

Vliv použité pšeničné mouky na texturní vlastnosti muffinů

Bc. Veronika Poledníková

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Poledníková**
Osobní číslo: **T18276**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Vliv použité pšeničné mouky na texturní vlastnosti muffinů**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Suroviny používané při výrobě muffinů
2. Typy komerčně vyráběné pšeničné mouky
3. Pšeničné mouky se zdravotním benefitem
4. Technologie výroby muffinů

II. Praktická část

1. Popis použitých surovin
2. Popis použité technologie výroby muffin a metod stanovení texturních charakteristik muffinů
3. Popis získaných výsledků a jejich diskuse s literaturou

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] ABDUL MANAF, M., OTHMAN, N. A., HARITH, S., WAN ISHAK, W. R. (2017). Thermal Properties of Batter and Crumb Structure of Muffin Incorporated with Persea americana Puree. *Journal of Culinary Science Technology*, 15(3), 259-271.
- [2] SINGH, B., SINGH, A. K., RAJU, P. N., RANI, R. (2017). Nutritional value and physical properties of eggless muffin. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(2), 1309-1314.
- [3] WENDIN, K., HÖGLUND, E., ANDERSSON, M., ROTHENBERG, E. (2017). Protein enriched foods and healthy ageing: Effects of protein fortification on muffin characteristics. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 28(5), 16-18.

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou 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);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
Podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá sledováním vlivu granulace pšeničné mouky (hladká, polohrubá, hrubá, chlebová) v různých poměrech (recepturách) a jejich vzájemnému poměru na texturní vlastnosti muffinů. V teoretické části je popsána pšenice, její anatomická stavba a složení, pšeničné mouky se zdravotním benefitem, charakteristika muffinu, jeho technologie výroby a popis základních surovin při výrobě. Praktická část zahrnuje popis použité mouky, metodiku výroby a hodnocení muffinů. Shrnutí je vliv granulace na ztráty pečením, specifický objem a texturní parametry- tvrdost, soudržnost, pružnost, žvýkatelnost a resilienci.

Klíčová slova: pšenice, pšeničná mouka, suroviny, muffin, texturní vlastnosti

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on the monitoring of some effects by wheat flour in different size particles (fine, semi-coarse, coarse, fine brown) and monitoring of their impact (in mutual ratio) on the textural characteristics of muffins. In the theoretical parts, there are involved some information about description of wheat as well as anatomical structure and its chemical composition. Another information are about wheat flours with health benefits, characteristics of the muffin as well as its technology and also there is description of the basic raw materials, which was used in bakery technology. In the practical part there is involved description about experiment (used flours, methods and evaluation of muffins). To summarize was described the impacts on the baking loss, specific volume and texture parameters like hardness, cohesiveness, springiness, chewiness and resilience.

Keywords: wheat, wheat flour, basic raw materials, muffin, textural characteristics

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat své vedoucí doc. RNDr. Ivě Burešové, Ph.D. za odbornou pomoc, rady a vlídný přístup při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Ústavu Technologie potravin za umožnění vykonání praktické části.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PŠENICE.....	11
1.1 ANATOMICKÁ STAVBA OBILKY	11
1.2 SLOŽENÍ PŠENIČNÉ OBILKY.....	13
2 MOUKA	14
2.1 PŠENIČNÁ MOUKA	14
2.1.1 Pekařská jakost.....	14
2.2 DRUHY PŠENIČNÉ MOUKY	15
3 PŠENIČNÉ MOUKY SE ZDRAVOTNÍM BENEFITEM.....	17
3.1 VLIV NA ZDRAVÍ.....	17
3.2 PŠENIČNÁ BÍLÁ A ŠPALDOVÁ MOUKA	17
3.3 CELOZRNNÁ MOUKA	18
3.4 CHLEBOVÁ MOUKA	19
3.5 SEMOLINA	19
4 MUFFINY	21
4.1 CHARAKTERISTIKA.....	21
4.2 HISTORIE	21
4.3 TECHNOLOGIE VÝROBY	22
4.3.1 Příprava těsta a míchání	22
4.3.2 Pečení	22
4.3.3 Chlazení a balení	23
5 SUROVINY PŘI VÝROBĚ MUFFINŮ.....	24
5.1 MOUKA	24
5.2 VAJEČNÉ SLOŽKY	24
5.3 MLÉČNÉ SLOŽKY	25
5.4 CUKR.....	25
5.5 SŮL	26
5.6 VODA.....	26
5.7 TUK.....	27
5.8 KYPŘÍCÍ PROSTŘEDKY	27
6 TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA	28
6.1 PARAMETRY TPA.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	30

7	CÍL PRÁCE	31
8	MATERIÁL A METODY	32
8.1	POUŽITÉ SUROVINY A RECEPTURA.....	32
8.2	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY.....	32
8.3	VÝROBA MUFFINŮ	33
8.4	ZTRÁTY PEČENÍM	34
8.5	SPECIFICKÝ OBJEM	34
8.6	PŘÍPRAVA VZORKŮ NA TEXTURNÍ PROFILOVOU ANALÝZU DAT.....	34
8.7	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ DAT	35
9	VÝSLEDKY A DISKUZE	36
9.1	ZTRÁTA PEČENÍM	36
9.2	SPECIFICKÝ OBJEM	37
9.3	TVRDOST.....	38
9.4	SOUDRŽNOST.....	40
9.5	PRUŽNOST	41
9.6	ŽVÝKATELNOST	42
9.7	RESILIENCE	43
	ZÁVĚR	45
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	46
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK.....	57

ÚVOD

Pšenice patří mezi skupiny obilovin. Obecně je už několik tisíc let známo, že obiloviny mají v lidské výživě významnou roli, ale také slouží jako krmivo pro hospodářská zvířata. Obsahují totiž řadu nutričních složek (vitaminy, minerální látky), které jsou pro člověka a hospodářská zvířata, z hlediska výživy nepostradatelné. Pšenice je používána např. v pivovarnickém, pekařském nebo v mlýnském průmyslu. V mlýnském průmyslu dochází k výrobě surovin, které jsou základem různých potravin (chléb, pečivo, cukrářské výrobky, těstoviny, atd). Pro lidi trpící intolerancí lepku jsou výrobky z pšeničné mouky nevhodné. Existuje celá řada alternativ, které neobsahují lepek, např. kukuřičná, pohanková, rýžová mouka. I tyto mají ve svém složení významné látky.

Nejčastějším mlýnským výrobkem z pšenice je pšeničná mouka. V dnešní době lze na trhu najít širokou škálu různých druhů mouk, které se liší původem, granulací a chemickým složením. Některé z nich jsou určeny pro konkrétní pekařský účel, aby bylo dosaženo co možná nejlepší kvality finálního výrobku. Řada mouk je také různě míchána či fortifikována.

Muffiny jsou velmi známé pekařské výrobky po celém světě, které se charakterizují vláčnou a pórovitou strukturou. Vyrábějí se ze základních ingrediencí, mezi které patří pšeničná mouka, vejce, mléko, cukr, tuk, kypřící prostředky a voda. Technologie je velmi snadná a rychlá.

Tato diplomová práce je rozdělena na dvě části (teoretická a praktická část). Teoretická část popisuje charakteristiku pšenice, rozdělení pšeničných mouk, vliv na zdraví, definici muffinu, základní suroviny a technologii výroby. V praktické části je uveden postup výroby, popis použité metody, naměřená data ztrát pečením, specifického objemu a výsledky z texturní profilové analýzy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŠENICE

Pšenice (*Triticum*) patří z botanického hlediska mezi trávy (*Gramineae*) a řadí se do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Jedná se prakticky o první a rozšířenou rostlinu (plodinu) a potravinářskou surovinu, která se začala pěstovat před 12 - 17 tisíci lety. Pšenice je rozšířena po celém světě a jejími největšími pěstiteli neboli producenty jsou Argentina, Austrálie, Kanada, Rusko a také Evropská unie. Po druhé světové válce, asi od 70. let 20. století, se v České republice stala převládající plodinou [2,3].

Jedná se o hlavní surovinu, která se používá na výrobu základních potravin. Pšenice také slouží jako krmivo pro hospodářská zvířata. Rod pšenice zahrnuje 8 druhů. Mezi využívané druhy patří pšenice obecná neboli setá (*Triticum aestivum*), pšenice tvrdá (*T. durum*) a pšenice špalda (*T. spelta*). Podle zpracování se třídí na měkké a tvrdé. Podle způsobu pěstování se pšenice rozlišuje na jarní a ozimou. Ozimá pšenice je charakteristická delší vegetační dobou, seje se na podzim a sklízí až v létě následujícího roku, kdežto pšenice jarní se seje na jaře a sklízí v létě stejného roku [1,2,3].

Pšenice obecná má měkké, bezpluché zrno s vysokým obsahem škrobu. Má širší využití při výrobě pečiva, pečivářských výrobků, při výrobě lihu a také se využívá jako krmivo hospodářským zvířatům [3].

Pšenice tvrdá má sklovitou a bezpluchou obilku s vyšším obsahem lepkových bílkovin. Má vyšší obsah karotenoidů, což způsobuje obilce jantarové zbarvení. Dochází tedy k ovlivnění barvy semolinové mouky. Její využití se uplatňuje při výrobě těstovin kvůli vysokému obsahu lepku [2,3].

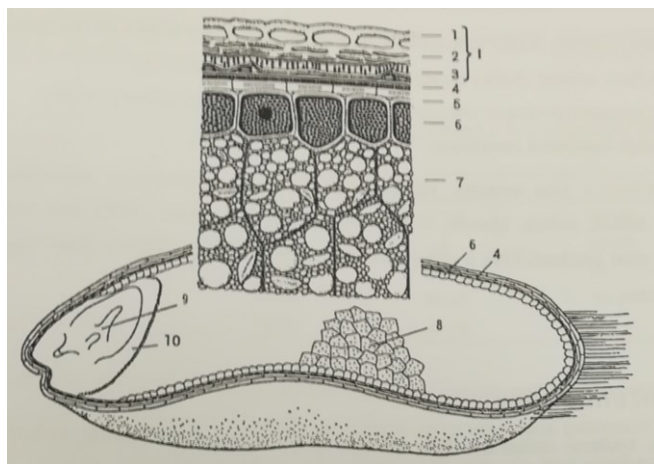
Zrno pšenice špaldy je pluchaté a sklovité. Řadí se k systému pěstování polních plodin a slouží pro výrobu vloček, těstovin, mouk a pražených zrn. Z výživové stránky má vysoký obsah bílkovin s hojným zastoupením esenciálních aminokyselin, tuků, vitaminů než je tomu u pšenice obecné [3].

1.1 Anatomická stavba obilky

Zrno pšenice obecné má ovoidní (oválný) tvar. Na jednom konci nese řadu krátkých jemných chloupků či vlásků a na druhém konci je zárodek (embryo). Podélně vede obilkou

rýha. Zrno je tvořeno celkem třemi částmi, a to obalovými vrstvami (14,5 %), endospermem (83,0 %) a zárodkem (2,5 %). Průměrné zrno, vypěstované v České republice, nabývá vlhkosti v rozmezí 10,0 - 16,0 %. Sušinu tvoří bílkoviny (8,5 - 15,0 %), tuky (2,0 - 2,5 %), sacharidy (2,0 - 3,0 %), minerální látky (1,5 - 2,0 %), vláknina (2,0 - 2,5 %) a škrob (63,0 - 71,0 %) [2].

Endosperm tvoří vnitřní část pšeničného zrna. Slouží jako zásobárna potravy pro novou rostlinu. Nacházejí se zde zásobní látky, kterými jsou škrob a bílkoviny. Aleuronové buňky tvoří asi 6,5 % hmotnosti zrna, které se nacházejí mezi endospermem a obalovými vrstvami. Vrstva aleuronových buněk má kubický tvar. Zárodek neboli klíček je ta část pšeničného zrna, ze které nová rostlina pochází. V zárodku se nacházejí tuky, jednoduché cukry, vitaminy rozpustné v tucích a skupiny B. Od endospermu se odděluje štítkem zvaným scutellum. Obalové vrstvy se dělí na oplodí (perikarp) a osemení (testa). Obalové vrstvy se skládají z vlákniny, kterou tvoří celulóza, hemicelulóza a také z minerálních látek (fosfor, hořčík, křemík, vápník, železo) [2,4].



Obrázek 1: Řez obilkou [2]

Na obrázku č. 1 lze vidět jednotlivé části při řezu obilky- obalové vrstvy (1 – 5), vnější obalové vrstvy (1 – 3), vnitřní obalové vrstvy (4 – 5), Pericarp (I): epidermis (1), epicarp (2), endocarp (3), testa (4), hyalinová membrána (5), aleuronové buňky (6), vnější endosperm (7), vnitřní endosperm (8), zárodek (9), scutellum (10) [2].

1.2 Složení pšeničné obilky

Zrno pšenice se skládá ze sacharidů, bílkovin, tuků, vitaminů, minerálních látek, enzymů (amylázy, proteázy, lipázy) a pigmentů, které jsou minoritní složkou a zajišťují barvu rostlin. K významným pigmentům patří karotenoidy, chlorofyl, antoxantiny a antokyaniny. Jejich zastoupení v zrně pšenice je dáno různými faktory, mezi které patří botanický druh, odrůda, podmínky pěstování, klimatické podmínky, aj [2].

Obilka má různé zastoupení bílkovin, sacharidů, lipidů a minerálních látek. Obsah všech složek se liší dle botanického původu, odrůdy a podmínek pěstování. Bílkoviny (BK) jsou děleny na pšeničné a lepkové. Mezi pšeničné BK patří albuminy, globuliny a mezi lepkové BK patří gliadiny (prolaminy), gluteniny (gluteliny). Obsah volných cukrů v zrně pšenice je 1 - 4 %. Mezi volné cukry řadíme monosacharidy (glukosa, fruktosa, galaktosa), disacharidy (sacharosa, maltosa) a rafinosu. Nejvýznamnějším polysacharidem je škrob, který je obsažen v amyloplastech ve formě škrobových granulí. V porovnání s obsahem sacharidů a bílkovin, mají lipidy nejmenší zastoupení. Největší zastoupení tuků najdeme v zárodku. Pšeničný zárodek neboli klíček obsahuje 34 - 42 % z celkového obsahu tuku v obilce. Tuky, krom klíčku, se také nacházejí v aleuronových vrstvách. Obilka pšenice je nositelem minerálních látek (ML), které se vyskytují v rozmezí 1,25 - 2,50 %. Nejvyšší zastoupení se nachází v obalových vrstvách a nejnižší obsah ML se nachází v endospermu obilky. Mimo ML se v obilce pšenice vyskytují vitaminy sk. B a vitaminy, které jsou rozpustné v tucích- A, D, E, K [2].

2 MOUKA

Podle vyhlášky č. 18/2020 Sb., kterou se stanoví požadavky na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky, cukrářské výrobky a těsta, je mouka mlýnským obilným výrobkem získaný mletím obilného zrna, pseudoobilovin nebo rýže a tříděný podle velikosti částic, obsahu minerálních látek a druhu použitých obilovin, pseudoobilovin nebo rýže. Jedná se tedy o skupinu mlýnských obilných výrobků, které mají několik podskupin a to hladká (světlá, polosvětlá), polohrubá, hrubá, chlebová, celozrnná a grahamová mouka [5].

Mouka se získává drcením a tříděním obilného pšeničného zrna (žitného zrna). Mouka je tzv. všestranná surovina, která má široké využití jak v pekárenství tak v pečivárenství. Pekárenství je výroba biologicky kypřeného pečiva a z hlediska pečivárenství se rozumí výroba chemicky kypřeného pečiva [2,3,5].

2.1 Pšeničná mouka

Nejpoužívanější druh mouky, který se vyskytuje na trhu, je pšeničná mouka o různé granulaci. Při smíchání vody s pšeničnou moukou, začnou její bílkovinné složky tvořit elastickou síť, která je schopna zadržovat plyn a během pečení vytváří pevnější strukturu pečiva [2,6].

2.1.1 Pekařská jakost

Pekařská jakost se vyjadřuje pojmy, jako je síla mouky, plynotvorná a cukrotvorná schopnost mouky. Pekařská jakost je vlastnost mlýnských výrobků, která umožňuje vytvořit z mouky těsto po smíchání s vodou a dalšími přísadami, výrobek s přijatelnou chutí, vůní, křupavou kůrkou a vzhledem, s pružnou střídou a dobrým objemem. Síla mouky závisí na dostatečném množství a kvalitě bílkovin (lepku) a také na vlastnosti, která je charakterizována schopností těsta zadržet kypřící plyn vznikající při jeho kynutí. Plynotvorná schopnost je dána tvorbou dostatečného množství kypřícího plynu, tedy CO₂. U cukrotvorné schopnosti mouky závisí na dostatečném množství zkvasitelných cukrů (přítomny v mouce) a cukrů, které vznikají v těstě působením amyláz na škrob a také na cukrech, které jsou přidávány (recepturní složka) [3].

2.2 Druhy pšeničné mouky

Dle vyhlášky č. 18/2020 Sb. o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta je mouka členěna a označována do několika kategorií. Členění mouky závisí na jakostních kritériích- obsah popela (minerálních látek), barva mouky a granulace mouky. Obsah minerálních látek je hlavní jakostní kritérium v České republice. Obsah popela souvisí se způsobem mletí zrna. Nejvyšší obsah minerálních látek se nachází ve vnějších vrstvách obilky (2 %), které jsou více zastoupeny v celozrnných moukách. Obsah ML klesá směrem ke středu obilky (0,4 %). Barvu mouky a odstín střídy pečiva ovlivňují šrotové produkty obilovin nebo luštěnin. Barva dále závisí na původní barvě pšenice a především na vymletí mouky. Dle granulace rozdělujeme mouky na hladké, polohrubé a hrubé. Granulací se vyjadřuje velikost podílu částic mouky, která je stanovena předepsanými síty s velikostí ok [3,5].

V tabulce č. 1 a 2 lze vidět přehled komerčních typů pšeničných mouk a členění dle granulace a obsahu minerálních látek (popela) [5,7].

Tabulka 1: Přehled komerčních typů mouk [7]

Typové číslo	Druh mouky
T 400	Pšeničná výběrová polohrubá
T 450	Pšeničná hrubá (krupice)
T 512	Pšeničná pekařská speciál
T 530	Pšeničná mouka hladká světlá (speciál)
T 550	Pšeničná mouka polohrubá světlá
T 650	Pšeničná mouka hladká polosvětlá
T 700	Pšeničná mouka světlá, chlebová
T 1000	Pšeničná mouka hladká tmavá (chlebová)
T 1050	Pšeničná mouka chlebová, hladká, tmavá
T 1150	Chlebová mouka
T 1800	Pšeničná celozrnná

Tabulka 2: Členění pšeničných mouk dle granulace a obsahu minerálních látek [5]

Podskupina	Granulace (velikost ok / propad) (μm / %)	Minerální látky (popel) (% hmot. v sušině) nejvýše
mouka hladká, pšeničná světlá	257 / nejméně 96 – 162 / nejméně 75	0,6
mouka hladká, pšeničná polosvětlá	257 / nejméně 96 – 162 / nejméně 75	0,75
mouka hladká, pšeničná chlebová	257 / nejméně 96 – 162 / nejméně 75	1,15
mouky polohrubé	366 / nejméně 96 – 162 / nejméně 75	0,5
mouky hrubé	485 / nejméně 96 – 162 / nejméně 15	0,5
mouky celozrnné	1129 / nejméně 96	1,9

Na trh se uvádějí mouky hladké, polohrubé, hrubé a celozrnné. Do kategorie hladkých mouk patří mouka pšeničná světlá, polosvětlá a pšeničná chlebová. Jednotlivé mouky se liší nejen granulací, ale také obsahem popelovin, různou barvou a způsobem vymletí. Pro každý typ je označen svým číselným kódem, který značí tisícinásobek obsahu popelovin v sušině mouky. Pro upřesnění, např. pro mouku typu T530 (pšeničná mouka hladká světlá) typové číslo znamená, že 100 g mouky obsahuje 0,53 g nespalitelných látek.

Z tabulky č. 1 lze vidět, že mezi mouky s vyšším typovým číslem (T 1050, T 1800) se řadí hladké mouky chlebové pšeničné, celozrnné. Tyto mouky mají tmavší barvu, vyšší obsah minerálních látek a enzymů a lepek s horší kvalitou. Oproti klasickým pšeničným moukám (hladká, polohrubá, hrubá) je nevýhodou její kratší doba trvanlivosti, z důvodu rychlejší oxidace tuků z rozemletých pšeničných klíčků, které jsou v celozrnné mouce zastoupeny ve větším množství [3,7].

Z pekařského hlediska pro výrobu běžného a jemného pečiva je hladká mouka světlá (T 530) nejpoužívanějším a nejhodnotnějším typem s dobrou kvalitou lepku. Hladká mouka světlá je vyrobena ze střední části obilky. Dalším druhem je pšeničná mouka hladká polosvětlá (T 650). Je vhodná k výrobě běžného pečiva, ale má horší kvalitu lepku. Obsahuje více minerálních látek a z hlediska barvy je tmavší. Mouky s nižším typovým číslem (T 450) jsou mouky hrubé, polohrubé. Mouky jsou světlejší barvy a jejich kvalita lepku je horší. Využívají se pro pečivářskou a také pro cukrářskou výrobu [3].

3 PŠENIČNÉ MOUKY SE ZDRAVOTNÍM BENEFITEM

Muffiny patří k velmi oblíbeným potravinářským výrobkům na trhu a vzhledem k jejich vysoké konzumaci je možné výrobu muffinů přizpůsobit tak, aby alespoň z části nutričně přispěly k výživě člověka. Kombinací různých druhů pšeničných mouk lze vyrobit muffiny daleko zdravější a také v chutné verzi.

3.1 Vliv na zdraví

Tato kapitola se zabývá pšeničnými moukami a jejich zdravotními benefity, které mají pozitivní vliv ve výživě člověka. Zdravě prospěšné mouky mají příznivé nutriční složení, kde velkou část kromě sacharidů, zaujímá také dostatek bílkovin, lipidů, vlákniny, minerálních látek a vitaminů, které jsou důležité pro správnou funkci organismu. Velký význam ve složení pšeničných mouk mají také β -glukany, které podporují imunitní systém a slouží jako ochranné látky proti různým onemocněním, jako jsou kardiovaskulární onemocnění, rakovina nebo diabetes. Význam těchto látek je však účinný pouze při pravidelné konzumaci a vyvážené stravě. Nevýhodou je pak skupina lidí trpící celiakií, kteří musí držet přísnou bezlepkovou dietu, tudíž zdroj cenných látek musí získávat z jiných surovin [9].

Mezi pšeničné mouky, které mají vliv na zdraví člověka, můžeme zařadit mouku bílou, špaldovou, chlebovou nebo semolinu. Obsah jednotlivých látek se liší nejen vybranou odrudou, ale také různým stupněm vymletí. Nejvýživnější část zrna, kterou mouky obsahují, jsou obalové vrstvy a endosperm. V obalových vrstvách a endospermu je obsažena skupina přírodních polysacharidů (β -glukany), klasifikována jako rozpustná vláknina. β -glukany vykazují antioxidační, antibakteriální a antikarcinogenní účinky a pozitivně ovlivňují hladinu cholesterolu v krvi i hladinu cukru v krvi [9].

3.2 Pšeničná bílá a špaldová mouka

Pšeničná mouka je jedna z nejčastěji používaných druhů mouk v potravinářském průmyslu. Hlavní podíl pšeničných mouk zaujímají mouky získané mletím endospermu. Velmi podobné složení jako má pšeničná mouka, má mouka vyráběná ze starověké odrůdy pšenice špaldy (*Triticum spelta*). Mouka ze špaldy se vyznačuje vyšším obsahem bílkovin, lipidů a minerálních látek. Oproti pšenici, která má 14,9 % bílkovin a 2,1 % tuků, špalda obsahuje 15,6 % bílkovin a 2,5 % tuků. Mouky jsou také dobrým zdrojem vitaminů

a vlákniny. Tyto odlišnosti jsou způsobeny danými odrůdami a podmínkami pěstování. Pšeničné a špaldové mouky tak přispívají ke snížení rizika obezity nebo srdečních chorob, hladiny cholesterolu, snižují krevní tlak a zvyšují imunitní funkci. Pšeničnou a špaldovou mouku lze vidět na obrázcích č. 2 a 3 [12,13,14,48].



Obrázek 2: Pšeničná bílá mouka [48]



Obrázek 3: Špaldová mouka [48]

3.3 Celozrnná mouka

Celozrnné mouky (obrázek č. 4) se vyrábějí mletím celého zrna, které obsahuje vnější obal, endosperm a klíček. Tyto tři části jsou dobrým zdrojem minerálních látek, vitaminů rozpustných v tucích i ve vodě, vlákniny, fytonutrientů, antioxidantů a karotenoidů (lutein), které jsou pro člověka prospěšné. Jednotlivé látky se mohou podílet na snížení rizika vzniku řady chronických onemocnění jako je rakovina tlustého střeva, vysoký krevní tlak, cholesterol aj. Také podporují lepší činnost trávicího ústrojí [8,10,11,15,48].



Obrázek 4: Celozrnná mouka [48]

3.4 Chlebová mouka

Chlebová mouka (obrázek č. 5) se vyznačuje dobrým podílem kyseliny listové a vitamínu B₃ (niacin). Vitamin B₉ neboli kyselina listová, podporuje funkci mozku, krevotvorbu a je důležitý pro syntézu DNA a RNA. Vitamin B₃ pak podporuje funkci mozku a zajišťuje hormonální regulaci [16,45].

Obrázek 5: Chlebová mouka [45]



3.5 Semolina

Semolina je vyráběna mletím endospermu z pšenice tvrdé. Semolinovou mouku lze vidět na obrázku č. 6. Konzumace semoliny je vhodná k prevenci různých onemocnění, ale také k výživě kostí, svalů a pleti člověka. Obsahuje vysoké množství bílkovin a minerálních látek (fosfor, zinek, hořčík, selen), díky kterému dochází ke správnému fungování nervového systému, střevní peristaltice, k prevenci kardiovaskulárních onemocnění, hypertenzi, krevotvorbě a dalších chronických onemocnění. Semolina se také vyznačuje nízkým obsahem cholesterolu a sodíku [47].



Obrázek 6: Semolina [47]

4 MUFFINY

Muffin je druh jemného pečiva, který je znázorněn na obrázku č. 7. Podle vyhlášky č. 18/2020 Sb., kterou se stanoví požadavky na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky, cukrářské výrobky a těsta se rozumí jemné pečivo, jako pekařský výrobek vyrobený z pšeničné mouky nebo jiných mlýnských obilných výrobků a dalších složek, který obsahuje nejméně 8 % bezvodého tuku nebo nejméně 5 % cukru, vztaženo na celkovou hmotnost použitých mlýnských obilných výrobků, popřípadě plněný různými náplněmi před pečením nebo plněný po upečení džemem, povidly, ovocnou pomazánkou nebo náplněmi, které jsou mikrobiálně stabilní za běžných podmínek uvádění na trh, nebo povrchově upravený [5,41].



Obrázek 7: Muffin [41]

4.1 Charakteristika

Muffiny jsou pekařské výrobky konzumované po celém světě. Jsou velice populární hlavně u dětí. Muffiny jsou sladké, velmi kalorické pečené výrobky, které se vyznačují porézní strukturou složenou z malých vzduchových pórů, které vznikají v procesu míchání a z kypřidel. Muffin se připravuje z těsta složeného z mouky, cukru, vajec, tuku, sušeného mléka, prášku do pečiva, konzervačních látek a emulgátorů. Nejčastější používanou moukou je pšeničná mouka hladká, díky níž se vytvoří pevnější střída [17,18].

4.2 Historie

První muffiny byly vyrobeny kolem 10. nebo 11. století ve Walesu. Název pochází z francouzského slova *moufflet*, které znamená v překladu jemný chléb [22,23].

Základní recepty pocházejí z 18. Století. Muffiny se vyráběly s různými ingrediencemi jako je kukuřičná mouka, zelenina, ovoce, javorový sirup nebo špek. Díky snadné přípravě se staly moderním trendem po celém světě [21,24].

4.3 Technologie výroby

Celková technologie výroby muffinů je rychlá, nenáročná a velmi jednoduchá. Nutné je dodržovat určité kroky při přípravě těsta a následného pečení. Za základní a tradiční recepturu se považuje ta, která obsahuje pšeničnou mouku, vejce, mléko, cukr a olej. Technologie výroby zahrnuje přípravu těsta a jeho míchání, pečení, chlazení a balení [21,25,57].

4.3.1 Příprava těsta a míchání

Míchání neboli homogenizace je proces, kdy dochází ke smísení suchých a tekutých složek dohromady. V první řadě dochází k navážení všech surovin. Do jedné nádoby se naváží suché přísady, jako je mouka, cukr, sůl, sušené odstředěné mléko a sušené vaječné složky, kypřicí prostředky. Je možné také přidat i ostatní přísady, které ovlivňují sensorické vlastnosti, mezi které patří např. chuť, vůně a barva. Všechny ingredience se promíchají ručně anebo mixérem, nakonec se vmíchají zbylé složky (olej a voda) [27,28].

Vzniklé těsto se nalije do předem připravených forem nebo košíčků, které mohou být vysypané krupicí, moukou nebo vymazané tukem, olejem, a to z důvodu snadného vyklápění. Nakonec jsou formy s těstem vloženy do předehřáté pekařské pece [27,28].

4.3.2 Pečení

Pečení je proces přenosu tepla a hmoty, který se vyznačuje rapidním zvýšením teploty na povrchu a v celém objemu výrobku. Zvýšení teploty je spojeno s několika chemickými a fyzikálními změnami (odpařování vody, změna objemu, denaturace proteinů, želatinace, neenzymatické hnědnutí, atd.), během nichž dochází také ke změně tekutého těsta na finální podobu. Kypřicí činidlo vytváří oxid uhličitý, který zvyšuje objem muffinů. Želatinace škrobu a koagulace bílkovin zajišťují strukturu těsta a vývoj střídy. Karamelizaci cukrů a Maillardovou reakcí dochází k vývoji sensorických vlastností a k vývoji barvy. Teplota a doba pečení cca 170 - 204 °C po dobu 15 - 25 minut, ovšem zase záleží na typu muffinu. Kvalita výrobku je ovlivněná výběrem použitých surovin, technologickými výrobními postupy (míchání, teplota, pec, pečící formy). Obecně platí, že

muffiny by měly mít tvar „zvonku“, symetrický tvar, zaoblený vrchol, zlatohnědou barvu, sladkou a příjemnou vůni. Upečené těsto má být vláčné, pružné a žvýkatelné [27,29].

4.3.3 Chlazení a balení

Upečené výrobky by měly být před zabalením podrobeny chlazení na kovových stojanech/ vozících při pokojové teplotě po dobu 1 hodiny. Chlazení je nutné, aby v baleném výrobku nedocházelo ke kondenzaci vodní páry, která se během chlazení z výrobku uvolňuje. Zvýšená vlhkost pečiva podporuje rozvoj kvasinek, plísní, bakterií a také přispívá ke kažení výrobku. Řádně zchlazené muffiny mohou být baleny buď hromadně nebo jednotlivě. Muffiny s vyšším obsahem cukru mají delší trvanlivost, a to 3 - 7 dní [26,27].

5 SUROVINY PŘI VÝROBĚ MUFFINŮ

Existuje celá řada receptur pro výrobu muffinů, avšak mezi základní můžeme považovat recept, který obsahuje složky: mouka, voda, cukr, sůl, sušené odstředěné mléko, vejce, kypřicí prostředky, ztužený tuk či rostlinný olej. Recept je možné obohatit i o další ingredience, jako jsou např. bramborový škrob, aroma, vanilkový cukr, beta karoten, řepkový olej, tvaroh, potravinářská barviva nebo přísady ke zlepšení chuti (kakao, čokoláda, ořechy, ovoce, zelenina) [4,19].

Každá ingredience plní v pekařském výrobku určitou funkci. Mouka a vejce jsou jedny ze základních složek přispívající k reologickým vlastnostem výrobku. Obsahují totiž složky (bílkoviny, škrob, cukr, tuk), které zvyšují viskozitu těsta, zlepšují objem a texturu výsledného výrobku. Popis jednotlivých používaných surovin je uveden v níže uvedených podkapitolách [17,20].

5.1 Mouka

Mouka je univerzální surovina, která má největší zastoupení ve všech v pekařských výrobcích. Pro výrobu muffinů se nejčastěji používají pšeničné mouky, a to mouka hladká. Při použití hladké mouky, dochází k rychlému bobtnání škrobu a snadněji se uvolňuje lepek. Lze také použít mouku polohrubou či hrubou, ale výsledné těsto se stává lepivé a drobivé. K vlastnostem dobrého těsta zodpovídá množství a kvalita pšeničných bílkovin, které jsou v pšeničné mouce v rozmezí 10 - 16 %. Pšeničná bílkovina spolu s vodou, až během hnětení, tvoří pevný a pružný gel, nazývaný lepek. Obsahuje gluteninovou frakci (gliadin, glutenin), která se podílí na reologických vlastnostech při výrobě těsta. Gliadiny jsou viskózní, roztažitelné (nezadrží plyn), ale postrádají elasticitu. Gluteniny vykazují pevnost, elasticitu a jsou schopny zadržet kypřicí plyn. Kombinace obou proteinů přispívá k dobrým viskoelastickým vlastnostem, které jsou zodpovědné k zadržování kypřicího plynu v těstě. Zlepšují se tak texturní vlastnosti a objem pečiva [42,43].

5.2 Vaječné složky

Vaječné složky jsou hlavní a základní ingrediencí při výrobě pečiva, konkrétně při výrobě muffinů. Používají se vejce pouze slepičí, a to čerstvá nebo sušená, která vykazují známky zdravotní nezávadnosti [39].

Z pohledu nutričních a fyzikálních vlastností hrají vaječné složky velmi důležitou roli. Vejce jsou multifunkční složkou. Mají pěnové, želírovací, zahušťovací, barvicí a aromatické vlastnosti, které přispívají k textuře a k sensorickým vlastnostem potravin. I přesto, že vaječné složky mají vynikající vlastnosti, na druhou stranu mají nevýhody ze zdravotnického hlediska, mají vysoký obsah cholesterolu [17,20,40].

U lidí trpících alergií na vaječné bílkoviny (avidin) se jako náhražka používá syrovátkový proteinový koncentrát nebo sušené odstředěné mléko. Lze je využít také v širokém spektru potravinářství, v průmyslu zpracování masa, mléčných výrobků a v pekárnách. Náhražky přispěly ke snížení kalorií, k úbytku hmotnosti výrobků a ke snížení vodní aktivity muffinu [17,20].

5.3 Mléčné složky

Mléčné složky (mléko, syrovátka, podmáslí) se většinou používají v sušené podobě. Tekuté mléko je používáno převážně v malých provozovnách a to zcela výjimečně. Nejčastěji je používáno sušené odtučněné mléko, které zlepšuje texturní vlastnosti, snižuje hmotnost a také dodává výrobku chuť a aroma [2,3].

5.4 Cukr

Dle vyhlášky č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony je cukr charakterizován jako vyčištěná krystalizovaná sacharosa, která se vyrábí z cukrové řepy nebo z cukrové třtiny a je upravená zejména do formy krystalů, moučky, kostek, homolí, popřípadě doplněná přídatnými látkami určenými k aromatizaci nebo kořením. Sacharosa neboli cukr je ochucující látka rozpustná ve vodě, která má široké využití v lidské výživě tak při výrobě či úpravě potravin. Jeho spotřeba je na vysoké úrovni. Používá se při vaření, pečení a výrobě potravinářských produktů. Cukr se používá ke zlepšování objemu potravin, ovlivňuje barvu kůrky, zjemňuje pórovitost střídy, slouží jako konzervační činidlo nebo jako fermentační substrát. Přídavek cukru má i svou negativní stránku, dochází k poklesu vaznosti mouky a při vysoké dávce dochází ke zpomalení kvašení, tedy ke snížení aktivity kvasinek za důsledku vysokého osmotického tlaku cukerného roztoku. Tlak působí na buněčnou stěnu kvasinek, což se projevuje v jejich dehydrataci. Optimální dávka cukru do jemného pečiva se pohybuje okolo 5 – 15 % cukru [3,32,35,36].

5.5 Sůl

Podle vyhlášky č. 398/2016 Sb., o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici je sůl jedlou kamennou solí, která je získána dobýváním z podzemních přírodních ložisek s malým podílem anorganických solí, které se s ní vyskytují přirozeně v ložisku soli, popřípadě s podílem účelově přidávaných látek. Chlorid sodný, který je nazýván jako kuchyňská sůl, slouží jako chuťová přísada do všech pekařských výrobků, potravin, většinou ve formě jemně mleté a v roztoku vody. Nejen že vykazuje slanou chuť, ale slouží také jako chuťové plnidlo. Z technologického hlediska její použití je velmi důležité a podílí se především na reologických vlastnostech. Jako elektrolyt v roztoku se podílí na zpevnění bílkovin, tedy ztužuje konzistenci lepku. Těsto se po přidavku soli stává tužším. Po upečení výrobku, sůl ovlivňuje aktivitu vody (vlhkost). Dochází ke snížení a zpomalení zrání těsta, enzymatických i kvasných procesů. Během pečení výrobku, přídavek soli napomáhá taktéž ke zbarvení kůrky. Bez soli výrobek ztrácí pružnost a snadno dochází k překynutí a roztečení těsta [3,31,32,33,34].

5.6 Voda

Voda patří mezi velmi důležitou látku, která je považována za jednu ze základních surovin. Jedná se o technickou látku, která se využívá ve všech průmyslech, nejen těch potravinářských. Smícháním vody s moukou a následného vyhnětení se vytvoří těsto. Dále je potřebná pro rozpuštění některých suchých složek, jako jsou např. sušená vejce [3,38].

Z chemického hlediska je voda tvořena polárními molekulami H_2O , tedy vodíky atomu a atomy kyslíku, které přispívají k tvorbě vodíkových vazeb. Díky těmto vazbám je voda v těstě vázána na bílkoviny a polysacharidy [3].

Při výrobě pečiva je nutné dbát na hygienické požadavky a na zdravotní nezávadnost vody. Mezi další ukazatele vhodné vody patří tvrdost a alkalita nebo kyselost. Nejvhodnější vodou je neutrální, která má pH v rozmezí 6 - 8. Při použití měkké vody dochází k urychlení fermentace, těsto má nižší vaznost a je příliš lepkavé. Při použití tvrdé vody, lepek se ztužuje, těsto má malé póry a fermentace se zpomaluje. Za zpomalení nebo urychlení fermentace těsta zodpovídá pH vody. U alkalické vody ($pH > 7$) dochází ke zpomalení fermentace těsta. Finální výrobek bude mít menší objem, ale vhodnou strukturu

střídy a barvu. U vody s vyšší kyselostí ($\text{pH} < 7$) je tomu opakem. Kvasné procesy se zrychlují. Výrobek bude mít větší objem, ale jeho barva a struktura střídy bude nevhodná [3,38].

5.7 Tuk

Dle legislativy je olej směs smíšených triacylglycerolů, které se v závislosti na zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolu vyskytují za normálních podmínek v tekutém stavu. V současné době se při výrobě muffinů používá většinou rostlinný olej, což dle vyhlášky č. 77/2003 Sb., je rostlinný olej definován jako jedlý tuk a olej získaný ze semen, plodů nebo jader plodů olejnatých rostlin [32].

Ztužený tuk a olej jsou velmi důležitými složkami v pekárenských a cukrářských výrobcích. Při výrobě těchto produktů se používají tuhé tuky, ale je nejčastějším typem je rostlinný olej a to z výživového hlediska kvůli nenasyceným mastným kyselinám. V současné technologii je používán rostlinný olej, který se snadněji dávkuje do těsta. Olej se používá ke zlepšení rozptýlení olejové fáze, dále zlepšuje sensorické vlastnosti, zpomaluje stárnutí pečiva a především se podílí na tvorbě vláčné struktury a zamezení tomu, aby těsto nebylo suché [17,20,37].

5.8 Kypřicí prostředky

Muffiny jsou výrobky chemického kypření, které zahrnuje působení kyseliny na hydrogenuhličitan, který uvolňuje oxid uhličitý (CO_2), což přispívá k provzdušnění těsta a ke vzniku vzduchových bublin. Nejčastěji je používán kypřicí prášek do pečiva. Jedná se o pevnou, sypkou směs, která obsahuje kypřidla (hydrogenuhličitan sodný, difosforečnan disodný) a pšeničnou mouku nebo kukuřičný škrob. Kypřicí prášek dodává výrobku jemnou, nadýchanou a porézní texturu konečnému výrobku [17,20,44,46].

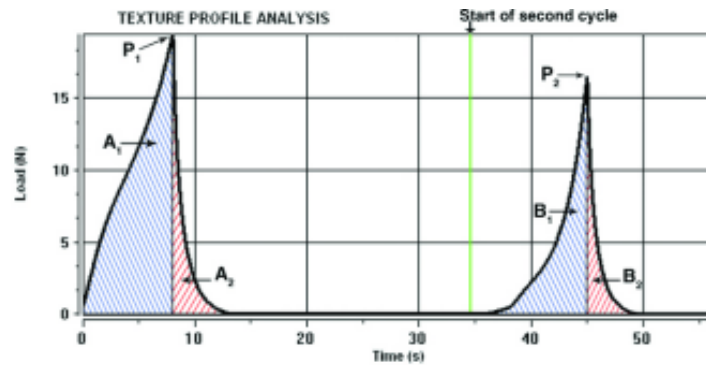
6 TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA

Texturní profilová analýza (TPA) je analytická metoda, která se používá k měření texturních vlastností výrobků v potravinářství, lékařství (výroba léčiv, gelů) aj. Texturní profilová analýza je definována jako test dvojí komprese (stlačení), ale je známá pod pojmem „test dvojího kousnutí“, což napodobuje žvýkání. Texturní vlastnosti lze měřit dvěma způsoby: senzory (organolepticky) a instrumentálně (sondou). Pomocí TPA lze snadno kvantifikovat více texturních parametrů najednou. Texturní parametry zahrnují tvrdost, pružnost, soudržnost, žvýkatelnost, resilience a gumovitost, které jsou rovněž hodnoceny v experimentální části diplomové práce, s výjimkou gumovitosti. Tento parametr je vhodný pro polotuhé potraviny [50,51,52].

Měření probíhá pomocí specializovaného zařízení textuometru (obrázek č. 8) a analyzátoru textury, tzv. sondy, která se dostává do kontaktu se vzorkem. Sonda může být různého charakteru, avšak záleží na typu testovacího vzorku. K nejčastěji používaným typům sond je využíván plochý píst ke stlačení nebo kužel k sestřihu či krájení aj. Měření texturních vlastností probíhá následovně. Na měřicí plochu textuometru je vložen zkoumaný materiál a pomocí sondy je dvakrát komprimován. Rychlost sondy při kompresi a vrácení do původní polohy je stejná. Pomocí softwarového programu jsou výsledná data graficky znázorněna (viz obrázek č. 9) [54,55].



Obrázek 8: Texturometr TA. XT. Plus [53]



Obrázek 9: Grafické znázornění výsledků TPA [54]

6.1 Parametry TPA

Tvrdoost je vyjádřena jako maximální síla, která se vzniká během první komprese. Tvrdoost lze charakterizovat jako mechanickou texturní vlastnost. Z hlediska senzorky se jedná o sílu potřebnou ke stlačení vzorku mezi zuby nebo mezi jazykem a patrem [50,56].

Pružnost je poměr nebo procento původní výšky vzorku. Pružnost je měřena podílem vzdálenosti známé výšky během druhé a původní vzdálenosti komprese. Jedná se tedy o rychlost, za kterou je deformovaný vzorek vrácen zpět do svého nedeformovaného stavu [50,56].

Soudržnost je vyjádřena jako oblast práce během druhé komprese vydělenou oblastí práce během první komprese. Soudržnost je oblast, ve které je vzorek deformován před jeho prasknutím. Tento parametr pojednává o tom, do jaké míry produkt odolává druhé deformaci vzhledem k odporu první deformace [50,56].

Žvýkatelnost je energie, která je potřebná ke žvýkání až do stavu spolknutí. Výsledná hodnota žvýkatelnosti je vyjádřena násobkem tvrdosti, soudržnosti a pružnosti [56].

Resilience (odolnost) pojednává o tom, jak velký má být tlak, aby po stlačení materiálu byl zkoumaný materiál ve své původní velikosti a tvaru. Rychlost odnětí od vzorku musí být stejně velká jako rychlost stlačení. Parametr se počítá vydělením energie horního zdvihu první komprese a energií dolního zdvihu prvního komprese [50].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo zjistit vliv granulace pšeničných mouk a jejich směsí na texturní vlastnosti muffinů. Byly vždy smíchány pouze dva typy mouk. Konkrétně se jednalo o pšeničné mouky typu hladká, polohrubá, hrubá a chlebová. Texturní vlastnosti byly hodnoceny podle texturní profilové analýzy.

8 MATERIÁL A METODY

V této kapitole jsou popsány suroviny a jejich původ, receptury, přístroje a pomůcky, které byly použity v rámci praktické části diplomové práce. Následně jsou zde popsány texturní vlastnosti a příprava vzorků k analýze experimentální části.

8.1 Použité suroviny a receptura

- Pšeničná mouka hladká, polohrubá, hrubá, chlebová- Babiččina volba (GoodMills Česko s. r. o)
- Sušená vejce- pasterovaná sušená směs (Papei, a. s., Česká republika)
- Mléko sušené odstředěné- Skimmed milk powder spray (Moravia Lacto a. s., Česká republika)
- Cukr krupice (Cukrovar Vrbátky a. s., Česká republika)
- Jedlá vakuová sůl s jodem (K + S Czech Republic a. s., závod Solné mlýny)
- Jedlý olej rostlinný jednodruhový, řepkový (Glencore Agriculture Czech s. r. o.)
- Kypřicí prášek do pečiva, škrobový- sypká směs (Vitana, a. s., Česká republika)
- Pitná voda

8.2 Použité přístroje a pomůcky

- Texturometr TA.XT.plus (Stable Micro Systems, UK)
- Konvekční pec Miwe cube: air (Pekass, s. r. o., Česká republika)
- Laboratorní váha Kern EW- 1500 - 2M 1500 g / 0,01 g
- Elektrický ruční mixér Kenwood Triblade Systém HDP408WH 800 W (Velká Británie)
- Elektrický ruční kráječ Bosch MultiCut MAS6151R (Česká republika)
- Kádinky, silikonové formy
- Plastový granulát, odměrný válec

8.3 Výroba muffinů

K výrobě muffinů byly použity čtyři druhy pšeničných mouk (hladká, polohrubá, hrubá, chlebová), cukr, sůl, sušené mléko, vejce, kypřicí prášek, olej a voda. Přehled navážek jednotlivých surovin je rozepsán v níže uvedené tabulce č. 5 [45].

Navážená vejce byla rozmíchána ve vodě a nechala se rehydratovat po dobu 15 ± 1 minut. Sypké složky směsi byly smíchány v plastové míse. Poté byla přidána rehydratovaná vejce spolu s olejem. Směs se hnětla po dobu 3 ± 1 minuty.

Z těsta byla 3 krát vždy odebrána část o hmotnosti $65 \pm 0,1$ g, která byla dávkována do tří stejných silikonových forem. Takto připravené vzorky muffinů byly položeny na pečicí plech a vloženy do konvekční pece. Pečení probíhalo při teplotě 175 ± 5 °C po dobu 20 ± 3 minut. Po upečení byly muffiny vyndány a nechaly se vychladnout při pokojové teplotě po dobu 2 ± 1 hodiny. Vychladlé vzorky byly skladovány také při pokojové teplotě až do druhého dne. Tento postup výroby byl zopakován pro všechny vzorky č. 1 - 8. Jednotlivé vzorky se lišily pouze změnou poměru a druhem pšeničné mouky, což lze vidět v tabulce č. 4.

Následující den byly u vzorků naměřeny specifické, objemy, ztráty pečením a texturní vlastnosti.

Tabulka 3: Přehled navážek pšeničných mouk v různých poměrech

č. vzorků, hmotnost na 100 g mouky								
druh mouky	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
hladká	50	50	20					
polohrubá			80				50	80
hrubá	50			50	90	10	50	
chlebová		50		50	10	90		20

Tabulka 4: Přehled navážek použitých surovin [49]

suroviny	mouka	cukr	sůl	sušené mléko	kypřicí prášek	sušené vejce	voda	olej
navážka [g]	100	45,18	0,38	7,53	3,79	1,32	94,14	40,67

8.4 Ztráty pečením

Ztráty pečením byly měřeny na druhý den. Vzorky byly zváženy na laboratorní váze, kde naměřená hmotnost byla odečtena od původní hmotnosti (před upečením). Ztráty pečením byly vypočteny dle uvedeného vzorce a uváděly se v procentech:

$$Z_m = \frac{m_{\text{před}} - m_{\text{po}}}{m_{\text{před}}} * 100$$

kde:

Z_m - ztráta pečením [%]

$m_{\text{před}}$ - hmotnost vzorku před upečením [g]

m_{po} - hmotnost vzorku po upečení [g]

8.5 Specifický objem

Specifický objem byl měřen také na druhý den. K měření byla použita odměrná kádinka o objemu 2000 ml, která byla po okraj naplněna plastovým granulátem. Následně byl vzorek vložen dovnitř a přebytečný plastový granulát byl nasypán do odměrného válce o objemu 500 ml. Získaná hodnota byla použita k výpočtu specifického objemu dle vzorce:

$$V_{\text{spec.}} = \frac{V}{m_{\text{po}}}$$

kde:

$V_{\text{spec.}}$ - specifický objem [ml/g]

V - objem plastového granulátu v odměrném válci [ml]

m_{po} - hmotnost vzorku po upečení [g]

8.6 Příprava vzorků na texturní profilovou analýzu dat

Příprava muffinů na texturní profilovou analýzu probíhala na druhý den, tedy po upečení a vychladnutí. Pomocí elektrického ručního kráječe byly vzorky nakrájeny na dva stejné plátky o šířce 10 mm. Ze středy plátků byla vykrojena kolečka za pomoci kruhového vykrajovátko s průměrem 30 mm, u kterých byly měřeny texturní parametry. Analýza probíhala na texturometru TA.XT.plus, kde za použití předem zkalibrované kruhové sondy o průměru 50 mm byly jednotlivé kolečka podrobeny dvojité kompresi. Výsledky měření

byly ihned vyhodnoceny pomocí programu Exponent Lite. Ze záznamů měření byla vypočítána tvrdost, soudržnost, pružnost, žvýkatelnost a resilience.

8.7 Statistické vyhodnocení dat

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí analýzy variace ANOVA. Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ prostřednictvím Fisherova LSD testu byla zjištěna průkaznost rozdílů mezi vzorky. Pro statistickou analýzu byl použit software Statistica 13.0 od společnosti TIBCO Česká republika.

9 VÝSLEDKY A DISKUZE

Naměřené hodnoty vzorků byly zpracovány programem pro statistickou analýzu a zaznamenány do tabulek č. 6 - 12, ve kterých najdeme průměrné výsledky se směrodatnými odchylkami pro každý vzorek muffinu zvlášť. Lišily se od sebe pouze poměrem a kombinací dvou druhů mouk. Nejdříve byly v jednotlivých tabulkách uvedeny výsledné hodnoty ztráty pečením, specifického objemu a poté texturních parametrů (tvrdost, soudržnost, pružnost, žvýkatelnost, resilience).

9.1 Ztráta pečením

Největší ztráta pečením byla zpozorována u muffinu č. 1, který obsahoval hladkou a hrubou mouku v poměru 1 : 1. Výsledná ztráta pečením byla až 15,9 % (tabulka č. 6). Tento vzorek č. 1 byl statisticky průkazně odlišný od všech ostatních, kromě vzorku č. 2. Mezi vzorky č. 1 a 2 nebyl statistický průkazný rozdíl. Naopak nejmenší ztráta pečením byla u vzorku č. 6 (hrubá : chlebová mouka v poměru 1 : 9), a to 14,6 %. U vzorku č. 6 nebyl shledán statisticky průkazný rozdíl se vzorky č. 4, 5, 7 a 8. V porovnání mezi těmito vzorky, statisticky odlišný vzorek byl pouze muffin č. 5. Bylo zjištěno, že vzorky č. 7 a 8 nebyly statisticky odlišné i přesto, že byly použity jiné poměry a druhy mouk. Obecně z výsledných hodnot vyplývá, že ztráty pečením se pohybovaly v rozmezí 14 až 16 %.

Použití různých druhů pšeničných mouk a jejich granulace při přípravě muffinů byly příčinou odlišných výsledných hodnot při ztrátě pečením. Také bylo důležité do jaké míry či velikosti byly škrobové granule poškozeny. Velikost škrobových granulí souvisí s absorpcí vody. Menší frakce (částice) mají větší plochu a budou lépe absorbovat vodu. Tudíž ztráty pečením budou vyšší. SAKHARE, Suresh D. et al., 2014 [58] ve své studii popsali, že důvody vyšších ztrát pečením byly dány menší velikostí poškozených škrobových granulí, které jsou náchylnější absorbovat více vody. Tím pádem během pečení docházelo k většímu odpařování vody. Z našich měřených výsledků lze říci, že pokud byla použita hladká mouka (nižší granulace) v různém množství a v kombinaci s hrubou, chlebovou nebo polohrubou moukou, byly ztráty pečením vyšší. Mohli bychom konstatovat, že vzorek č. 2 vykazoval jednu z nejvyšších hodnot ztrát pečením, což by s uvedenou informací studie souhlasilo. Z tohoto vyplývá, jestliže jsme použily pšeničné mouky o nižších granulacích (hladká, chlebová), bylo tak dosaženo vyšších a horších výsledků ztrát pečením. Co se týče vzorků s vyšším množstvím mouky o větší granulaci (hrubá mouka), byly ztráty pečením nižší. Čím nižší byly hodnoty ztráty pečením, tím

lepších výsledků bylo dosaženo. Lze konstatovat, že vzorek č. 5, který ve svém složení obsahoval hrubou a chlebovou mouku v poměru 9 : 1, dosahoval nejlepších výsledků. SKOUPIL, J. a kol., 1981 [59] uvádějí, že ztráty pečením u běžného pečiva s pšeničnou moukou by měly být v rozmezí 11 až 13 %, což naše hodnoty ztrát pečením nespĺňovalo. V našem případě byly tyto hodnoty až nad 14 %.

Tabulka 5: Výsledné hodnoty ztráty pečením všech vzorků

vzorek	mouka 1	mouka 2	poměr na 100 g mouky	ztráta pečením [%]
1.	hladká	hrubá	1 : 1	15,9 ± 0,4e
2.	hladká	chlebová	1 : 1	15,5 ± 0,3de
3.	hladká	polohrubá	1 : 4	15,2 ± 0,3cd
4.	hrubá	chlebová	1 : 1	14,8 ± 0,1bc
5.	hrubá	chlebová	9 : 1	14,10 ± 0,07a
6.	hrubá	chlebová	1 : 9	14,6 ± 0,2ab
7.	polohrubá	hrubá	1 : 1	15,0 ± 0,4bcd
8.	polohrubá	chlebová	4 : 1	15,0 ± 0,8bcd

Pozn.: Výsledné hodnoty s rozdílnými písmeny znamenají statistickou rozdílnost na hladině průkaznosti $\alpha = 0,05$

9.2 Specifický objem

Výsledné hodnoty specifického objemu byly uvedeny v tabulce č. 7. Nejvyšší specifický objem byl zaznamenán u vzorku č. 2 z hladké a chlebové mouky v poměru 1 : 1, a to až 1,85 ml/g. Zatímco nejmenší specifický objem byl naměřen u vzorku č. 5, který obsahoval hrubou a chlebovou mouku v poměru 9 : 1. Specifický objem byl 1,30 ml/g. Vzorky č. 3 (hladká : polohrubá v poměru 1 : 4), č. 4 (hrubá : chlebová v poměru 1 : 1) a č. 8 (polohrubá : chlebová v poměru 4 : 1) se mezi sebou statisticky průkazně vůbec nelišily. Muffiny č. 2 z hladké a chlebové mouky v poměru 1 : 1 a č. 6, který byl z hrubé a chlebové mouky v poměru 1 : 9, se taktéž statisticky průkazně nelišily. Vzorky č. 1 a 5 se statisticky průkazně lišily od sebe navzájem. Statistický průkazný rozdíl nebyl shledán mezi muffiny č. 5 a 7 a také mezi muffiny č. 7 a 1. Obecně, specifické objemy u muffinů měly hodnoty 1 až 2 ml/g.

Na specifický objem měl vliv stupeň vymletí, druh a kombinace pšeničných mouk. Rozdílné výsledky byly dány také různým obsahem škrobu a lepkových bílkovin (gliadin, glutelin) v pšeničné mouce. Během pečení dochází k želatinaci škrobu, což je příčinou

dobré struktury střídy. Nejvyšších a nejlepších výsledků specifických objemů bylo dosaženo u vzorků č. 2 a 6. Tyto vzorky obsahovaly mouky s vyšším stupněm vymletí (hladká, chlebová), a to buď byly mouky obsaženy ve větším množství, anebo si byly rovny (v poměru 1 : 1). Vyšších objemů vykazovala především chlebová mouka obsažena v muffinu nad 50 % ve směsi s různými pšeničnými moukami. SAKHARE, Suresh D. et al., 2014 [58] zmiňují totéž. Jestliže vzorky obsahovaly mouky s vyšším stupněm vymletí, objem se zvyšoval. Naše měřené vzorky, které obsahovaly mouky o větší granulaci, konkrétně hrubá mouka v množství 50 g a výše, specifické objemy se snižovaly. Studie DUR, Sadaf et al., 2019 [60] popsala, že k poklesu specifických objemů bylo právě docíleno nižším stupněm vymletí, nižším poškozením škrobových granul, nízkým obsahem škrobu a bílkovin. Jednalo se konkrétně o mouky s vyšší granulací (hrubá, polohrubá mouka). Jedna z nejnižších hodnot specifického objemu byla naměřena právě u těchto uvedených druhů mouk- hrubá, polohrubá (vzorek č. 7). Avšak nejnižší a nejhorší specifický objem měl poměr 9 : 1 ve směsi hrubé a chlebové mouky (vzorek č. 5), z důvodu že hrubá mouka byla obsažena ve vyšším množství, a to až 90 g.

Tabulka 6: Výsledné hodnoty specifického objemu všech vzorků

vzorek	mouka 1	mouka 2	poměr na 100 g mouky	specifický objem [ml/g]
1.	hladká	hrubá	1 : 1	1,42 ± 0,07b
2.	hladká	chlebová	1 : 1	1,85 ± 0,08d
3.	hladká	polohrubá	1 : 4	1,58 ± 0,04c
4.	hrubá	chlebová	1 : 1	1,55 ± 0,07c
5.	hrubá	chlebová	9 : 1	1,30 ± 0,08a
6.	hrubá	chlebová	1 : 9	1,83 ± 0,04d
7.	polohrubá	hrubá	1 : 1	1,38 ± 0,05ab
8.	polohrubá	chlebová	4 : 1	1,55 ± 0,04c

Pozn.: Výsledné hodnoty s rozdílnými písmeny znamenají statistickou rozdílnost na hladině průkaznosti $\alpha = 0,05$

9.3 Tvrдость

Naměřené výsledky byly zaznamenány do tabulky č. 8. Muffin č. 4, který obsahoval hrubou a chlebovou mouku v poměru 1 : 1, vykazoval nejvyšší hodnotu tvrdosti 44 N. Naopak vzorek č. 6 (hrubá a chlebová mouka v poměru 1 : 9) měl nejnižší hodnotu, a to 24 N. Tudíž můžeme konstatovat, že tyto dva vzorky se mezi sebou lišily a jsou zcela

statisticky průkazně odlišné. Vzorky č. 1 a 2 se statisticky průkazně nelišily, totéž platilo mezi vzorky č. 5 a 8. Statisticky průkazný rozdíl nebyl zaznamenán mezi vzorky č. 5, 7 a 8. Také u vzorku č. 4 se zmíněnými vzorky č. 5 a 8, výjimkou vzorku č. 7, nebyla shledána statistická průkazná odlišnost. Tvrdost muffinů se pohybovala v rozmezí od 20 do 50 N.

Nejvyšší výsledné hodnoty tvrdosti vykazovaly vzorky s hrubou a polohrubou pšeničnou moukou pouze v množství 50 g a výše v různých kombinacích pšeničných mouk. Vyšší hodnoty tvrdosti byly také zpozorovány při přidavku chlebové mouky v 50ti gramovém množství ve směsi s hrubou moukou (vzorek č. 4). Jakmile se navýšila hmotnost chlebové mouky o více než 50 % (vzorek č. 6), tvrdost se snižovala (měkčí střída). Nejnižších výsledků bylo dosaženo přidavkem mouky o nižší granulaci (hladká, chlebová). BRESSIANI, Joseane et al., 2017 [62] konstatovali, že mouky s vyšší absorpcí vody, což jsou mouky s nižší granulací, neměly vliv na tvrdost výrobku. Jejich výsledné hodnoty byly nižší a byly považovány za nejlepší. Tudíž za nejlepší výsledek a nejvhodnější přídavek k přípravě muffinů byla považována chlebová mouka v poměrovém zastoupení nad 50 g.

Z naměřených hodnot také vyplývalo, že tvrdost byla stejná u kombinace hrubé a chlebové mouky (vzorek č. 5) a u kombinace polohrubé a chlebové mouky (vzorek č. 8), i přestože hmotnost těchto tří druhů mouk byla odlišná. Buď docházelo k 10ti gramovému navýšení nebo snížení. Lze říci, že vlastnosti uvedených pšeničných mouk v tomto zastoupení byly totožné.

Tabulka 7: Výsledné hodnoty 1 tvrdosti všech vzorků

vzorek	mouka 1	mouka 2	poměr na 100 g mouky	tvrdost [N]
1.	hladká	hrubá	1 : 1	31 ± 4ab
2.	hladká	chlebová	1 : 1	25 ± 7ab
3.	hladká	polohrubá	1 : 4	34 ± 5b
4.	hrubá	chlebová	1 : 1	44 ± 6d
5.	hrubá	chlebová	9 : 1	38 ± 8cd
6.	hrubá	chlebová	1 : 9	24 ± 3a
7.	polohrubá	hrubá	1 : 1	32 ± 6bc
8.	polohrubá	chlebová	4 : 1	38 ± 6cd

Pozn.: Výsledné hodnoty s rozdílnými písmeny znamenají statistickou rozdílnost na hladině průkaznosti $\alpha = 0,05$

9.4 Soudržnost

Nejmenší soudržnost byla naměřena u vzorku č. 5, neboť jeho hodnota byla 2,30 % (tabulka č. 9). K nejnižším hodnotám soudržnosti je možné zařadit také vzorky č. 1, 3 a 7. Nejvyšší soudržnost byla stanovena u muffinu č. 6, a to 2,6 %. Mezi statisticky průkazně odlišné vzorky patří muffin č. 5 a 6. Rozdíl mezi muffiny byl pouze v poměru nikoli ve směsi mouky. Jedinými vzorky muffinů, které se statisticky shodovaly se všemi, byly muffiny č. 4 a 8. Co se týče mezi vzorky č. 1 a 5 nebo mezi vzorky č. 3 a 7, nebyla u nich sledována statisticky průkazná odlišnost. Vzorek č. 3 se statisticky nelišil se vzorkem č. 2.

KAUR, Rajwinder a Maninder KAUR, 2018 [63] ve své studii uváděly, že nejvyšší hodnoty soudržnosti vykazovaly mouky s nižší granulací. Tedy s lepší absorpcí vody, s vyšším obsahem škrobu a bílkovin. Díky těmto vyšším obsahům docházelo během pečení k želatinizaci a ke koagulaci. Tento proces souvisel se zadržováním oxidu uhličitého (CO_2) v těstě, který napomáhal k lepší soudržnosti a ke zvýšení specifického objemu. Jestliže budeme brát v potaz nejvyšší hodnoty specifického objemu (tabulka č. 7), měly by se shodovat s nejvyššími hodnotami soudržnosti stejných muffinů. Mohli bychom tvrdit, že informace uvedená ve zmíněné studii, se shodovala s našimi naměřenými výsledky. Vzorky č. 2 a 6 obsahovaly chlebovou mouku v množství nad 50 % a vykazovaly nejlepší soudržnost. Díky tomuto přísadku mouky, byla jejich struktura pórovitá a méně drobivá. Z tohoto důvodu, se chlebová mouka jevila jako nejvhodnější a nejlepší přísadka pro výrobu muffinů. Tudíž vyšší hodnoty soudržnosti jsou považovány za ty nejlepší. Aby bylo dosaženo co nejlepších výsledků soudržnosti (vyšší hodnoty), bylo by vhodné kombinovat mouky o nižších granulacích nebo alespoň v převažujícím hmotnostním zastoupení. Nejnižší hodnoty pak vykazovaly vzorky s hrubou moukou nebo polohrubou moukou v množství 50 g a výše v různých kombinacích. Tyto přísadky mouk vedly k nižším hodnotám a tím pádem ke zhoršení soudržnosti muffinů.

Tabulka 8: Výsledné hodnoty soudržnosti všech vzorků

vzorek	mouka 1	mouka 2	poměr na 100 g mouky	soudržnost [%]
1.	hladká	hrubá	1 : 1	2,31 ± 0,11a
2.	hladká	chlebová	1 : 1	2,50 ± 0,11bc
3.	hladká	polohrubá	1 : 4	2,31 ± 0,16ab
4.	hrubá	chlebová	1 : 1	2,40 ± 0,12abc
5.	hrubá	chlebová	9 : 1	2,30 ± 0,06a
6.	hrubá	chlebová	1 : 9	2,6 ± 0,1c
7.	polohrubá	hrubá	1 : 1	2,32 ± 0,07ab
8.	polohrubá	chlebová	4 : 1	2,40 ± 0,13abc

Pozn.: Výsledné hodnoty s rozdílnými písmeny znamenají statistickou rozdílnost na hladině průkaznosti $\alpha = 0,05$

9.5 Pružnost

Výsledné hodnoty pružnosti lze vidět tabulce č. 10. Nejvyšší hodnoty pružnosti vykazovaly vzorky č. 2 a 4, kde jejich hodnota byla až 0,60 %. Vzorky s nejvyšší hodnotou se lišily pouze směsí pšeničných mouk, poměr 1 : 1 zůstal stejný. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena u vzorku č. 3 složeného z hladké a polohrubé mouky v poměru 1 : 4 a také u vzorku č. 8 z polohrubé a chlebové mouky v poměru 4 : 1. Jejich pružnost byla stanovena na hodnotu 0,57 %. U těchto vzorků, záměna mouky jedné za druhou ve stejném poměru (hladká za chlebovou) nehrála žádnou roli. Na hladině významnosti 5 % bylo zjištěno, že mezi jednotlivými vzorky, vyrobených z odlišných druhů a různých poměrů pšeničných mouk, nebyly shledány statisticky průkazné rozdíly. Rozmezí pružnosti u muffinů se pohybovalo od 0,55 do 0,60 %.

Vyšší hodnoty pružnosti byly vztahovány k menší velikosti poškozených škrobových granul a k lepší absorpci vody, což vykazovaly mouky o nižší zrnitosti. Nejvyšší pružnost vykazovaly vzorky, které ve svém složení obsahovaly 50 g chlebové mouky v kombinaci s hladkou nebo hrubou moukou. Jestliže byla do těsta muffinů přidávána pšeničná mouka o vyšší zrnitosti, hodnoty se snižovaly a pružnost výrobků byla horší. Největší vliv ke snížení pružnosti vykazoval přídavek polohrubé mouky v kombinaci s hladkou nebo chlebovou moukou ve stejném poměru 4 : 1 (vzorek č. 3 a 8). Mezi další nevhodnou směs pšeničných mouk byla považována hrubá s polohrubou moukou ve stejném množství (vzorek č. 7). KAUR, Rajwinder a Maninder KAUR, 2018 [63] popsali, že výrobky s vyššími hodnotami pružnosti byly pružnější, vláčnější, kvalitnější, lepší a také vyhovující

spotřebiteli. Dle studie nebylo zmíněno, kterého druhu pšeničné mouky se to týkalo. Avšak v porovnání s našimi výsledky bychom mohli říci, že se jednalo o pšeničné mouky s vyšším stupněm vymletí (nižší granulace). Konkrétně se to týkalo mouky hladké či chlebové. Pokud ve směsi mouk bude obsažena alespoň hladká nebo chlebová mouka v množství nad 50 %, budou hodnoty pružnosti vyšší. Čím vyšší hodnoty pružnosti budou, tím lepších výsledků bude docíleno.

Tabulka 9: Výsledné hodnoty pružnosti všech vzorků

vzorek	mouka 1	mouka 2	poměr na 100 g mouky	pružnost [%]
1.	hladká	hrubá	1 : 1	0,58 ± 0,03a
2.	hladká	chlebová	1 : 1	0,60 ± 0,03a
3.	hladká	polohrubá	1 : 4	0,57 ± 0,03a
4.	hrubá	chlebová	1 : 1	0,60 ± 0,03a
5.	hrubá	chlebová	9 : 1	0,58 ± 0,03a
6.	hrubá	chlebová	1 : 9	0,579 ± 0,012a
7.	polohrubá	hrubá	1 : 1	0,577 ± 0,017a
8.	polohrubá	chlebová	4 : 1	0,57 ± 0,03a

Pozn.: Výsledné hodnoty s rozdílnými písmeny znamenají statistickou rozdílnost na hladině průkaznosti $\alpha = 0,05$

9.6 Žvýkatelnost

Žvýkatelnost byla v rozmezí 35 až 65 N (tabulka č. 11). Nejvyšší hodnota žvýkatelnosti, která se naměřila u vzorku č. 4, byla 65 N. Nejmenší hodnotu žvýkatelnosti vykazoval vzorek č. 6, což bylo jen 36 N. Ze statistického hlediska byly tyto vzorky průkazně odlišné. Bylo zjištěno, že vzorek č. 4 nebyl statisticky průkazně odlišný od vzorků č. 5 a 8. V porovnání prvního a třetího muffinu nebyl taktéž shledán statisticky průkazný rozdíl, i přestože množství a kombinace pšeničných mouk byla jiná. Statisticky významný rozdíl nebyl prokázán ani mezi muffiny č. 2 a 7. V těchto vzorcích byly rozdílné pouze typy pšeničných mouk, poměr zůstal stejný (1 : 1).

S narůstajícím přídatkem chlebové mouky ve vzorcích docházelo k poklesu hodnot žvýkatelnosti, což korelovalo i s výsledky tvrdosti (tabulka č. 8). Lze říci, že čím nižší byly hodnoty žvýkatelnosti, tím docházelo ke snížení hodnot tvrdosti muffinů a také k docílení nejlepších výsledků. Nejlepších hodnot dosahovaly vzorky s přídatkem hladké mouky ve směsi s chlebovou stejného množství (vzorek č. 2) nebo pouze vzorek s přídatkem chlebové mouky, který byl v množství výše jak 50 g (vzorek č. 6). Střída vzorků byla

měkčí a vláčnější. Mohli bychom konstatovat, že chlebová mouka v množství více jak 50 %, hrála významnou roli v dosažení nejlepších výsledků žvýkatelnosti. Jestliže byla použita směs mouk, která obsahovala hrubou nebo polohrubou mouku v množství více jak 50 g, docházelo ke zvýšení hodnot žvýkatelnosti. Vzorky muffinů byly hůře žvýkatelné a tudíž jsou pro spotřebitele nevhodné. Z toho vyplývá, že vyšší hodnoty žvýkatelnosti byly způsobeny přidavkem pšeničné mouky o vyšší granulaci (hrubá, polohrubá). Ve studii DUR, Sadaf et al., 2019 [60] také uvedli, že vyšší hodnoty žvýkatelnosti mohly být způsobeny retrogradací škrobu. Retrogradace škrobu ovlivňuje stárnutí pečiva, což způsobuje horší žvýkatelnost.

Tabulka 10: Výsledné hodnoty žvýkatelnosti všech vzorků

vzorek	mouka 1	mouka 2	poměr na 100 g mouky	žvýkatelnost [N]
1.	hladká	hrubá	1 : 1	41 ± 6ab
2.	hladká	chlebová	1 : 1	37 ± 10abc
3.	hladká	polohrubá	1 : 4	45 ± 6ab
4.	hrubá	chlebová	1 : 1	62 ± 8e
5.	hrubá	chlebová	9 : 1	50 ± 10cde
6.	hrubá	chlebová	1 : 9	36 ± 4a
7.	polohrubá	hrubá	1 : 1	42 ± 7bcd
8.	polohrubá	chlebová	4 : 1	51 ± 8de

Pozn.: Výsledné hodnoty s rozdílnými písmeny znamenají statistickou rozdílnost na hladině průkaznosti $\alpha = 0,05$

9.7 Resilience

Výsledné hodnoty byly znázorněny v tabulce č. 12. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 0,20 do 0,30 Pa. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u muffinu č. 5, který obsahoval hrubou a chlebovou mouku v poměru 9 : 1. Resilience tohoto vzorku byla 0,252 Pa. Nejnižší hodnota byla zaznamenána u vzorku č. 6 se stejnými druhy pšeničných mouk, ale v opačném poměru (hrubá : chlebová v poměru 1 : 9). Zde byla resilience 0,225 Pa. Mezi jednotlivými vzorky nebyla shledána statisticky průkazná odlišnost, tedy mezi vzorky na hladině významnosti 5 % nebyl nalezen žádný rozdíl.

Nejlepší výsledky resilience vykazovaly přídavky hrubé a polohrubé mouky ve vyšším poměrovém zastoupení v různých kombinacích. Čím vyšší byly hodnoty resilience, tím se stával výrobek lepším. Jestliže docházelo k vyššímu přídavku hladké nebo chlebové

mouky, hodnoty resilience klesaly, což vedlo ke zhoršení kvality výrobků. Muffiny se stávaly křehkými a byly náchylnější k rozpadnutí střídy. JUKIĆ, Marko et al., 2019 [61] se zabývali vlivem poškození škrobových granulí na kvalitu pšeničného těsta. Ve své studii zmínili, jestliže obsažené škrobové granule v mouce byly do větší míry poškozeny, hodnoty resilience se snižovaly. Jednalo se o mouky s nižší granulací (hladká, chlebová). V našem případě nejhorší přídavek k poklesu hodnot resilience, vykazovala mouka chlebová v množství více jak 50 g (vzorek č. 6). Nejlepším přídavkem pšeničné mouky, který zlepšoval hodnotu resilience výrobků, byla hrubá mouka (vzorek č. 5).

Tabulka 11: Výsledné hodnoty resilience všech vzorků

vzorek	mouka 1	mouka 2	poměr na 100 g mouky	resilience [Pa]
1.	hladká	hrubá	1 : 1	0,25 ± 0,03a
2.	hladká	chlebová	1 : 1	0,24 ± 0,03a
3.	hladká	polohrubá	1 : 4	0,25 ± 0,03a
4.	hrubá	chlebová	1 : 1	0,25 ± 0,03a
5.	hrubá	chlebová	9 : 1	0,252 ± 0,015a
6.	hrubá	chlebová	1 : 9	0,225 ± 0,012a
7.	polohrubá	hrubá	1 : 1	0,250 ± 0,014a
8.	polohrubá	chlebová	4 : 1	0,24 ± 0,03

Pozn.: Výsledné hodnoty s rozdílnými písmeny znamenají statistickou rozdílnost na hladině průkaznosti $\alpha = 0,05$

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv pšeničných mouk na texturní vlastnosti muffinů. Byly hodnoceny mouky o různé granulaci (hladká, polohrubá, hrubá a chlebová). Muffiny byly upečeny ze základních surovin. Celkem bylo 8 vzorků, které se od sebe lišily druhem, množstvím pšeničné mouky a jejich poměrem, který byl brán vždy na 100 g.

V experimentální části byla hodnocena ztráta pečením a specifický objem. Následně byla provedena texturní profilová analýza, díky které byly získány hodnoty texturních parametrů (tvrdost, soudržnost, pružnost, žvýkatelnost a resilience). Na základě získaných výsledků byly jednotlivé vzorky muffinů statisticky porovnány mezi sebou na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a také s uvedenými studii a literaturou.

Bylo zjištěno, že různé granulace pšeničné mouky měly vliv na texturní vlastnosti muffinů, což souviselo odlišným poměrovým zastoupením, druhem pšeničné mouky, množstvím poškozených škrobových granulí, absorpcí vody, obsahem bílkovin a silou glutenové sítě. Za akceptovatelné a přijatelné výrobky muffinů se považovaly ty, které měly pórovitou, pružnou, vláčnou, měkkou strukturu. Dosahovaly vyšších hodnot specifických objemů, soudržnosti, pružnosti, žvýkatelnosti, resilience a nižších hodnot ztrát pečením a tvrdosti.

Nejlépeších výsledků bylo dosaženo u muffinu č. 2 ze směsi hladké a chlebové mouky v poměru 1 : 1 a u muffinu č. 6, který měl ve svém složení hrubou a chlebovou mouku v poměru 1 : 9. Jelikož chlebová mouka je spíše používána při pečení chleba, z našich naměřených dat vyplývalo, že vyšší přídavky chlebové mouky měly velmi příznivý vliv na kvalitu výrobku.

Kombinace různých druhů pšeničných mouk v odlišném poměru mohou dosahovat lepších výsledků texturních vlastností muffinů než při použití jednoho druhu mouky. Kombinací různých druhů mouk lze docílit i zvýšení nutričních hodnot výrobků. Doporučují se vyzkoušet další výzkumy zabývající se mísením pšeničných mouk o různých poměrech, aby výrobek vyhovoval co nejlépe daným požadavkům pro spotřebitele.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GABROVSKÁ, Dana, 2015. *Obiloviny v lidské výživě: Stručné shrnutí poznatků se zvýšeným zaměřením na problematiku lepku*. Praha: Forsapi. ISBN 978-80-87250-28-0.
- [2] BUREŠOVÁ, Iva a Eva LORENCOVÁ, 2013. *Výroba potravin rostlinného původu: zpracování obilovin*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7454-278-7.
- [3] KUČEROVÁ, Jindřiška, 2016. *Technologie cereálií*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-442-1.
- [4] RANKEN, M. D., KILL, R. C., BAKER, C. G. J., 1997. *FOOD INDUSTRIES MANUAL*. 24th ed. London: Blackie Academic and Professional. ISBN 0071-7177.
- [5] Vyhláška č. 18/2020 Sb., vyhláška o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta.
- [6] HAZELTON, J. L., DESROCHERS, J. L., WALKER, C. E., 2003. BISCUITS, COOKIES, AND CRACKERS: Chemistry of Biscuit Making. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier, 533-539. DOI: 10.1016/B0-12-227055-X/00105-X. ISBN 9780122270550. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B012227055X00105X>
- [7] MOMČILOVÁ, Pavla, 2003. *Pečeme z celozrnného kynutého těsta*. Čestlice: Medica Publishing. ISBN 80-85936-45-3.
- [8] ALBERTSON, Ann M., REICKS, M., JOSHI, N., GUGGER, C. K., 2015. Whole grain consumption trends and associations with body weight measures in the United States: results from the cross sectional National Health and Nutrition Examination Survey 2001–2012. *Nutrition Journal*. 15(1). DOI: 10.1186/s12937-016-0126-4. ISSN 1475-2891. Dostupné také z: <http://www.nutritionj.com/content/15/1/8>

- [9] *Bezpečnost potravin* [online], 2018. Praha: Ministerstvo zemědělství [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/>
- [10] EUFIC: Whole grains. [online]. 2015, [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/whole-grains-updated-2015>
- [11] ARNARSON, Atli, 2005. Wheat 101: Nutrition Facts and Health Effects. *Healthline* [online]. USA [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/nutrition/foods/wheat#nutrition>
- [12] ANDERSON, J. W., BAIRD, P., DAVIS JR., R. H., FERRERI, S., KNUDTSON, M., KORAYM, A., WATERS, V., WILLIAMS, C. L., 2009. Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*. 67(4), 188-205. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x. ISSN 00296643. Dostupné také z: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article-lookup/doi/10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x>
- [13] ESCARNOT, E., JACQUEMIN, J. M., AGNEESSENS, R., PAQUOT, M., 2012. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Belgium*, 16(2), 243-256.
- [14] SLAVIN, Joanne, 2013. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients*. 5(4), 1417-1435. DOI: 10.3390/nu5041417. ISSN 2072-6643. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/5/4/1417>
- [15] QU, H., MADL, R. L., TAKEMOTO, D. J., BAYBUTT, R. C., WANG, W., 2005. Lignans Are Involved in the Antitumor Activity of Wheat Bran in Colon Cancer SW480 Cells: High Dietary Fiber and Wheat Bran Intake Are Associated With Constipation Amelioration. *The Journal of Nutrition*. Elsevier, 135(3), 598-602. DOI: 10.1093/jn/135.3.598. ISBN 9780122270550. ISSN 0022-3166. Dostupné také z: <https://academic.oup.com/jn/article/135/3/598/4663670>
- [16] DANNIE, Marie, 2018. The Health Benefits of High Gluten Flour. *SFGate* [online]. Hearst Newspapers [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://healthyeating.sfgate.com/health-benefits-high-gluten-flour-11987.html>

- [17] Singh, B., Singh, A. K., Raju, P. N., & Rani, R. (2017). Nutritional value and physical properties of eggless muffin. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(2), 1309-1314.
- [18] BERANBAUM, Rose Levy, 2014. *Bible domácího pečení*. Vyd. 2. Praha: Ikar. ISBN 978-80-249-2666-7.
- [19] Wendin, K., Höglund, E., Andersson, M., & Rothenberg, E. (2017). Protein enriched foods and healthy ageing: Effects of protein fortification on muffin characteristics. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 28(5), 16-18.
- [20] D. Doulia, G. Katsinis & F. Rigas (2006) Prediction of the Mould-Free Shelf Life of Muffins, *International Journal of Food Properties*, 9:4, 637-650, DOI: 10.1080/10942910600853824
- [21] NAVRÁTILOVÁ H., 2014: Muffiny. Vyd. 2. Praha: Ikar. ISBN 978-80-249-2390-1
- [22] *Tajemství muffinů* [online], 2020. Praha: GOURMET ACADEMY [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: <https://www.gourmetacademy.cz/blog/98-tajemstvi-muffinu/>
- [23] SHUSTER M., 2015: Muffins, Sweet and Savory. Yankee [online]. 54-59 str. ISSN 00440191. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&an=102342586&scope=site>
- [24] BABOR M., 2013: Košíčky a muffiny. Praha: Svojtka & Co. Malá sladká edice. ISBN 978-80256-1157-9
- [25] ALVAREZ, M. D., HERRANZ, B., FUENTES, R., CUESTA, F. J., CANET, W., 2017. Replacement of Wheat Flour by Chickpea Flour in Muffin Batter: Effect on Rheological Properties. *Journal of Food Process Engineering*. Elsevier, 40(2), 598-602. DOI: 10.1111/jfpe.12372. ISBN 9780122270550. ISSN 01458876. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/jfpe.12372>

- [26] GOSWAMI, D., GUPTA, R. K., MRIDULA, D., SHARMA, M., TYAGI, S. K., 2015. Barnyard millet based muffins: Physical, textural and sensory properties. *LWT - Food Science and Technology*. Elsevier, 64(1), 374-380. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.05.060. ISBN 9780122270550. ISSN 00236438. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643815004235>
- [27] CROSS, Nanna, 2007. Muffins and Bagels: Physical, textural and sensory properties. *Handbook of Food Products Manufacturing*. Hoboken, NJ, USA: Elsevier, 64(1), 279-305. DOI: 10.1002/9780470113554.ch15. ISBN 9780470113554. ISSN 00236438. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/9780470113554.ch15>
- [28] DIZLEK, Halef, 2015. Effects of Amount of Batter in Baking Cup on Muffin Quality: Physical, textural and sensory properties. *International Journal of Food Engineering*. Hoboken, NJ, USA: Elsevier, 11(5), 629-640. DOI: 10.1515/ijfe-2015-0066. ISBN 9780470113554. ISSN 2194-5764. Dostupné také z: <http://www.degruyter.com/view/j/ijfe.2015.11.issue-5/ijfe-2015-0066/ijfe-2015-0066.xml>
- [29] RAHMAN, R., HIREGOUDAR, S., VEERANAGOUDA, M., RAMACHANDRA, C. T., NIDONI, U., ROOPA, R. S., KOWALSKI, R. J., GANJYAL, G. M., 2015. Effects of Wheat Grass Powder Incorporation on Physiochemical Properties of Muffins: Physical, textural and sensory properties. *International Journal of Food Properties*. Hoboken, NJ, USA: Elsevier, 18(4), 785-795. DOI: 10.1080/10942912.2014.908389. ISBN 9780470113554. ISSN 1094-2912. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10942912.2014.908389>
- [30] CHANDAN, Ramesh C. a Arun KILARA, 2011. *Dairy ingredients for food processing*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell. ISBN 978-081-3817-460.
- [31] CAUVAIN, Stanley, 2007. *Technology of Breadmaking*. 3rd ed. London: Springer. ISBN 978-3-319-14686-7.

- [32] DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC, 2014. *Potravinářské zbožížnalství: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- [33] Vyhláška č. 398/2016 Sb., o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici.
- [34] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ, 2009. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-16-9.
- [35] KADLEC, Pavel, 2007. *Technologie potravin I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-509-9.
- [36] Vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony.
- [37] ONACIK-GÜR S., ZBIKOWSKA A., KAPLER E., KOWALSKA H., 2016: Effect of barley β -glucan addition as a fat replacer on muffin quality. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*
- [38] DRDÁK, M., 1996. *Základy potravinářských technologií: spracovanie rastlinných a živočišných surovín cereálne a fermentačné technológie uchovávanie, hygiena a ekológia potravín*. Bratislava: Malé centrum. ISBN 80-967-0641-1.
- [39] BLÁHA L., ŠREK F., 1999: Suroviny pro učební obor Cukrář, Cukrářka. 3. akt. vyd. Praha: Informatorium. ISBN 80-86073-44-0.
- [40] BENNION, E. B., BAMFORD, G. S. T., BENT, A. J., 1997. Eggs and egg products: Physical, textural and sensory properties. *The Technology of Cake Making*. Boston, MA: Springer US, 18(4), 18-24. DOI: 10.1007/978-1-4757-6690-5_3. ISBN 978-1-4419-4742-0. ISSN 1094-2912. Dostupné také z: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4757-6690-5_3
- [41] *American Muffins* [online], 2014. America [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: https://www.matoppskrift.no/sider/recipe_16347.asp

- [42] PŘÍHODA, Josef, 1991. *Cereální chemie a technologie III: technologie trvanlivého pečiva a snack výrobků*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-708-0099-2.
- [43] NWANEKEZI, E. C., 2013. Composite Flours for Baked Products and Possible Challenges – A Review. *Nigerian Food Journal*. Nigeria: Department of Food Science and Technology, 31(2), 8 - 17.
- [44] Volume 6: Baking powder, *How baking products are made* [online]. Advameg [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <http://www.madehow.com/Volume-6/Baking-Powder.html>
- [45] MOUKY. CZ: *Prodej a rozvoz mouky a chlebových směsí* [online], Brno [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://www.mouky.cz/mouky/eshop/85-1-CHLEBOVA-MOUKA/0/5/1769-Psenicna-mouka-chlebova-premium-1-kg>
- [46] *LeFoodist: Discovering Culture Through Food* [online], 2007. Paris: Rocket Theme [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://www.lefoodist.com/>
- [47] *DrHealthBenefits.com* [online], Dr Heben's Team [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://drhealthbenefits.com/food-beverages/grains/health-benefits-of-semolina>
- [48] *The source BULK FOODS* [online], 2020. Austria [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://thesourcebulkfoods.com.au/>
- [49] RUPASINGHE, H., WANG, L., HUBER, G., PITTS, N., 2008. Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chemistry*. ScienceDirect. Canada, 107, 1217 - 1224. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.09.057.
- [50] *Texture profile analysis, Texture technologies. Texture Technologies: Texture Analysis Instrument for Foods, Pharmaceuticals, Adhesives, Cosmetics and more, Texture Technologies* [online] 2018 Texture Technologies Corp. and Stable Micro Systems, Ltd. Dostupné z: <http://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis>

- [51] PELEG, M., 1976. TEXTURE PROFILE ANALYSIS PARAMETERS OBTAINED BY AN INSTRON UNIVERSAL TESTING MACHINE. *Journal of Food Science*. 41(3), 721-722. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1976.tb00710_41_3.x. ISSN 00221147. Dostupné také z: http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1976.tb00710_41_3.x
- [52] Park, Y. W. (2007). *Rheological characteristics of goat and sheep milk*. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 73–87. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.015. Dostupné také z: <http://sci-hub.tw/10.1016/j.smallrumres.2006.09.015>
- [53] MCMULLEN, R. L., GORCEA, M., CHEN, S., 2016. Emulsions and their Characterization by Texture Profile Analysis. *Handbook of Formulating Dermal Applications*. Hoboken, NJ, USA, 129-153. DOI: 10.1002/9781119364221.ch6. ISBN 9781119364221. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781119364221.ch6>
- [54] OTEGBAYO, B., AINA, J., ABBEY, L., SAKYI-DAWSON, E., BOKANGA, M., ASIEDU, R., 2007. TEXTURE PROFILE ANALYSIS APPLIED TO POUNDED YAM. *Journal of Texture Studies*. 38(3), 355-372. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2007.00101.x. ISSN 0022-4901. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.2007.00101.x>
- [55] SZCZESNIAK, ALINA SURMACKA, 1963. Classification of Textural Characteristics. *Journal of Food Science*. 28(4), 385-389. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1963.tb00215.x. ISSN 0022-1147. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00215.x>
- [56] SZCZESNIAK, Alina Surmacka, 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. 13(4), 215-225. DOI: 10.1016/S0950-3293(01)00039-8. ISBN 9781119364221. ISSN 09503293. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329301000398>
- [57] ABDUL MANAF, M., AIN OTHMAN, N., HARITH, S., WAN ISHAK, W. R., 2016. *Thermal Properties of Batter and Crumb Structure of Muffin Incorporated with Persea americana Puree*. 15(3), 259-271. DOI: 10.1080/15428052.2016.1249041. ISSN

1542-8052. Dostupné také z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15428052.2016.1249041>

[58] SAKHARE, S. D., INAMDAR, A. A., SOUMYA, C., INDRANI, D., RAO, G. V., 2014. Effect of flour particle size on microstructural, rheological and physico-sensory characteristics of bread and south Indian parotta. *Journal of Food Science and Technology*. 51(12), 4108-4113. DOI: 10.1007/s13197-013-0939-5. ISSN 0022-1155. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s13197-013-0939-5>

[59] SKOUPIL, J., MÜLLEROV, M., ŠTROBACH, J., Zpracování mouky: Technologie pro 3. ročník střední průmyslové školy potravinářské technologie. Praha: SNTL, 1981, 2. vyd., 285 s.

[60] DUR, S., ALLAI, F. M., GANAI, S., GUL, K., MAJEED, D., JABEEN, A., 2019. EFFECT OF FORTIFICATION ON TEXTURAL, MICROBIOLOGICAL AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF BREAD. *CARPATHIAN JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY*. India: Department of Food Technology Islamic University of Science and Technology, 11(1), 41 - 51.

[61] JUKIĆ, M., KOMLENIĆ, D. K., MASTANJEVIĆ, K., MASTANJEVIĆ, K., LUČAN, M., POPOVICI, C., NAKOV, G., LUKINAC, J., 2019. Influence of damaged starch on the quality parameters of wheat dough and bread. *Ukrainian Food Journal*. 8(3), 512-521. DOI: 10.24263/2304-974X-2019-8-3-8. ISSN 23135891. Dostupné také z: <http://nuft.edu.ua/doi/doc/ufj/2019/3/8.pdf>

[62] BRESSIANI, J., ORO, T., SANTETTI, G. S., ALMEIDA, J. L., BERTOLIN, T. E., GÓMEZ, M., GUTKOSKI, L., 2017. Properties of whole grain wheat flour and performance in bakery products as a function of particle size. *Journal of Cereal Science*. 75, 269-277. DOI: 10.1016/j.jcs.2017.05.001. ISSN 07335210. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733521016305434>

[63] KAUR, Rajwinder, KAUR, Maninder, 2018. Microstructural, physicochemical, antioxidant, textural and quality characteristics of wheat muffins as influenced by partial

replacement with ground flaxseed. *LWT*. 91, 278-285. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.01.059.

ISSN 00236438.

Dostupné

také

z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643818300811>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BK	bílkoviny
atd.	a tak dále
ML	minerální látky
sk.	skupina
aj.	a jiné
tzv.	takzvaně
např.	například
TPA	texturní profilová analýza
pozn.	poznámka
β	beta
Pa	Pascal
N	Newton

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Řez obilkou [2].....	12
Obrázek 2: Pšeničná bílá mouka [48].....	18
Obrázek 3: Špaldová mouka [48].....	18
Obrázek 4: Celozrnná mouka [48].....	19
Obrázek 5: Chlebová mouka [45].....	19
Obrázek 6: Semolina [47].....	20
Obrázek 7: Muffin [41].....	21
Obrázek 8: Texturometr TA. XT. Plus [53].....	28
Obrázek 9: Grafické znázornění výsledků TPA [54].....	29

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled komerčních typů mouk [7]	15
Tabulka 2: Členění pšeničných mouk dle granulace a obsahu minerálních látek [5].....	16
Tabulka 3: Přehled navážek pšeničných mouk v různých poměrech	33
Tabulka 4: Přehled navážek použitých surovin [49]	33
Tabulka 5: Výsledné hodnoty ztráty pečením všech vzorků	37
Tabulka 6: Výsledné hodnoty specifického objemu všech vzorků.....	38
Tabulka 7: Výsledné hodnoty 1tvrdosti všech vzorků.....	39
Tabulka 8: Výsledné hodnoty soudržnosti všech vzorků	41
Tabulka 9: Výsledné hodnoty pružnosti všech vzorků	42
Tabulka 10: Výsledné hodnoty žvýkatelnosti všech vzorků	43
Tabulka 11: Výsledné hodnoty resilience všech vzorků.....	44