03-16]. Dostupný z: <http://www.cookingforseven.com/2010/10/substituting-whole-wheat-flour-a-primer/>
- [26] HORÁKOVÁ, V., DVOŘÁČKOVÁ, O., MEZLÍK, T. *Seznam doporučených odrůd 2012*. Vyd. 1. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2012, 203 s. ISBN 978-807401-059-0.
- [27] Tiskové materiály. Emco. In: *Crestcom.cz*. [online]. 4. 2. 2008. [cit. 2013-03-05]. Dostupný z: http://www.crestcom.cz/tiskove_stredisko/presscenter.php?p=text_detail&idfirmy=89&idslozk y=1359 &idtextu=4442
- [28] FAST, R. B. Manufacturing Technology of RTE Cereals. In: FAST, R. B., CALDWELL, E. F. (ed.). *Breakfast Cereals And How They Are Made*. Vyd. 1. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1990, 562 s. ISBN 0-913250-70-8.

- [29] WHALEN, P. J., DESROCHERS, J. L., WALKER, Ch. E. Ready-to-eat Breakfast cereals. s. 615 – 646. In: KULP, K., PONTE, J. G. (ed.). *Handbook of cereal science and technology*. Vyd. 2. New York: CRC Press, 2000, 790 s. ISBN 0-8247-8294-1.
- [30] ORTIZ-MONASTERIO, J. I. Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. *Journal of Cereal Science*, 2007, 46, s. 293 – 307.
- [31] Lexikon A – Z. Pšenice červená. In: *panpekar.cz* [online]. 24. 9. 2011 [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://panpekar.blogspot.cz/2011/10/psenice-cervena.html>
- [32] Pšenice červená BIO. In: *Solný sen*. [online]. 2008. [cit. 2013-03-11]. Dostupný z: <http://www.solnelampy.cz/name/P%C5%A1enice+%C4%8Derven%C3%A1+BIO/product-details/7e56467d-91bf-4eab-9214-dc5443228412/process.aspx>
- [33] Ekofarma rodiny Hlaváčových. In: *Bio nebio*. [online]. 2010. [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.bionebio.cz/ceske-bio/ekofarma-rodiny-hlavacovych>
- [34] STEHNO, Z. Možnosti pěstování a využití pluchatých pšenic. In: MICHALOVÁ, A. *Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR. Sborník referátů a posterů z odborné konference*. Praha: VÚRV, 2001, s. 4 – 7.
- [35] KONVALINA, P. et al. *Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2008, 64 s. ISBN: 978-80-7394-116-1.
- [36] MICHALOVÁ, A. Alternativní plodiny v ČR. In: *vurv.cz*. [online]. 2001. [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://www.vurv.cz/altercrop/indexCZ.html>
- [37] ZHAO F. J. et al. Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*, 2009, 49, s. 290 – 295.
- [38] VESELÁ, I. Kamut. In: *Bio-life.cz*. [online]. 15. 9. 2009. [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://www.bio-life.cz/clanky/bio/bio-kamut.html>
- [39] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Slovník A – Z: Kamut. In: *Informační centrum bezpečnosti potravin*. [online]. [cit. 2013-03-03]. Dostupný z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92219.aspx>

- [40] Kamut Brand Wheat, Organic. In: *GourmetStore.com*. [online]. [cit. 2013-03-16]. Dostupný z: <http://gourmetstore.com/node/703>
- [41] Kamut – prapůvodní obilí. In: *Magazín zdraví*. [online]. 26. 9. 2011. [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.magazinzdravi.cz/kamut-prapuvodni-obili>
- [42] DVOŘÁČEK, V., MOUDRÝ, J. Bílkovinné frakce v zrně pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) a pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) In: MICHALOVÁ, A. *Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR. Sborník referátů a posterů z odborné konference*. Praha: VÚRV, 2001, s. 64 – 67.
- [43] ČESKO. Vyhláška č. 333 ze dne 12. prosince 1997, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 111, s. 6786 – 6809.
- [44] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDINSKÝ, P. *Potravinářská biochemie I.: pro studenty kombinované formy studia*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006 (dotisk 2008), 160 s. ISBN 80-7318-495-8.
- [45] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. Vyd. 2. uprav. Tábor: OSSIS, 2002, 331 s. ISBN 8086659003.
- [46] HUBÍK, K., MAREČEK, J. Kvalita obilnin. *Farmář*, 2002, ročník 8, číslo 4, s. 58-61. ISSN 1210-9789. Dostupný z: http://www.uroda.cz/@AGRO/informacni-servis/KVALITA-OBILNIN__s457x8475.html
- [47] RAHMAN, S. et al. Resistant starch in cereals: Exploiting genetic engineering and genetic variation. *Journal of Cereal Science*, 2007, 46, s. 251 – 260.
- [48] LACHNMAN, J., KALAČ, P., KUČEROVÁ, J., Žádoucí látky v rostlinných produktech. s. 33 – 46. In PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [49] HASKA, L., NYMAN, M., ANDERSSON, R. Distribution and characterisation of fructan in wheat milling fractions. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, s. 768 – 774.

- [50] WOOD, P. J. Cereal β -glukans in diet and health. *Journal of Cereal Science*, 2007, 46, s. 230 – 238.
- [51] KIWELÄ, R. et al. Degradation of cereal beta-glukan by ascorbic acid induced oxygen faricals. *Journal of Cereal Science*, 2009, 49, s. 1 – 3.
- [52] SERPEN, A. et al. Direct measurement of the total antioxidant capacity of cereal products. *Journal of Cereal Sceince*, 2008, 48, s. 816 – 820.
- [53] TOPPING, D. Cereal komplex carbohydrates and their contribution to human health. *Journal of Cereal Science*, 2007, 47, s. 220 – 229.
- [54] LIU, R. H. Whole grain phyrochemicals and health. *Journal of Cereal Science*, 2007, 46, s. 207 – 219.
- [55] JIANG, X. et al. Protein Content and Amino Acid Composition in Grains of Wheat-Related Species. *Science Direct*, 2008, 7 (3), s. 272 – 279.
- [56] Bílkoviny v potravě 3 – 6letých dětí. In: *Česká společnost pro výživu a vegetariánství*. [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupný z: http://www.csvv.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=506:iii-bilkoviny-v-potrav-3-6-letych-dti&catid=71:podpora-ke-stravovani-v-m&Itemid=400147
- [57] SHEWRY, P. R. Improving the protein content and composition of cereal grain. *Journal of Cereal Science*, 2007, 46, s. 239 – 250.
- [58] FUCHS, M. Mouka – imunologické reakce přecitlivělosti. *Alergie*, 2005, 3, s. 209 – 216.
- [59] EVERY, D. et al. Predicting wheat quality e consequences of the ascorbic acid improver effect. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, s. 339 – 348.
- [60] DOBIÁŠOVÁ, J. *Výživa při poruchách metabolismu aminokyselin*. Zlín, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Technologická fakulta, Ústav biochemie a analýzy potravin. Vedoucí bakalářské práce Helena Velichová
- [61] McINTOSH, S. R., HENRY, R. J. Gene sof folate biosynthesis on wheat. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, s. 632 – 638.

- [62] HAWKESFORD, M. J. Strategies for increasing the selenium content of wheat. *Journal of Cereal Science*, 2007, 46, s. 282 – 292.
- [63] HRABĚ, J., HOZA I., ROP., O. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005, 178 s. ISBN 8073183722.
- [64] Namíchej si svoje müsli. In: *Mixit*. [online]. © 2013. [cit. 2013-04-10]. Dostupný z: http://www.mixit.cz/namixuj_si.php
- [65] Namíchejte si. In: *Müslimánie*. [online]. © 2011 - 2013. [cit. 2013-04-10]. Dostupný z: <http://www.muslimanie.cz/namichejte-si/>
- [66] Namíchejte si. In: *Müslimix*. [online]. © 2011. [cit. 2013-04-10]. Dostupný z: http://www.muslimix.cz/category.php?id_category=143
- [67] MOUDRÝ, J. a kol. Oves. s. 133 – 141. In: PRUGAR, J. (ed.). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: TISKAP, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [68] WELCH, R. W., McCONNELL, J. Oats. s. 367 – 390. In: DENDY, D. A. V., DOBRASZCZYK, Borgan J. (ed.). *Cereals and cereal products: chemistry and technology*. Vyd. 2. Aspen Publishers, 2001, 429 s. ISBN 0-8342-1767-8.
- [69] GATES, F. K. et al. Interaction of heatmoisture conditions and physical properties in oat processing: II. Flake quality. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, s. 288 – 293.
- [70] PSOTA, V, EHRENBERGEROVÁ, J. Ječmen. s. 116 – 132. In: PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [71] BRIGGS, Dennis E. Barley. s. 325 – 334. In: DENDY, D. A. V., DOBRASZCZYK, Borgan J. (ed.). *Cereals and cereal products: chemistry and technology*. 2nd ed. Aspen Publishers, 2001. ISBN 0-8342-1767-8.
- [72] LI, J. et al. Identification of quantitative trait loci for β -glucan concentration in barley grain. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, s. 647 – 655.

- [73] LAZARIDOU, A. Composition and molecular structure of polysaccharides released from barley endosperm cell walls by sequential extraction with water, malt enzymes, and alkali. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, s. 304 – 318.
- [74] PELIKÁN, M. a kol. Žito. s. 104 – 109. In: PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [75] MICHALSKA, A. et al. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, s. 123 – 132.
- [76] NEDĚLNÍK, J. Kukuřice. s. 142 – 146. In: PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [77] SMITH, A. *The Oxford companion to American food and drink*. New York: Oxford University Press, 2007, 693 s. ISBN 978-0-19-530796-2
- [78] WANG, L. et al. Kernel amino acid composition and protein content of introgression lines from *Zea mays* ssp. *mexicana* into cultivated maize. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, s. 387 – 393.
- [79] ASHIDA, K., IIDA, S., YASUI, T. Lack of 26 kDa globulin accompanies increased free amino acid content in rice (*Oryza sativa* L.) grains. *Journal of Cereal Science*, 2006, 43, s. 387 – 392.
- [80] Rýže. In: *Chemie v jídle*. [online]. © 2010. [cit. 2013-04-08]. Dostupný z: <http://www.chemievjidle.cz/prakticke-informace/ryze-clanek>
- [81] KRKOŠKOVÁ, B., MRÁZOVÁ, Z. Prophylactic components of buckwheat. *Food Research International*. 2005, roč. 38, č. 5. s. 561 – 568.
- [82] CHRISTA, K., SORAL-SMIETANA, M. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech Journal Food Science*. 2008, roč. 26, č. 3. s. 153 – 162.

- [83] MILLER, R. C. Breakfast cereal extrusion technology. s. 73 – 107. In: FRAME, N. D. *The technology of extrusion cooking*. Vyd. 1. New York: Chapman and Hall, 1994, 268 s. ISBN 0-7514-0090-4.
- [84] ČESKO. Vyhláška č. 157 ze dne 12. května 2003, 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. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 59.
- [85] OBERBEIL, K., LENTZOVÁ, Ch. *Léčba ovocem a zeleninou: Strava, která léčí*. Vyd. 2. Přeložila Alena VLČKOVÁ. Praha: Fortuna Print, 2003, 294 s. ISBN: 80-7309-242-5.
- [86] VOLF, K., ANDRS, F. *Flavonoidy a jejich biologické působení*. [online]. [cit. 2013-01-14]. Dostupný z: <http://www.juwital.cz/Upload/Documents/FLAVONOIDY.pdf>
- [87] ROBARDS, K. et al. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 1999, 66, s. 401 – 436.
- [88] Co je to lyofilizace. In: *Mixit:krupaveovoce.cz*. [online]. © 2013 [cit. 2013-04-08]. Dostupný z: <http://www.krupaveovoce.cz/lyofilizovane-ovoce-lyofilizaty.php>
- [89] CEPAC. *Konzervace a balení potravin.: Distanční text*. [online]. 2007. [cit. 2013-03-10]. Dostupný z: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0011_konzervace_a_baleni_potravin/distancni_text/M0011_konzervace_a_baleni_potravin_distancni_text.pdf
- [90] SVAČINA, Š., MÜLLEROVÁ, D., BRENŠTAJNOVÁ, A. *Dietologie pro lékaře, farmaceuty, zdravotní sestry a nutriční terapeuty*. Vyd. 1. Praha: TRITON, 2012, 332 s. ISBN 978-80-7387-347-9.
- [91] FREJ, D. *Dietní sestra diety ve zdraví a nemoci*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2006, 309 s. ISBN 80-7254-537-X

- [92] ČESKO. Vyhláška č. 329 ze dne 11. prosince 1997, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 110.
- [93] DANIELLS, S. Pistachios and sesame seeds richest source of phytosterols. In: *nutraingredients.com*. [online]. 12. 12. 2005. [cit. 2013-04-08]. Dostupný z: <http://www.nutraingredients.com/Research/Pistachios-and-sesame-seeds-richest-source-of-phytosterols>
- [94] SUKOVÁ, I. Lněné semínko a zdraví. In: *Agronavigátorz*. článek 119084. [online]. 20. 4. 2012. [cit. 2013-04-08]. Dostupný z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=147&ch=13&typ=1&val=119084>
- [95] Naše Musli. In: *Das Müsli*. [online]. © 2013. [cit. 2013-03-16]. Dostupný z: <http://www.dasmusli.cz/content/c/nase-musli>
- [96] ŠEBELOVÁ, K. Fenomén zvaný müsli. In: *Velka Epocha* [online]. 15. 4. 2007 [cit. 2013-04-02]. Dostupný z: <http://www.velkaepocha.sk/content/view/2361/67/lang,cz/>
- [97] ZURICH INSURANCE. Biography of Max Bircher-Benner. In: *Zurichdevelopmentcenter.com*. [online]. 2013. [cit. 2013-04-03]. Dostupný z: <http://www.zurichdevelopmentcenter.com/aboutzurichdevelopmentcenter/location/history/biographybircher.htm>
- [98] HENDRICKS. Maximilian Bircher-Benner, Father of Muesli. In: *Suite101*. [online]. 27. 4. 2009. [cit 2013-04-03]. Dostupný z: <http://suite101.com/article/maximilian-bircherbenner-father-of-muesli-a110443#.UWCSxVccVdi>
- [99] AVEY, T. The History of Cereal. In: *The History Kitchen* [online]. 2012-11-29 [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://thehistorykitchen.com/2012/11/29/the-history-of-cereal/>
- [100] ČARŇANSKÝ, O. Snídaňové cereálie a hubnutí? *Test redakce MF DNES*. [online]. 8. 2. 2008 [cit. 2013-04-03]. Dostupný z: http://www.rozumnehubnuti.cz/wp-content/uploads/2008/02/musli_sypane.pdf

- [101] BRIFFA, J. Study Reveals Why Some Foods Are More Satisfying. In: *The EpochTimes.com* [online]. 12. 9. 2007 [cit. 2013-04-04]. Dostupný z: <http://www.theepochtimes.com/news/7-9-12/59692.html>
- [102] CHADIM, V., PÁVEK, P. *Správná strava a diabetes*. Vyd. 1. Brno: MTE spol. s r. o.
- [103] BioArcha. Müsli – update. In: *Bioarcha.cz* [online]. 2009-09-16 [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: http://obchod.bioarcha.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=42:mšli&catid=4:zajimavosti&Itemid=12
- [104] KOUBOVÁ, K. Výrobce müsli Emco začíná vyrábět pro největší obchod světa Wal-Mart. In: *iDnes.cz*. [online]. 4. 3. 2013. [cit. 2013-04-08]. Dostupný z: http://ekonomika.idnes.cz/emco-miri-rezece-wal-martu-df2-/ekonomika.aspx?c=A130301_173233_ekonomika_kk
- [105] Příspěvatelé Wikipedie. Granola. In: *Wikipedia, The Free Encyclopedia* [online]. 5. 3. 2013. [cit. 2013-03-07]. Dostupný z: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Granola&oldid=542202639>.
- [106] LEMM, E. British and Irish Food: What is Flapjack? In: *Britishfood.about.com*. [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupný z: <http://britishfood.about.com/od/glossary/g/What-Is-Flapjack.htm>
- [107] Wikipedia contributors. Flapjack (oat bar) In: *Wikipedia, The Free Encyclopedia* [online]. 9. 12. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupný z: [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Flapjack_\(oat_bar\)&oldid=527173548](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Flapjack_(oat_bar)&oldid=527173548).
- [108] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2*. Vyd. 2. uprav. Tábor: OSSIS, 2002, 304 s. ISBN 8086659011.
- [109] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie sacharidů: návody do cvičení*. Vyd. 2., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, 84, [9] s. ISBN 978-80-7375-114-2.
- [110] ČSN ISO 56 0512-9. *Metody zkoušení mlýnských výrobků – Stanovení titrovatelných kyselin*. Praha: Český normalizační institut, 1993, 8 s.

- [111] KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003, 132 s. ISBN 80-86369-07-2.
- [112] KOPLÍK, R. *Přednáška 11: část B 5 – lipidy*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. [cit. 2013-04-03]. Dostupný z: <http://web.vscht.cz/koplikr/>
- [113] BUŇKA, F., HRABĚ J., VOSPĚL, B. *Senzorická analýza potravin I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.
- [114] ČSN ISO 8586-1. *Senzorická analýza - Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů*. Praha: Český normalizační institut, 2002, 23 s.
- [115] ČSN ISO 8589. *Senzorická analýza - Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 20 s.
- [116] Příspěvatelé Wikipedie. Medián. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie*. [online]. 2013. [cit. 2013-04-10]. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Medi%C3%A1n&oldid=10165966>
- [117] KŘÍŽ, O., BUŇKA F., HRABĚ, J.. *Senzorická analýza potravin II.: statistické metody*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 127 s. ISBN 978-80-7318-494-0.
- [118] CEPAC. *Chemie potravin: Distanční text*. [online]. 2007. [cit. 2013-03-10]. Dostupný z: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0028_chemie_a_analyza_potravin/distancni_text/M0028_chemie_a_analyza_potravin_distancni_text.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

RTE ready-to-eat

S.D. směrodatná odchylka

w/w hmotnostní procento

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Stavba pšeničného zrna [3]	15
Obrázek 2: Zrna pšenice seté [25]	18
Obrázek 3: Pšenice červená	20
Obrázek 4: Zrno pšenice špaldy	22
Obrázek 5: Zrno pšenice Khorasan [40]	23
Obrázek 6: Müsli [95]	35

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Běžně používané obiloviny pro potravinářské účely [1, 3, 5, 6, 8]	12
Tabulka 2: Přehled druhů rodu <i>Triticum</i> podle počtu chromozomů [3, 5, 13, 14]	13
Tabulka 3: Variety pšenice obecné [15]	17
Tabulka 4: Srovnání složení zrna pšenice seté, špaldy, kamutu a pšenice červené [1, 2, 6, 14, 21, 36, 42].....	24
Tabulka 5: Obsahy hlavních skupin sacharidů podle zjištění různých autorů [2, 3].	25
Tabulka 6: Obsah jednotlivých proteinů v pšeničném znu [45].....	28
Tabulka 7: Obsah aminokyselin v pšeničném znu [45].....	29
Tabulka 8: Obsah mastných kyselin [3].....	30
Tabulka 9: Obsah vitaminů v pšeničném znu [2].....	31
Tabulka 10: Vzorky pšenice pro výrobu vloček	42
Tabulka 11: Ovoce pro výrobu pšeničného müsli	42
Tabulka 12: Vzorky müsli	43
Tabulka 13: Obsah vlhkosti a sušiny u jednotlivých vzorků müsli	52
Tabulka 14: Obsah vlhkosti a sušiny u jednotlivých vzorků vloček.....	52
Tabulka 15: Obsah popela u jednotlivých vzorků müsli	53
Tabulka 16: Obsah popela u jednotlivých vzorků vloček.....	54
Tabulka 17: Obsah bílkovin u jednotlivých vzorků müsli.....	55
Tabulka 18: Obsah bílkovin u jednotlivých vzorků vloček	56
Tabulka 19: Titrační kyselost u jednotlivých vzorků vloček	57
Tabulka 20: Titrační kyselost ovocného podílu.....	58
Tabulka 21: Obsah škrobu u jednotlivých vzorků vloček.....	59
Tabulka 22: Obsah tuku u jednotlivých vzorků müsli	60
Tabulka 23: Obsah tuku u jednotlivých vzorků vloček	60
Tabulka 24: Výsledky sensorického hodnocení vzorků müsli pomocí stupnic	61
Tabulka 25: Výsledky sensorického hodnocení vzorků müsli pomocí stupnic.....	62
Tabulka 26: Výsledky sensorického hodnocení vzorků müsli a vloček pomocí preferenční pořadové zkoušky.....	63

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha I: Jakost pšenice
- Příloha II: Dotazník pro senzorické hodnocení
- Příloha III: Vzorky vloček a müsli

PŘÍLOHA I: JAKOST PŠENICE

Pekárenskou jakost udává šest základních parametrů: objemová výtěžnost (měrný objem pečiva), Zelenyho test (hodnota sedimentačního testu), číslo poklesu, obsah dusíkatých látek, vaznost mouky a objemová hmotnost. Rozhodující je znak, v němž dosahuje odrůda nejnižší úrovně.

Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do kategorií

Kategorie	E - elitní	A - kvalitní	B - chlebová
Objemová výtěžnost [ml]	530	500	470
Obsah dusíkatých látek [%]	12,6	11,8	11
Zelenyho test [ml]	49	35	21
Číslo poklesu [s]	286	226	196
Objemová hmotnost [g/l]	790	780	760
Vaznost mouky [%]	55,4	53,2	52,1

Zastoupení odrůd dle jakostních kategorií (dle ÚKZUZ Brno 2006)

Kategorie	Pšenice ozimá		Pšenice jarní	
	počet	%	počet	%
E	4	6	3	16
A	17	24	9	47
B	27	39	5	26
C	19	27	1	5
nezařazené	3	4	1	5
celkem	70		19	

PŘÍLOHA II: DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická
Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

Dotazník pro senzorickou analýzu nespékaného müsli s pšeničnými vločkami

Jméno:

Datum:

Podpis:

Vzorky nespékaného müsli jsou připraveny z vloček různých odrůd pšenice, smíchané s oříšky (kousky mandlí) a ovocným podílem, který je složen ze sušených meruněk, brusinek a jablek.

1) Hodnocení pomocí ordinální hédonické stupnice

Proveďte senzorické hodnocení uvedených znaků u jednotlivých vzorků nespékaného müsli s pšeničnými vločkami. Ke každému znaku přiřaďte příslušnou číselnou hodnotu odpovídající slovní charakteristice daného znaku.

Vzorek	Vzhled	Konzistence	Chut' a vůně
A			
B			
C			
D			
E			

2) Pořadová preferenční zkouška (müsli jako celek)

Seřaďte jednotlivé vzorky podle vaší preference (oblíbenosti) od nejlépe hodnoceného (1) po nejhůře hodnocený (5). K danému pořadí uvedenému v tabulce přiřaďte písmenný kód testovaného vzorku.

Preference	Vzorek
1. (nejlepší)	
2.	
3.	
4.	
5. (nejhorší)	

3) Pořadová preferenční zkouška (pouze vložky)

Zaměřte se pouze na vložky bez ovocného podílu. Seřaďte vzorky podle preference od nejlépe hodnoceného (1) po nejhůře hodnocený (5). Pořadí vzorků запиšte do tabulky pomocí písmenných kódů uvedených na vzorcích.

Preference	Vložky
1. (nejlepší)	
2.	
3.	
4.	
5. (nejhorší)	

Poznámka:

Zdůvodněte hodnocení nejlépe a nejhůře hodnoceného vzorku vložek:

.....

.....

POPIS ZNAKŮ

1. VZHLED

1 - Vynikající. Vločky jsou pravidelné, rovnoměrně rozválcované, tvar odpovídá danému druhu. Barva je typická pro daný druh bílé či červené pšenice, jasná, bez cizích odstínů, nepřipouští se přítomnost cizích příměsí (stébla, pluchy, oplodí) nebo napadení plísní či jinými škůdci. Ovocný podíl je vynikající, vzhled i barva je typická pro dané druhy sušeného ovoce, ovoce je stejnoměrně veliké. Podíl ovoce je velký.

2 - Výborný. Vločky jsou pravidelné, možný výskyt do 10 - 20 % polámaných vloček, rovnoměrně rozválcované, tvar odpovídá danému druhu. Barva odpovídá danému druhu pšenice, je jasná, bez cizích odstínů, nepřipouští se napadení plísní či jinými škůdci. Ovocný podíl je výborný, vzhledem i barvou odpovídá daným druhům, kousky jsou stejnoměrně veliké. Podíl ovoce je o něco menší než u předchozí kategorie.

3 - Dobrý. Vločky jsou rovnoměrně rozválcované, vyskytuje se vyšší podíl polámaných vloček než 20 %, jsou vidět jemné tvarové disproporce. Barva vloček připomíná daný druh, mohou se výjimečně vyskytovat cizí příměsí (pluchy, oplodí), nepřipouští se napadení plísní či jinými škůdci. Ovocný podíl je dobrý, vzhled i barva připomíná dané druhy ovoce, ovocný podíl není stejnoměrně veliký. Podíl ovoce je stále dostatečný.

4 - Méně dobrý. Vločky jsou rozlámané více než z 50 %, nerovnoměrně rozválcované, mohou se vyskytovat i nerozválcovaná zrna, tvarem jsou různé. Barva je méně typická, našedlá, je zde přítomnost cizích příměsí (stébla, pluchy, oplodí). Ovocný podíl je méně dobrý, barva ovoce je mírně odlišná od daného druhu. Podíl ovoce je nízký.

5 - Nepřijatelný. Vločky jsou nepravidelného tvaru, rozlámané více jak z 50 %, nerovnoměrně rozválcované, je zde vyšší výskyt nerozválcovaných zrn, s viditelnými shluky zbytků pluch. Barva je netypická, šedá až černá, je zde přítomnost cizích příměsí (stébla, pluchy, oplodí), vločky nejsou napadené plísní či jinými škůdci. Ovocný podíl je nepřijatelný, vzhled i barva je netypická pro dané druhy, ovocný podíl je nestejnoměrně veliký. Podíl ovoce je nevyhovující (příliš malý).

2. KONZISTENCE

1 - Vynikající. Vločky jsou celistvé, na povrchu suché, netvoří shluky, jsou polotuhé, při skusu lehce křupající, snadno žvýkatelné. Ovocný podíl je vynikající, konzistence je typická pro dané druhy ovoce.

2 - Výborný. Vločky jsou celistvé, mohou obsahovat menší úlomky do 20 %, na povrchu suché, při skusu lehce křupající, slabě měkkí nebo tvrdší. Ovocný podíl je výborný, konzistence odpovídá daným druhům ovoce.

3 - Dobrý. Vločky jsou polámané více jak z 20 %, na povrchu suché, při skusu měkkí či tvrdší. Ovocný podíl je dobrý, konzistence připomíná dané druhy.

4 - Méně dobrý. Vločky jsou polámané více jak z 50 %, na povrchu mírně navlhle, tvoří menší shluky, při skusu měkké nebo tvrdé. Ovocný podíl je méně dobrý, konzistence neodpovídá daným druhům ovoce, je příliš měkká či tvrdá.

5 - Nepřijatelný. Vločky jsou rozdrobené více jak z 50 %, polámané, na povrchu vlhké, tvoří shluky, při skusu velmi tuhé nebo rozbředlé, vysušené. Ovocný podíl je nepřijatelný, konzistence není typická pro dané druhy, ovoce je rozměklé či vysušené.

3. CHUŤ A VŮNĚ

1 - Vynikající. Chuť i vůně vloček je vynikající, vyvážená, typická pro daný druh obilovin. Vůně může být jemně nasládlá, bez cizích příchutí a pachů. Ovocný podíl je vyvážený, harmonické chuti i vůně, typické pro dané druhy ovoce, bez cizích příchutí a pachů.

2 - Výborný. Chuť i vůně vloček je výborná, odpovídá danému druhu obiloviny, bez cizích pachů a příchutí. Ovocný podíl je vyvážený chuti i vůně, odpovídá daným druhům, bez cizích příchutí a pachů.

3 - Dobrý. Chuť i vůně vloček je dobrá, připomíná daný druh obiloviny, je však méně výrazná, i přesto bez cizích příchutí a pachů. Chuť i vůně ovocného podílu je dobrá, připomínající dané druhy ovoce.

4 - Méně dobrý. Chuť i vůně vloček je nevýrazná, slabě připomínající daný druh obiloviny, ve vůni a pachu lze nalézt odlišnosti, př. jemně nahořklá chuť. Chuť i vůně ovocného

podílu je nevýrazná, málo připomínající dané druhy ovoce, s náznakem cizí příchutě a pachu.

5 - Nepřijatelný. Chuť a vůně vloček i ovocného podílu je nepřijatelná, neodpovídá použitým surovinám, se silně nepříjemnou příchutí a zápachem způsobenou např. počátečním žluknutím, činností plísní apod. Chuť a vůně ovoce je taktéž nepřijatelná, s cizími příchutěmi a pachy.

PŘÍLOHA III: VZORKY VLOČEK A MÜSLI

Vzorek A: pšeničné vločky kupované, müsli



Vzorek B: zrna a vločky pšenice „Dickkopf“, müsli



Vzorek C: zrna a vločky pšenice červené, müsli



Vzorek D: zrna a vločky pšenice kamut, müsli



Vzorek E: zrna a vločky pšenice špaldy, müsli



Vzorky připravené v miskách k sensorickému hodnocení

