

Vliv použitého tuku na kvalitu sušenek vyrobených ze zrna barevné pšenice

Bc. Václav Maňátko

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav Mařátko**
Osobní číslo: **T21487**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Vliv použitého tuku na kvalitu sušenek vyrobených ze zrna barevné pšenice**

Zásady pro vypracování

I Teoretická část

Srovnání složení zrna pekárenské pšenice a pšenice s barevným zrnem.

Technologické vlastnosti mouky používané při výrobě sušenek.

Tuky používané při výrobě sušenek.

Technologie výroby sušenek.

II. Praktická část

Charakteristika mouky z barevných pšenic.

Charakteristika tuku použitého při výrobě sušenek.

Popis metod používaných při výrobě sušenek.

Popis získaných výsledků a jejich diskuse s literaturou.

Formulace závěru plynoucích z práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Blouin, F. A., Zarins, Z. M., & Cherry, J. P. (1981). Role of flavonoids in the production of color in biscuits prepared with wheat and cottonseed flours. *Journal of Food Science*, 46(1), 266-271. Klunklin, W., & Savage, G. (2018). Effect of substituting purple rice flour for wheat flour on physicochemical characteristics, in vitro digestibility, and sensory evaluation of biscuits. *Journal of food quality*, 2018
- [2] Lachman, J., Martinek, P., Kotíková, Z., Orsák, M., & Šulc, M. (2017). Genetics and chemistry of pigments in wheat grain—A review. *Journal of Cereal Science*, 74, 145-154
- [3] Pasqualone, A., Bianco, A. M., Paradiso, V. M., Summo, C., Gambacorta, G., Caponio, F., & Blanco, A. (2015). Production and characterization of functional biscuits obtained from purple wheat. *Food Chemistry*, 180, 64-70

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2023

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 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

Cílem diplomové práce bylo vypracovat literární rešerši na téma vlivu použitého tuku na kvalitu sušenek vyrobených z mouky ze zrna barevné pšenice a zároveň porovnat, zda jsou patrné rozdíly mezi laboratorně vyrobenými vzorky sušenek z mouky z purpurové odrůdy pšenice ve srovnání se sušenkami ze standardní mouky. V rámci literární rešerše jsou představeny barevné odrůdy pšenic, jejich možný zdravotní význam, technologie výroby sušenek a tuky, které se při výrobě používají. Pro praktickou část byly upečeny sušenky ze standardní mouky a z mouky z pšenice AF Jumiko za použití 3 typů tuků – másla, emulgovaného tuku a palmového tuku. Výsledkem práce jsou rozměrové parametry sušenek (výška a šířka) a texturní vlastnosti, které byly změřeny s pomocí přístroje TA.XTplus. Výsledky sušenek z mouky AF Jumiko byly porovnány se sušenkami ze standardní mouky a s publikovanými výsledky z literární rešerše.

Klíčová slova: barevná pšenice, druhy tuků, textura

ABSTRACT

The aim of this thesis was to conduct literature research on the topic of the effect of fat type on the quality of biscuits prepared from colored wheat grain and to find out whether there are differences between cookies from purple wheat flour and standard flour and to compare them. In the first part of the thesis, details of colored wheat grain, their possible health significance, the technology of biscuit production and the fats used for their production are presented. In the second part, the research with cookies baked from standard and AF Jumiko wheat flours using 3 types of fat - butter, emulsified fat and palm fat is presented. Dimension parameters such (height and width) as well as textural properties, measured by TA.XTplus device are presented. The results are compared with those mentioned the literature research.

Keywords: colored wheat, types of fat, texture

Rád bych tímto poděkoval vedoucí mé práce doc. RNDr. Ivě Burešové, Ph.D. za odborné vedení, ochotu, vstřícnost a trpělivost při zpracovávání diplomové práce. Poděkování patří také Ing. Romaně Šebestíkové za rady a pomoc při praktické části.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SROVNÁNÍ ZRNA PEKÁRENSKÉ PŠENICE A PŠENICE S BAREVNÝM ZRNEM	11
1.1 CHARAKTERISTIKA BAREVNÝCH PŠENIC	11
1.2 ANTOKYANY	12
1.2.1 Purpurové odrůdy pšenice	13
1.2.2 Odrůda pšenice s modrým zabarvením	13
1.2.3 Odrůda pšenice s černým zrnem	14
1.3 CHARAKTERISTIKA PEKÁRENSKÉ PŠENICE.....	14
1.3.1 Chemické složení pekárenské pšenice	14
2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MOUKY.....	16
3 TUKY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ SUŠENEK.....	18
3.1 PALMOVÝ TUK	18
3.2 ZTUŽENÉ TUKY.....	18
3.3 EMULGOVANÉ TUKY	19
3.4 MÁSLA	19
3.5 ROSTLINNÝ OLEJ	19
4 TECHNOLOGIE VÝROBY SUŠENEK.....	20
4.1 TYPY SUŠENEK	20
4.2 VÝROBA SUŠENEK	21
4.2.1 Míchání surovin	21
4.2.2 Tvarování	21
4.2.3 Pečení těsta.....	22
4.2.4 Chlazení.....	23
4.2.5 Balení	23
4.3 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI TĚSTA A SUŠENEK.....	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	25
5 CÍL PRÁCE	26
6 SUROVINY A POSTUP VÝROBY.....	27
6.1 CHARAKTERISTIKA SUROVIN	27
6.1.1 Charakteristika použitých tuků	27
6.1.2 Charakteristika použité mouky	28
6.2 RECEPTURA	29
6.3 POSTUP VÝROBY TĚSTA	30
6.4 HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ TĚSTA.....	30

6.5	POSTUP VÝROBY SUŠENEK	31
6.6	HODNOCENÍ SUŠENEK	32
6.7	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ DAT	33
7	VÝSLEDKY A DISKUSE	35
7.1	VYHODNOCENÍ VLHKOSTI MOUKY	35
7.2	VYHODNOCENÍ VLASTNOSTÍ TĚSTA	35
7.3	VYHODNOCENÍ SUŠENEK.....	39
7.3.1	Průměr sušenek	44
7.4	VZHLED, TEXTURA A CHUŤ SUŠENEK.....	45
7.4.2	Hodnocení sušenky vyrobené z mouky AF Jumiko.....	46
7.4.3	Hodnocení chuti a celkového dojmu.....	47
8	ZÁVĚR.....	48
	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
	SEZNAM TABULEK.....	54

ÚVOD

Sušenky jsou velmi oblíbeným produktem vyráběným po celém světě. Jsou trvanlivé, křupavé, lehké a typicky se konzumují jako pochutiny např. ke kávě či čaji. Mezi hlavní suroviny pro jejich výrobu patří mouka, tuk a cukr. Konzumace klasických sušenek ovšem nepatří do zdravého jídelníčku, a to hlavně z důvodu vysokého obsahu cukru a tuků. Obvykle průmyslově vyráběné sušenky obsahují velké množství nasycených MK (mastných kyselin), přídatných látek, barviv a jiných surovin, které nejsou v souladu s obecně přijímanými zásadami zdravého životního stylu.

Odrůdy barevné pšenice jsou šlechtěny a zkoumány v posledních letech, a to především z hlediska potenciálního přínosu do oblasti lidské výživy. Barevné odrůdy jsou odrůdy se zvýšeným obsahem karotenoidů a antokyanů, což jsou látky, které mají pozitivní vliv na lidské zdraví a v prevenci různých onemocnění. Člověk získává tyto látky především ze stravy, běžná skladba jídelníčku ovšem nezajistí jejich dostatečný příjem (5). Proto by mohly být výrobky z mouky s obsahem těchto látek jejich dalším zdrojem. Dalším benefitem může být to, že tato mouka může daným výrobkům dodávat barvu.

Velmi důležitou složkou sušenek je tuk. Je nositelem chuti – sušenky díky tuku získávají typickou texturu a křupavost. Na trhu nalezneme sušenky s různými druhy tuků a často bývají pro výrobu sušenek používány tropické tuky (palmový, kokosový, shea atp.). Tyto tuky mají dobré technologické vlastnosti a jsou levné, proto si u výrobců získali velkou oblibu. Bohužel obsahují velké množství nasycených MK. Otázkou také zůstává vliv produkce těchto tuků na životní prostředí tropických oblastí (23, 41).

Celozrnné sušenky jsou již dnes běžně k dostání. Pokud by se ovšem podařilo zakomponovat do výroby i mouky z barevných odrůd pšenice nebo z dalších odrůd se speciálními vlastnostmi, mohla by se zvýšit nutriční hodnota sušenek, a to z důvodu vyššího obsahu vlákniny a dalších zdravých prospěšných látek.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SROVNÁNÍ ZRNA PEKÁRENSKÉ PŠENICE A PŠENICE S BAREVNÝM ZRNEM

Mouka je jednou z hlavních surovin pro výrobu sušenek. Nejčastěji se používá mouka pšeničná. Pro výrobu sušenek je velmi vhodná mouka s nízkým obsahem bílkovin, ideálně pod 9 %, a nízkou kvalitou lepku (1). Odrůda pšenice, která splňuje uvedené parametry se označuje jako pekárenská pšenice. Mouky s nízkým obsahem bílkovin jsou také typické svou nízkou absorpcí vody, což je výhodné při tvorbě sušenkového těsta. Pro sušenky je typický nízký obsah vody na konci pečení. Čím je obsah vody ve výrobku nižší, tím delší bude jeho trvanlivost. Nízký obsah vody v těstě navíc zkracuje dobu potřebnou pro odpaření vody při pečení. Tím, že mouka obsahuje menší množství lepku, bývá těsto méně odolné vůči deformaci, ztrácí typickou elasticitu a může se více trhat při zpracování, např. při natahování nebo napínání těsta (1; 16).

Pšeničné zrno se skládá ze třech hlavních částí. První jsou obalové vrstvy, ty tvoří přibližně 8–10 % hmotnosti zrna, obsahují vysoké množství vlákniny a minerálních látek. Další částí je endosperm, ten tvoří největší část zrna, přibližně 90 % a obsahuje především sacharidy a bílkoviny. Poslední částí je klíček, který tvoří asi 3 % hmotnosti a obsahuje kromě sacharidů a bílkovin i podstatnou část vitamínů, minerálních látek a obsahuje největší množství lipidů ze všech částí zrna (16; 36).

Pokud používáme pro výrobu těsta mouku celozrnnou, která obsahuje částice otrub a klíčky, mění se tím technologické vlastnosti mouky. V mouce je méně lepku a těsto se stává méně elastickým, ztrácí pružnost. Mění se také barva těsta ze světlé na tmavou barvu typickou pro celozrnné výrobky (36).

1.1 Charakteristika barevných pšenic

Barevné odrůdy pšenice jsou šlechtěny především v posledních několika desetiletích. Zabývají se jimi výzkumy po celém světě (7, 10) i v České republice, kde existuje několik známých a registrovaných odrůd (např. AF Jumiko, AF Zora). Odrůdy barevných pšenic mají oproti běžné pšenci zvýšený obsah zdraví prospěšných látek, převážně antioxidantů. Modré a purpurové odrůdy obsahují větší množství antokyanů (např. kyanidin-3-glukosid, peonidin-3-glukosid). Žluté odrůdy obsahují zvýšené množství karotenoidů (např. lutein,

beta-karoten, zeaxanthin). V některých publikacích se píše o barevných pšenících jako o tzv. funkčních potravinách. Tento pojem ovšem není v legislativě nijak vymezen (2(3, 13).

1.2 Antokyany

Antokyany patří mezi jedny z nejvýznamnějších antioxidantů. Řadí se do skupiny flavonoidů. Vyskytují se v rostlinných buňkách v glykosidické formě, tj. obsahují cukernou a necukernou část. Barva antokyanů je proměnlivá, od modré, fialové až po červenou a závisí na pH. V některých produktech se barevné reakce antokyanů využívá za účelem zlepšení barvy. Navíc se jedná o přírodní a bezpečnou přídatnou látku, což je jedna z důležitých vlastností v marketingu potravin. Počet dvojných vazeb, a tudíž nestabilita molekul antokyanů snižuje jejich potravinářské využití jako barviv. Antokyany jsou nejstálejší při pH v rozmezí 3-4, se snižující se kyselostí roste rychlost jejich rozkladu. Antokyany jsou také velmi citlivé na UV záření a v přirozeném světle tedy rychle ztrácejí svoji barvu (4, 5).

Antokyany jsou známé pro své pozitivní účinky na lidské zdraví. „Mají preventivní účinky proti kardiovaskulárním onemocněním, hyperglykémii, oxidačnímu poškození jater, ateroskleróze, výskytu cévních a mozkových příhod, revmatoidní artritidě, neurodegenerativním onemocněním, diabetu 2. typu, obezitě a některým typům rakoviny (např. tlustého střeva). Mají protizánětlivé účinky, pomáhají při zpevnování cévních vlásečnic“ (6). Z těchto důvodů je konzumace potravin s obsahem antokyanů pro lidské zdraví velmi vhodná.

V Evropě tvoří obiloviny velkou část obvyklého jídelníčku. Odrůdy pšenice s vyšším obsahem antokyanů by mohly snadno zvýšit příjem těchto významných látek v populaci. Obsah antokyanů v hotových a zpracovaných výrobcích se ovšem liší v závislosti na jejich produkční technologii. Antokyany nejsou teplotně příliš stabilní. Vzhledem k tomu, že velké množství mouky se používá právě pro výrobu pečiva a při pečení je dosahováno vysokých teplot, je obsah antokyanů v pečivu předmětem současného výzkumu (2, 4, 7, 8)

Při pečení chleba byl zjištěn úbytek antokyanů i za snížených teplot. Obsah antokyanů klesal s rostoucí dobou pečení. Konkrétně u chleba pečeného z mouky z purpurové pšenice při teplotě 240 °C po dobu 21 minut byl úbytek 61 %. A při snížení teploty na 180 °C po dobu 31 minut byl úbytek 72,8 % (9).

1.2.1 Purpurové odrůdy pšenice

Purpurové odrůdy pšenice mají díky obsahu antokyanů tmavé zbarvení s nádechem do fialova. Z důvodu obsahu prospěšných flavonoidů či fenolových kyselin mají velmi dobrý potenciál pro výrobu nutričně obohacených potravin. Především základních potravin jako chleba, těstovin nebo snídaňových cereálií, které jsou konzumovány ve větších množstvích (9, 10).

Obecné zásady o nakládání a prodeji výrobků z barevných odrůd pšenice v Evropské unii upravuje nařízení č. 178/2002 a 1308/2013. Potravin y z barevných odrůd pšenice jsou dostupné v České republice i zahraničí (26, 27). V roce 2017 byl spoluprací Mendelovy univerzity v Brně, Karlovy pekárny a společností SEMO vyvinut chléb Karkulka (43). Dále např. v Kanadě jsou tyto produkty dostupné pod značkou Anthograin (9).

AF Jumiko

AF Jumiko je pekařská středně raná odrůda ozimé pšenice (*Triticum aestivum*). Registrována byla roku 2018 jako první česká odrůda s purpurovým zbarvením. Jejím u výzkumu stejně jako dalším pšenicím s odlišným zbarvením zrn se věnuje Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž. AF Jumiko obsahuje barevné látky, především antokyan y, a karotenoidy ve svrchní vrstve zrna-perikarpu. Jedná se o odrůdu s malým zrnem, která je méně odolná vůči poléhání, středně odolná proti chorobám (padlí, rez, skvrnitost) s poměrně malým výnosem (11).

Při porovnání mouky AF Jumiko s kontrolními odrůdami Rebell, Bohemia a Annie bylo zjištěna mírně zvýšená antioxidační aktivita (18,72 $\mu\text{g/g}$ ekvivalentu troloxu). Kontrolní odrůdy měly antioxidační aktivitu v průměru 15,81 $\mu\text{g/g}$ ekvivalentu troloxu. Rovněž byl u AF Jumiko zjištěn vyšší obsah celkových polyfenolů (11).

PS Karkulka

Jedná se o odrůdu ozimé pšenice s purpurovým zbarvením zrna, vyšlechtěnou a registrovanou na území Slovenské republiky. Antokyan y se nacházejí v perikarpu stejně, jako je tomu u odrůdy AF Jumiko. U této odrůdy se uvádí až dvacetinásobné množství obsahu antokyanů ve srovnání s běžnou potravinářskou pšenicí (12).

1.2.2 Odrůda pšenice s modrým zbarvením

První modrou odrůdou vyšlechtěnou na našem území byla odrůda Skorpion. Modré zbarvení pšenice je dáno vysokým obsahem antokyanů v aleuronové vrstvě endospermu.

Další odrůdou je AF Oxana, druhá česká odrůda s modrým zabarvením zrna registrovaná v roce 2019. Při porovnání s purpurovou odrůdou AF Jumiko byl zjištěný obsah antokyanů 15 až 20krát vyšší (13).

1.2.3 Odrůda pšenice s černým zrnem

Pšenice s černým zrnem vznikla křížením modré odrůdy s purpurovou odrůdou. Na rozdíl od obou těchto odrůd obsahuje černá pšenice antokyaniny nejen v perikarpu, ale také v aleuronu. Z tohoto důvodu, je obsah antokyanů vyšší než u jednotlivých odrůd (purpurové nebo modré). Odrůdy s černým zrnem začaly být šlechtěny v Asii před několika lety (14). V Evropě byla první odrůda registrována v roce 2021 a to odrůda AF Zora, která byla vyvinuta výzkumným týmem společnosti Agrotest fyto, s.r.o. Pšenice AF Zora má podobné výnosy jako odrůda AF Jumiko, ovšem na rozdíl od ní má přibližně 15–20× vyšší obsah antokyanů (6,14).

1.3 Charakteristika pekárenské pšenice

Jedná se o tradiční plodinu, která se na našem území pěstuje řadu let a ve velkém objemu. Celosvětově se pšenice řadí mezi nejrozšířenější druhy obilovin a zároveň je jednou z důležitých plodin pro výživu obyvatelstva (15).

1.3.1 Chemické složení pekárenské pšenice

Na rozdíl od výše zmíněných odrůd pšenic s barevnými zrny, která jsou specifická vysokým obsahem antokyanů, pekárenská pšenice tyto látky obsahuje v zanedbatelném množství. V obilce pekárenské pšenice jsou nejvíce zastoupeny sacharidy, které tvoří 70-80 % jejího složení. Dále jsou obsaženy dusíkaté látky s přibližně 15 %, lipidy s 2 % a mnoho minerálních látek (popelovin) (8, 15).

Běžná pšeničná mouka se dnes vyrábí převážně z endospermu. Obalové vrstvy a klíček jsou před mletím pšenice odstraněny. Toto se provádí z několika důvodů: zlepšení stability mouky, prodloužení její trvanlivosti a zabránění žluknutí lipidů z klíčků. Dále má tato mouka také lepší vlastnosti pro výrobu kynutých těst. V tom se liší od celozrnné mouky, která má sice vyšší obsah hodnotných látek a je lepším zdrojem živin, ale kynutá těsta z ní nemají potřebné vlastnosti jako nadýchanost nebo vláčnost. Typická celozrnná vůně a chuť také nevyhovuje tak širokému spektru spotřebitelů (16, 17).

Průměrné výživové hodnoty hladké mouky jsou podle údajů na obalu použité mouky: 70 % sacharidy, 12 % bílkovin, 3 % vlákniny a 1,5 % tuku. Pokud porovnáme tyto hodnoty s moukou celozrnnou, liší se hlavně v obsahu vlákniny. Celozrnná mouka obsahuje obvykle 9 % vlákniny, má mírně zvýšený podíl tuku (2 %), obsah bílkovin zůstává stejný (18).

2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MOUKY

Mouky bývají standardně rozdělovány podle druhu zrna a podle stupně vymletí. Dle toho se liší i vlastnosti mouky. Nejčastějším typem zrna pro výrobu mouky je pšenice. Mezi další patří například žito nebo oves, ale na trhu najdeme i řady bezlepkových mouk, které jsou vyráběny z pohanky, rýže, kukuřice a jiných druhů obilovin. Podle stupně vymletí se mouky dělí mouky nízkovymleté nebo vysokovymleté, to je dáno obsahem popelovin, které obsahují. Vysokovymleté mouky jsou tmavší a obsahují více popelovin a zpravidla i více vitamínů a vlákniny než mouky nízkovymleté. Obsah popelovin je jednou z důležitých vlastností, které se u mouky sledují. Jedná se o obsah minerálních látek a uvádějí se v procentech. Liší se i další jejich vlastnosti, např. objem těsta (19).

Mezi další významné vlastnosti mouky můžeme zařadit vlhkost. Vlhkost mouky je dána vyhláškou a dle vyhlášky č. 18/2020 Sb. smí být vlhkost mouk ze všech druhů obilovin, pohanky a rýže nejvýše 15,0 % (20).

Dle granulace můžeme mouku rozdělit na hladkou, polohrubou, hrubou, celozrnnou nebo grahamovou. Každá mouka se liší svými vlastnosti a je vhodná pro výrobu jiných druhů pečárenských výrobků. Hladká mouka obsahuje více škrobu, vyznačuje se vyšším objemem u finálních výrobků na rozdíl od mouky celozrnné, má také větší pórovitost a lepší předpoklady ke kynutí těsta. Naopak celozrnná mouka se více lepí a práce s ní je tedy náročnější, při vyvalování těsta je potřeba častěji prášit mouku pod těsto, aby se nelepilo (16, 19).

Jakost pšenice se dnes posuzuje např. podle obsahu tzv. mokrého lepku. Čím vyšší je obsah mokrého lepku, tím vyšší je jakost pšenice. Podle obsahu lepku můžeme mouku rozdělit na silnou a slabou. Silná mouka se vyznačuje vysokým obsahem lepku a dobrou vazností vody, je velmi vhodným typem mouky na výrobu chleba nebo těstovin, silná mouka se také nazývá jako pečárenská. Slabá mouka má menší množství lepku, váže málo vody, těsto je více lepkavé a hůře se s ním pracuje. Tuto mouku bychom také mohli označit jako pečivářskou (16, 19).

Další důležitou vlastností je také obsah dusíkatých látek, především lepku v mouce. Pokud je mouka nízkovymletá, obsah lepku je vyšší než v mouce vysokovymleté. Lepek má velmi vhodné viskoelastické vlastnosti, hnětením těsta se vytvářejí disulfidické můstky mezi přítomnými frakcemi gluteninem a gliadinem. Vytvoří se tak struktura, která je schopna zadržovat částice plynu, což se využívá při kynutí těsta (16, 40).

Mouku můžeme ještě dále dělit dle typu produktů, který chceme vyrábět na pekárenskou a pečivářenskou. První zmíněná je vhodná pro kynuté výrobky, při kterých se používá droždí a má velmi přísné požadavky na kvalitu suroviny, obsahuje zpravidla vyšší obsah lepku. Pečivářská mouka se používá především pro výrobu trvanlivého pečiva, jako jsou: suchary, kreky či sušenky. Tento typ mouky obsahuje nižší množství lepku a zároveň menší podíl bílkovin. Pro výrobu sušenek je tedy vhodná mouka pečivářská, která obsahuje nižší množství lepku, na rozdíl od mouky pekárenské (19, 21).

3 TUKY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ SUŠENEK

Tuk je jednou ze základních komponent pro výrobu sušenek. Jeho obsah se v různých typech sušenek liší od několika málo procent až po desítky procent dle receptury. Tuk dodává výrobku charakteristické vlastnosti, jako např. křupavost, rozplývavost, některé skupiny tuků mohou výrobku dodávat i charakteristickou vůni a chuť. Při výrobě sušenek jsou upřednostňovány tuhé tuky před kapalnými především kvůli své konzistenci (22).

3.1 Palmový tuk

Palmový tuk je jeden z nejčastěji používaných tuků pro výrobu sušenek. Vyrábí se z palmy olejné (*Elaeis guineensis*), která se pěstuje v tropických oblastech kolem rovníku. Tento tuk má pro výrobu sušenek velmi dobré vlastnosti, neboť je při pokojové teplotě tuhý (výhodné pro tzv. krémování, tj. pro smíchání tuku s cukrem). Jeho bod tání leží v rozmezí 25–45 °C, jedná se o plastický tuk. Další výhodou tohoto tuku je jeho výborná tepelná stálost. Tento tuk má jednu z nejvyšších hodnot kouřového bodu (235 °C) a je tudíž vhodný i pro vysoké tepelné namáhání při pečení. Dále je díky vysokému obsahu nasycených mastných kyselin a antioxidantů velmi dobře odolný proti oxidaci (23).

Palmový tuk obsahuje především kyselinu palmitovou a stearovou. Obě řadíme mezi nasycené MK, jejichž konzumace má nepříznivý vliv na lidský organismus¹. Výhodou je velmi dobrý výnos palmy olejné a také nízká cena palmového oleje, který se řadí mezi ty nejlevnější. Díky svým specifickým krystalickým vlastnostem je také velmi vhodným tukem pro výrobu margarínů (19, 23)

3.2 Ztužené tuky

Ztužené nebo také hydrogenované tuky jsou tuky, u kterých byly změněny jejich přirozené fyzikální vlastnosti. Jedná se o přeměnu nenasyčených MK na nasycené MK za přítomnosti katalyzátorů (NiO) a vodíku. Touto chemickou změnou dojde ke změně konzistence kapalných tuků na pevné. Nasycením MK se zvýší bod tání a při pokojové teplotě budou tyto tuky pevné, zároveň dojde ke zlepšení stability proti oxidaci. Při úplném ztužení daného oleje, tj. nasycením veškerých dvojných vazeb se předejde vzniku problematických trans-nenasycených MK, jejichž vyšší konzumace je zdravotně problematická. Nevýhodou tohoto procesu je, že získáváme nasycené tuky, které rovněž nejsou pro zdraví vhodné. Tento

¹ Poměr mezi nasycenými a nenasyčenými MK v potravě by měl být přibližně 2: 1 ve prospěch nenasyčených.

proces se tedy používá jen pro výrobu specifických potravin a nemá výživové benefity (19, 20, 23).

3.3 Emulgované tuky

Emulgované tuky typu voda v oleji se také označují jako margaríny. Vyrábějí se s proměnlivou hodnotou obsahu tuku obvykle v rozmezí 70–80 %. Jako margaríny mají konzistenci a použitím připomínat tradiční máslo. Emulgované tuky bývají často vyrobeny ze směsí různých druhů rostlinných olejů, nejčastěji palmového a kokosového tuku společně se slunečnicovým a řepkovým olejem. Jedním z výrobních procesů je interesterifikace, což je záměna v přirozeném složení triacylglycerolů, kdy se vymění MK za jinou. To způsobí změnu fyzikálních vlastností a lze díky tomu vyrábět margaríny i bez obsahu ztužených tuků. K průběhu tohoto procesu je potřebný přídavek emulgátorů obvykle přidávaných ve směsi. Častými emulgačními činidly mohou být mono- a di- glyceridy MK, lecitin a v případě méně tučných margarínů se používá polyglycerolpolyricinoleát (E476). Tyto látky způsobí propojení tuku a vody v emulzi (18, 23).

3.4 Máslo

Máslo je jeden z typických živočišných tuků používaných pro potravinářskou výrobu. Standardní máslo obsahuje 82 % mléčného tuku a při pokojové teplotě má ideální konzistenci pro výrobu sušenek. Mléčný tuk obsahuje poměrně velké množství nasycených MK. Problémem másla ovšem může být nevhodnost pro některé spotřebitele např. z důvodu alergie na mléčnou bílkovinu. Dalším nevýhodou másla může být jeho poměrně vysoká cena. Máslo má jeho charakteristickou chuť a vůni, která může být v některých výrobcích požadovaná, typicky v tzv. máslových sušenkách, ale v jiných výrobcích nemusí být příjemná nebo může přebíjet námi požadovanou příchut' sušenek. Obsah másla se v různých typech sušenek obsahem může lišit. V některých případech je značně vysoký, např. v dánských máslových sušenkách jej receptura obsahuje až 25 % (23, 24)

3.5 Rostlinný olej

Rostlinné oleje se využívají především pro výrobu emulgovaných tuků a málokdy se pro výrobu sušenek používají v kapalném stavu. Někdy jsou užívány rostlinné oleje společně s palmovým tukem, a to z důvodu zlepšení jejich výživové hodnoty. Přídavek těchto olejů totiž sníží obsah nasycených MK v produktu (21, 25).

4 TECHNOLOGIE VÝROBY SUŠENEK

4.1 Typy sušenek

Sušenky řadíme dle legislativy do skupiny trvanlivého pečiva (vyhláška Ministerstva zemědělství č. 18/2020 Sb.). V praxi se nejčastěji setkáváme s dvěma typy sušenek: cookies a biscuits (20).

Sušenky typu biscuits se vyznačují větším podílem vody v surovinové skladbě a menším podílem cukru a tuku. Vzniká tak pevné těsto, při kterém dochází k rychlému rozvoji lepku a je vhodné spíše na rozvalování. Takto vyrobené sušenky jsou většinou hranaté a ploché, často mohou být také výchozí surovinou pro výrobu korpusů, např. pro cheesecake. Příkladem takovéto sušenky, jsou např. Bebe Rodinné (viz obrázek 1) (16, 36).



Obrázek 1 Sušenky typu biscuits

Sušenky typu cookies obsahují větší množství tuku a cukru, než je tomu u sušenek typu biscuits, čímž vzniká velmi jemné těsto. Při výrobě tohoto typu sušenek rozlišujeme dvě fáze: V první fázi dochází ke krémování (smíchání tuku s kapalnými přísadami), poté následuje druhá fáze, a to přisypání sypkých surovin a následné intenzivní hnětení. Při tomto procesu nedochází k rozvoji lepku a vzniká tak typický křehký produkt. V tomto případě se využívá pro tvarování vytlačování těsta do různých forem. Typickým příkladem mohou být

Opavia Esíčka, které vznikají vytlačováním těsta nebo tradiční cookies s kousky čokolády, oříšků či jiných surovin (16, 19, 26).

4.2 Výroba sušenek

Výroba sušenek se skládá z několika fází, které jsou detailněji popsány v následujících kapitolách. Těmito fázím předchází v potravinářském průmyslu obvyklé úkony jako příjem, laboratorní kontrola a skladování.

4.2.1 Míchání surovin

Výroba začíná navázkou surovin podle receptury a následným mísením. Tradičně se nejdříve smíchává tuk s cukrem, aby se vytvořila hladká konzistence bez hrudek, a poté se přidávají další suroviny. U některých receptur se nejdříve smíchají sypké komponenty a až do nich se přidají ostatní suroviny. Mícháním se snažíme docílit homogenní směsi, která je vhodná pro následné zpracování. Dle typu sušenek poté dochází k intenzivnímu hnětení po dobu několika minut. Pokud chceme dostat sušenky typu biscuits, musí být hnětení delší, aby došlo ke správnému rozvoji lepku (19, 27).

4.2.2 Tvarování

Čtyři hlavní typy tvarování sušenek jsou: vypichování, lisování, vytlačování a stříkání.

Při vypichování se proti sobě nacházejí válce, které specifickým tlakem vyvalují těsto na požadovanou tloušťku. Získá se tak rovnoměrný plát těsta, který pokračuje dál k razicímu (vypichovacímu) zařízení, které vykrojí požadovaný tvar sušenky a zároveň se vytvoří dírky v hmotě těsta. Tyto dírky mají za úkol rovnoměrně odvádět páru při pečení těsta, aby nevznikaly bublinky. Toho se využívá při pečení např. krekrů. Nevýhodou tohoto typu tvarování je určitý podíl odpadního těsta, které se ovšem může vracet zpět a připravit se z něj další těsto. Touto technologií tvarování vzniká hladký a rovný povrch sušenky, které se dále mohou např. slepovat (28).

Další možností tvarování sušenek je lisování. V tomto případě je konstrukce založena na několika válcích. Do zásobníku se vloží těsto, které je postupně přítlačným válcem tlačeno do tvarovacího válce, ve kterém jsou libovolné vzory těsta. Dojde k zaplnění formy těstem, následnému zarovnání formy a poté k vyklopení na dopravníkový pás. Výhodná je možnost zpracovávat i těsto s vyšším obsahem tuku, a to bez zbytkového těsta. Protože se forma vyplní přesně tak, jak je potřeba, není nutno těsto dále nijak tvarovat (28).

Vytlačování těsta je jedním z nejjednodušších způsobů výroby sušenek. Těsto, které je umístěno v zásobníku se vytlačuje přes matici nebo otvor, který dává sušence specifický tvar a strunou se odřezávají plátky těsta požadované velikosti. Ty padají na dopravníkový pás a pokračují dále. Tento typ tvarování je vhodný pro těsta, která nemají příliš hustou konzistenci nebo těsta, která obsahují pevné kousky (čokoláda, oříšky atd.) (15, 28).

Posledním způsobem je stříkání těsta, které se využívá především u měkkých, tekutých těst. Tento způsob je typický i při cukrářských výrobcích, např. při výrobě různých tvarů z křehkého těsta. Může být používán i ve velkovýrobě, při které jsou ze zásobníku tryskami vystřikovány různé tvary na dopravníkový pás (18).

4.2.3 Pečení těsta

Pečení je klíčovou operací v průběhu výroby sušenek. Na tomto procesu závisí nejen kvalita výrobku, ale také trvanlivost či sensorická jakost. Je třeba zajistit, že sušenky nebudou příliš tvrdé, nebudou cítit po spálenině, ale budou příjemně křupavé. Je obvyklé, že výrobci určitou šarži těsta pečou při různých teplotách po různou dobu a poté tyto výrobky mezi sebou hodnotí. Výše uvedené vlastnosti sušenek rozhodují o oblíbenosti výrobku u spotřebitelů (29).

Pro proces pečení je důležité, jaké těsto a s jakým obsahem tuku se bude péct. Velkovýrobě se tradičně setkáváme s tunelovými pecemi, skrz které projíždějí posuvné pásy se sušenkami požadovaných tvarů. Některé typy sušenek se pečou při teplotách okolo 150 °C, jiné typy sušenek vyžadují v průběhu pečení teplotu až 250°C. Přenos tepla probíhá buď horkým vzduchem (konvekci) nebo z horkých dopravníkových pásů (vedením). Sušenky se pečou do požadovaného stupně propečení a zbarvení několik minut podle druhu těsta, obsahu tuku v těstě a teploty pečení. Při pečení se z těsta odpařuje voda ve formě vodní páry a výsledný obsah vlhkosti u hotového výrobku se typicky pohybuje v rozmezí 1-5 % (27).

4.2.3.1 Změny v průběhu pečení

V průběhu pečení těsta dochází k několika fyzikálně – chemickým změnám. První významnou změnou je změna barvy, která je dána především Maillardovými reakcemi. Jedná se o reakce neenzymového hnědnutí typické u potravin bohatých na škroby a bílkoviny, při kterých dochází mimo změny barvy také k uvolňování aroma. K tomu, aby mohly tyto reakce probíhat je zapotřebí zvýšená teplota. Negativním důsledkem těchto

reakcí však může být vznik nežádoucích látek, které mohou být pro člověka nebezpečné a ve větší míře i toxické, např. akrylamidu (21).

Další změnou v průběhu pečení je postupné snížení hmotnosti těsta. To je dáno především odpařením vody z těsta. Vysušení na požadovanou hodnotu pomáhá zajistit delší trvanlivost výrobku. Čím je sušenka více vysušená, tím bude křupavější a pro spotřebitele lákavější. Z ekonomického hlediska ovšem opařením vody dochází ke snížení hmotnosti hotového výrobku. Existují výrobci, kteří produkují sušenky obdobných vlastností i při vyšším obsahu vlhkosti pro zvýšení gramáže sušenek (30).

Poslední zmíněnou změnou, ke které v průběhu pečení sušenek dochází je změna výšky. Výška sušenky souvisí s jejím nakypřením, které souvisí s recepturou sušenky. Hlavní kypřící složkou v sušenkách bývají běžnější hydrogenuhličitan sodný (jedná soda) nebo hydrogenuhličitan amonný (tzv. amonium), který je charakteristický svým zápachem po amoniaku, ale dobře kypří těsto. Amonium se dnes kvůli uvolňování amoniaku používá méně než v minulosti. Během pečení dochází k aktivaci jedlé sody, která reaguje s vodou a vzniká tak oxid uhličitý, který způsobí rozpínání těsta a zvýšení tloušťky sušenek (19, 30).

4.2.4 Chlazení

Proces chlazení sušenek nastává ihned po vyjetí posuvných pásů z pecí, respektive z prostoru s vysokou teplotou. Sušenky se mohou chladit volně ložené na dopravníkových pásích nebo je možné je chladit proudem studeného vzduchu. Rychlejší ochlazení sušenek pomáhá s udržením textury. Správným chlazením se zajistí pevnost sušenek, které mohou být po vyjetí z teplého prostředí měkké. Dále při tomto procesu dochází k odpaření přebytečné vodní páry a zabraňuje se tak kondenzaci vzdušné vlhkosti na obalech výrobku, které by mohlo být příčinou nevhodné textury – sušenky by nedosahovaly požadované křehkosti. Zároveň by ve vlhkém prostředí mohlo docházet k rozvoji plísní (16, 26).

4.2.5 Balení

Balení je posledním krokem výrobního procesu. Před balením sušenky projíždějí detektorem kovů, aby se zajistilo, že neobsahují např. částice uvolněné z výrobní linky. Poté jsou sušenky strojově uspořádány, zváženy a plněny do různých typů sáčků. Některé sušenky se balí jednotlivě, jiné hromadně. Některé obaly jsou naplněny ochrannou atmosférou, aby nedocházelo k polámání sušenek. Důležitým faktorem pro výběr obalů jsou zdravotní a

hygienická nezávadnost a těsnost vůči vlhkosti. Díky tomu si výrobek zachová svou texturu po celou dobu minimální trvanlivosti (31).

4.2.5.1 Typy obalů

Nejčastějšími používanými obaly pro balení sušenek jsou obaly plastové. Konkrétně se jedná o různé typy fólií, nejčastěji vyrobené z polypropylenu nebo polyethylenu. Tyto obaly jsou lehké, bez zápachu, levné na výrobu a nebylo u nich zjištěno, že by uvolňovaly do výrobku nebezpečné látky. Spotřebitelské obaly bývají ještě podporovány dalšími obaly, tudíž je výrobek zabalen do sáčku, který je ještě umístěn do papírového přebalu nebo krabice. Obal musí obsahovat kromě názvu výrobku především všechny povinně uváděné informace o složení, alergenech, výživové údaje, datum minimální trvanlivosti, hmotnost, jméno a adresu potravinářského podniku, nebo dovozce. Obal dále plní marketingovou funkci, skrze kterou se výrobci snaží zaujmout zákazníky (31, 32, 33).

4.3 Technologické vlastnosti těsta a sušenek

Důležité technologické vlastnosti těsta jsou tuhost, tažnost, přilnavost a lepivost. U sušenek se následně hodnotí jejich tvrdost, křehkost a práce potřebná ke zlomení. Rozdílné mechanické a reologické vlastnosti sušenek souvisí s recepturou těsta, především s obsahem tuku, cukru a vody (34).

Vyšší obsah tuku přispívá ke zvýšení křehkosti sušenek (stávají se drobivějšími), zvětšuje jejich povrch (více se rozplývají na ploše) a jeho obsah také souvisí s výškou sušenek, kdy platí, že čím vyšší obsah tuku tím nižší je výsledný výrobek. Sušenky obsahující vyšší množství cukru se vyznačují dobrou soudržností a cukr také přispívá ke křehké struktuře těsta. Vyšší obsah vody souvisí se snížením viskozity těsta (34).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo porovnání sušenek vyrobených ze zrna barevné pšenice, konkrétně AF Jumiko, se standardem, tj. pšeničnou celozrnnou moukou. Dalším cílem bylo zjistit, zda je podstatný vliv použitého tuku na texturu a sensorickou jakost vyrobených sušenek. Byly použity 3 druhy běžně používaných potravinářských tuků: máslo, plně ztužený tuk (Omega) a nakonec částečně interesterifikovaný emulgovaný roztíratelný rostlinný tuk (Hera).

6 SUROVINY A POSTUP VÝROBY

6.1 Charakteristika surovin

Pro výrobu sušenek byla použita mouka, tuk, cukr, sůl, jedlá soda, roztok dextrózy a destilovaná voda.

6.1.1 Charakteristika použitých tuků

Hera

Výrobce: Upfield ČR spol. s r.o.

Jedná se o rostlinný tuk s obsahem tuku 70 %, složený z palmového tuku a směsi rostlinného oleje slunečnicového a řepkového. Tuk obsahuje emulgátory: slunečnicový lecitin a mono- a di- glyceridy mastných kyselin. Dále je ve složení voda, aroma, kyselina mléčná a vitaminy A, D. Dle výživového hodnocení uvádí 70 g tuku ve 100 g výrobku z toho 33 g nasycených mastných kyselin a také 0,2 % soli. Dle doporučení výrobce je vhodný na pečení nebo při výrobě dortů či krémů.

Máslo

Výrobce: Madeta a.s.

Jedná se o běžné máslo s obsahem tuku 82 %. Z údajů na obalu je obsah tuku ve 100 g výrobku 82 g, z toho 54 g tvoří nasycené mastné kyseliny. Výrobek dále obsahuje 0,02 % přirozeně se vyskytující soli původem z mléka.

Omega

Výrobce není uveden. Distributor: K&K CZ s.r.o., země původu Slovensko.

Dle výrobce je tento plně ztužený tuk je složen pouze z palmového oleje a jedná se o 100% tuk. Dle nutričních údajů na obale výrobku obsahuje 100 g výrobku 100 g tuku a z toho 40 g nasycených mastných kyselin. Výrobek neobsahuje žádnou přidanou sůl.



Obrázek 2 Balení používaných tuků

6.1.2 Charakteristika použité mouky

Pro výrobu vzorků sušenek byla použita mouka připravená ze zrna barevné pšenice odrůdy AF Jumiko s purpurovou barvou zrna, která se v současnosti používá převážně k výzkumným účelům a není komerčně dostupná. Z tohoto důvodu nelze určit obchodní parametry mouky jako datum minimální trvanlivosti nebo číslo šarže. Mouka byla dodána Zemědělským výzkumným ústavem Kroměříž s.r.o.

Srovnávacím standardem byla celozrnná jemně mletá pšeničná mouka značky PROBIO s datem minimální trvanlivosti do 10. dubna 2023, která je běžně dostupná v obchodní síti.

6.1.2.1 Stanovení vlhkosti mouky

Vlhkost mouky byla změřena na analyzátoru vlhkosti značky OHAUS (OHAUS Europe, Švýcarsko, obrázek 3). Zjištění vlhkosti mouky bylo důležité pro následné určení množství destilované vody přidané do těsta tak, aby byl poměr vody a mouky ve všech těstech stejný. Vlhkost mouky AF Jumiko i standardní byla změřena třikrát ze tří vzorků, pro další práci byla použita hodnota aritmetického průměru měření.



Obrázek 3 Měření vlhkosti

6.2 Receptura

Pro výrobu vzorků sušenek byla použita receptura dle metoda AACC 1050D, která se využívá pro zjišťování kvality mouky pro výrobu sušenek typu cookies. Tabulka 1 shrnuje skutečné navážky použitých surovin, jejichž množství bylo vypočítáno podle uvedené metody na základě změřené vlhkosti mouk.

Tabulka 1 Receptura sušenek

Navážka suroviny v gramech		
	standard	AF Jumiko
Mouka	216,0	215,0
Cukr	130,0	130,0
Tuk	64,0	64,0
Sůl	2,1	2,1
Roztok dextrózy	33,0	33,0
Jedlá soda	2,5	2,5
Destilovaná voda	25,0	26,0

Pro výrobu vzorků byly použity tyto nástroje: laboratorní váhy KERN EW 1500-2M (Kern und Sohn, Německo), kuchyňský hnětací robot ETA Gratus (ETA, Česká republika), nerezové kruhové vykrajovátko (průměr 62 mm), kuchyňský váleček, silikonová stěrka, plech na pečení, silikonová podložka na pečení, konvekční pec MIWE cube:air (MIWE Michael Wenz, Německo), posuvné měřidlo s přesností 0,01 mm.

6.3 Postup výroby těsta

Nejdříve byl připraven roztok dextrózy: 8,9 g dextrózy bylo za laboratorní teploty rozpuštěno ve 150 ml destilované vody.

Byly naváženy suroviny (navážky uvedeny v tabulka 1). V nádobě kuchyňského robotu byl smíchán tuk s cukrem, solí a jedlou sodou při otáčkách rychlostního stupně 1. Hnětení probíhalo vždy 1 minutu a poté byly stěrkou otřeny okraje nádoby a hnětací hák. Po 3 minutách hnětení byl přidán roztok dextrózy a destilovaná voda. Následující 1 minutu byla směs hnětena při otáčkách rychlostního stupně 2. Poté byla přidána mouka a směs byla hnětena 2 minuty při otáčkách stupně 1. Během těchto 2 minut byly každých 30 sekund stěrkou otřeny okraje mísy a hnětacího háku.

Připraveny byly následující vzorky těsta:

A – standardní celozrnná mouka + máslo

B – standardní celozrnná mouka + Hera

C – standardní celozrnná mouka + Omega

D – mouka AF Jumiko + máslo

E – mouka AF Jumiko + Hera

F – mouka AF Jumiko + Omega

6.4 Hodnocení vlastností těsta

Při zjišťování texturních vlastností těsta a následně i sušenek bylo využito analyzátoru textury TA.TX plus (Stable Micro Systems, Spojené království). Tento multifunkční přístroj je schopen měřit měří texturu mnoha produktů, mj. také těsta a vyrobených sušenek (35). Princip měření spočívá v opakovaných kontaktech cylindrické sondy (průměr 6 mm) a měření práce (síly) potřebné ke stlačení definované plochy těsta. Rychlost pohybu sondy

před kontaktem s těstem byla 2 mm/s, v průběhu 3 mm/s a po měření 10 mm/s. Těsto bylo stlačováno do hloubky 20 mm.

Pro měření textury byl vzorek těsta (110 g) vložen do měřicí nádoby analyzátoru, která byla poté umístěna do přístroje. Analýza probíhala podle výše popsaného programu.

Byly zjišťovány tyto parametry textury:

- tuhost těsta (závislá na měřené síle potřebné k jeho stlačení),
- lepivost těsta (závislá na měřené síle potřebné k jeho stlačení),
- práce nutná k odtažení měřicí sondy od vzorku (integrací získaných hodnot podle času).

6.5 Postup výroby sušenek

Po vyhnětení bylo těsto na silikonovém vále rozděleno na 12 částí o stejné hmotnosti. Tyto části byly postupně vyváleny do okrouhlé plochy o tloušťce přibližně 5 mm, ze kterých byly následně vykrajovány sušenky o průměru 62 ± 1 mm. K vykrajování sušenek bylo použito vykrajovátko s vnitřním průměrem 6,2 cm.

Po vykrojení byly syrové sušenky zváženy a přeneseny na pečící plech vyložený silikonovou podložkou. Sušenky byly pečeny bez přítomnosti dalšího tuku v předehřáté konvekční troubě při teplotě 170 ± 7 °C po dobu $12 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$.

Optimální teplota a doba pečení byla zjišťována na standardním vzorku. První zkoušená kombinace parametrů pečení byla: výška těsta 6 mm, doba pečení 10 minut, teplota 205 °C tak, jak předepisuje metoda AACC 10-50D. Takto upečené sušenky ovšem nebyly rovnoměrně propečené a některé byly naopak příliš tvrdé. Následně byly parametry upraveny, zejména byla snížena teplota, a to nejprve na 180 °C s dobou pečení 10 minut a poté na 170 °C s prodlouženou dobou pečení 12 minut.

Jako optimální pro sušenky o tloušťce 5-6 mm byla nakonec zvolena kombinace 170 °C, doba pečení 12 minut. Takto upečené sušenky byly hodnoceny jako nejlépe propečené a nejlépe odpovídaly očekávanému vzhledu.

Po vytažení z trouby byly sušenky ponechány na plechu po dobu 5 minut a následně přendány na rošt, na kterém byly ponechány do vychlazení na laboratorní teplotu. Následně byly sušenky zváženy a analyzovány. Během pracovních přestávek byly uchovávány ve vakuových sáčcích bez přístupu vzduchu.

6.6 Hodnocení sušenek

Úbytek hmotnosti byl vypočten na základě vážení sušenek před a po upečení.

Výška sušenek byla zjišťována posuvným měřidlem. Před pečením byly sušenky ručně vyváleny na výšku 5 mm. Po upečení a zchlazení byla změřena výška sušenek posuvným měřidlem. Měření bylo provedeno tak, že mezi čelisti měřidla bylo vloženo 5 sušenek a byla odečtena jejich souhrnná výška. Tato hodnota byla vydělena počtem sušenek a byla zaznamenána jako průměrná hodnota výšky jedné sušenky.

Průměr sušenky byl zjišťován tak, že byla sušenka vložena na plochu mezi čelisti měřidla pro první měření a následně byla pro druhé měření pootočena o 90°. Tyto hodnoty byly aritmeticky zprůměrovány počtem měření a takto získaný výsledek byl zaznamenán jako průměr daného vzorku sušenek.

Měření texturních vlastností upečených sušenek probíhalo rovněž v přístroji TA.TXplus. Vzhledem ke změně charakteru vzorku v při pečení bylo nutno vyměnit měřicí sondu za nůž typu Warner-Bratzler. Čepel nože během analýzy opět zajížděla do hmoty sušenky, přičemž se zaznamenávala síla, kterou musel stroj vyvinout. Rychlost pohybu nože před kontaktem se sušenkou byla 1,5 mm/s, v průběhu 2 mm/s a při zpětném pohybu pak 10 mm/s. Spouštěcí síla odpovídala tíze závaží o hmotnosti 25 g (35).

Během analýzy docházelo k namáhání sušenek, které pod tlakem nože praskaly. Někdy došlo pouze k nalomení, jindy byla sušenka zcela rozlomena na několik částí. Některé části sušenek byly vymrštěny z přístroje, což mohlo získaná data zkreslit.

Výsledky získané pomocí přístroje TA.TXplus jsou uvedeny v kapitole 7.4. Čím vyšší byla síla potřebná k rozlomení sušenky, tím vyšší byla vykonaná práce, a tím byla sušenka tvrdší.

Během sensorického posouzení bylo posuzováno několik parametrů. Všechny parametry byly hodnoceny pomocí nedělené úsečky se škálou od 0 do 10 bodů. Hodnocení bylo provedeno třemi hodnotiteli.

Povrch

Barva – 0 velmi světlá barva;10 velmi tmavá intenzita barvy.

Rovnoměrnost – 0 rovnoměrný, hladký povrch;10 hrubý, zvrásněný, popraskaný povrch s trhlinami.

Vzhled výrobku na lomu

Velikost pórů a nakypřenost – 0 malé póry; 10 velká velikost pórů.

Textura

Tvrдость – 0 příliš měkké; 5 optimální; 10 příliš tvrdá

Rozplývavost – 0 nerozplývající, lepivá, mazlavá; 10 ideální rozplývavost, příjemný pocit v ústech.

Křehkost – 0 nelomivá; 10 lomivá, drobivá textura.

Chuť a pachut'

Intenzita celozrnné chuti – 0 prázdná; 10 typická, příjemná, po celozrnném pečivu.

Intenzita chuti po použitém tuku – 0 žádná, nevýrazná; 10 optimální, typická pro daný druh tuku, příjemná.

Přítomnost pachutí – 0 bez cizích pachutí; 10 přítomnost pachutí, nahořklá, trpká, spálená.

Vůně a přípachy

Intenzita celozrnné vůně – 0 prázdná; 10 typická, příjemná, po celozrnném pečivu.

Intenzita vůně po použitém tuku - 0 žádná, nevýrazná; 10 optimální, typická pro daný druh tuku, příjemná.

Přítomnost přípachů - 0 bez cizích přípachů; 10 přítomnost přípachů, zatuchlá, spálená, nepříjemná.

Celkový dojem

0 – neuspokojivý výrobek; 10 výrobek s vynikajícími vlastnostmi.

6.7 Statistické vyhodnocení dat

Pro statistické vyhodnocení dat byla použita analýza rozptylu (ANOVA test), který srovnává rozptyl dvou souborů dat. Pomocí tohoto modelu lze prokázat, nebo vyvrátit vliv konkrétní suroviny (použitá mouka nebo tuku) na průměrné vlastnosti výsledných sušenek. Porovnání bylo provedeno na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, tj. s 95 % pravděpodobností.

Porovnání bylo provedeno jako test dvou hypotéz (hypotézy a alternativní hypotézy). Pro všechna porovnání platila stejná výchozí hypotéza a sice, že jsou vzorky podobné.

Hypotéza, že vzorky jsou podobné, byla přijata, pokud výsledkem testu byla hodnota $p > 0,05$. Naopak, pokud byla p hodnota $\leq 0,05$, bylo prokázáno, že vzorky jsou odlišné, platí alternativní hypotéza, a tedy že existuje výrazný vliv některé suroviny. U odlišných vzorků bylo pokračováno v analýze aplikací analýzy rozptylu na jednotlivé dvojice mouka-tuk. Testovány byly hypotézy, že jsou všechny dvojice stejné, nebo alternativně je jedna odlišná.

7 VÝSLEDKY A DISKUSE

7.1 Vyhodnocení vlhkosti mouky

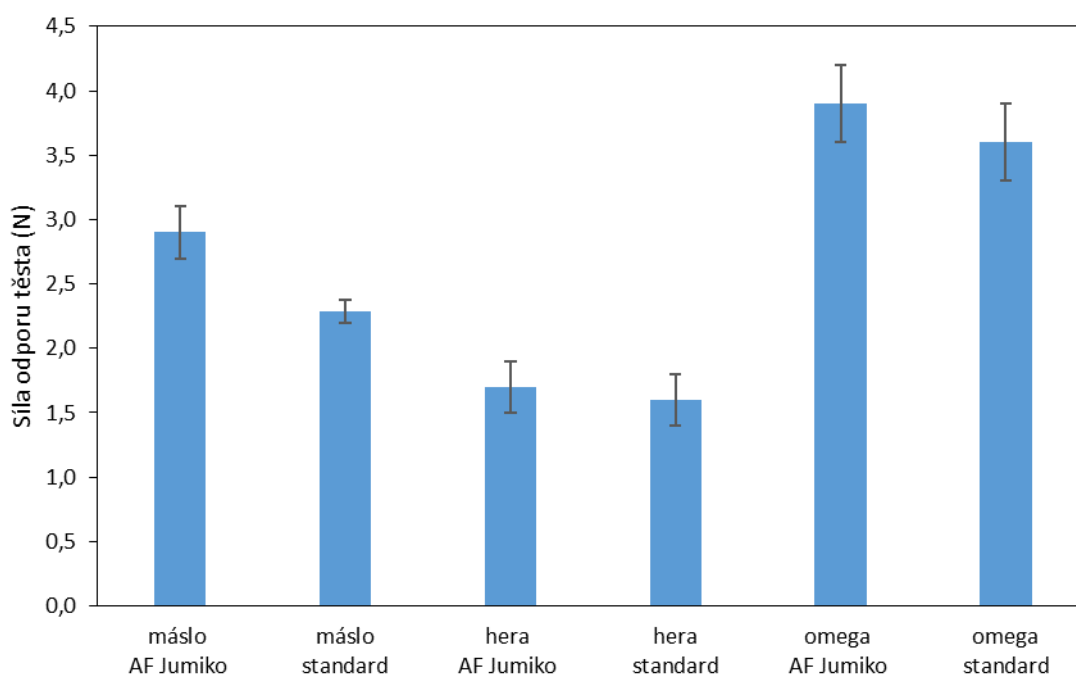
Průměrná vlhkost standardní mouky byla 10,4 %. Vlhkost mouky z purpurové odrůdy AF Jumiko byla průměrně 10,01 %. Dle statistického hodnocení zde existuje rozdíl ve vlhkosti mezi používanými druhy mouky. Tento údaj je důležitý pro správné sestavení receptury, ve které je obsah vody upravován v závislosti na vlhkosti mouky. Výsledné hodnoty vlhkosti shrnuje tabulka 2. Tyto hodnoty jsou v souladu s vyhláškou č. 18/2020 Sb., která stanovuje maximální povolenou vlhkost mouky na 15 % (20).

Tabulka 2 Vlhkost mouky včetně směrodatné odchylky

typ mouky	vlhkost
Jumiko	10,01 ± 0,05a
standard	10,4 ± 0,1b

7.2 Vyhodnocení vlastností těsta

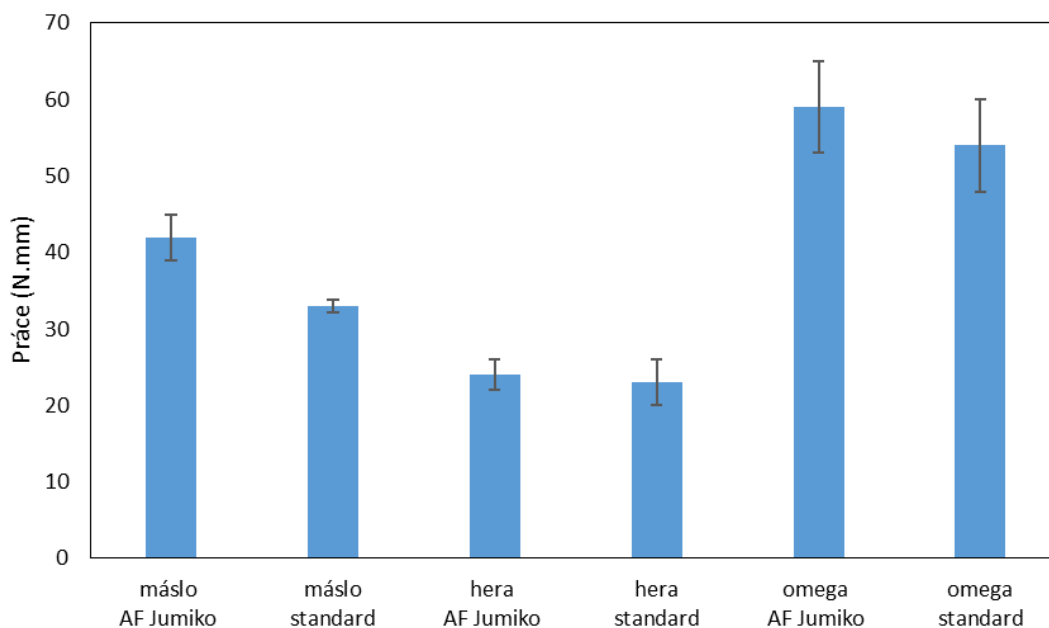
Obrázek 4 ukazuje tuhost těsta, která při vyhodnocení odpovídala výšce píku.



Obrázek 4 Síla odporu těsta

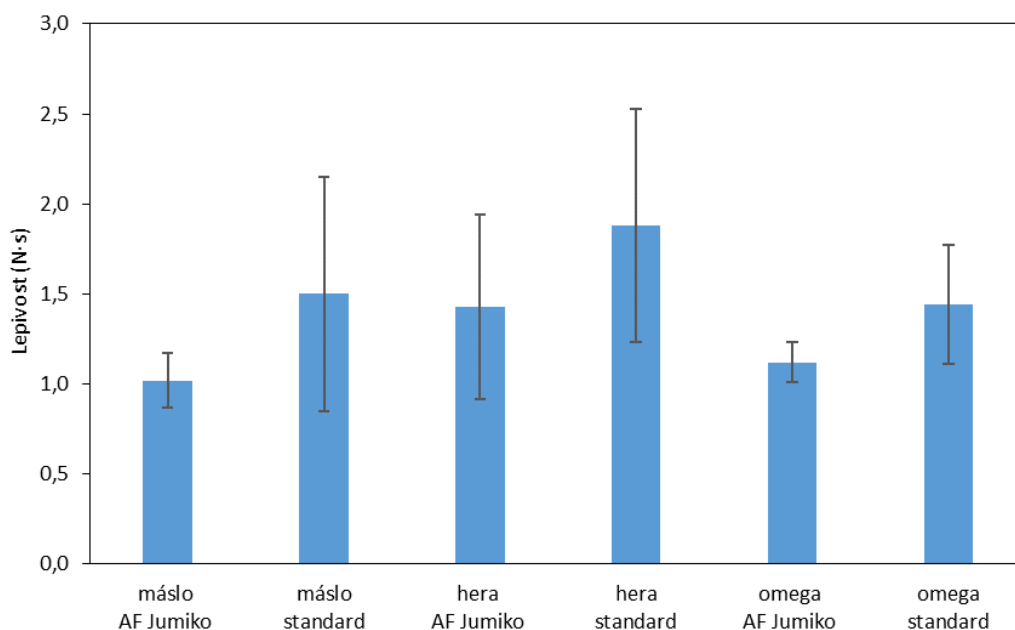
Z grafu (obrázek 4) lze určit, že odpor těsta mouky AF Jumiko byl v porovnání se standardní pšenicí vždy vyšší. Největších hodnoty dosahovaly vzorky v jejichž receptuře byl obsažen tuk Omega (100% palmový tuk). Nejnižší hodnoty odporu vykazovaly vzorky, ve kterých byla použita Hera (emulgovaný tuk). To bylo znát i při práci s těstem, kdy těsto s obsahem Hery bylo více lepkavé a mazlavé. Fakt, že se s těstem hůře pracovalo může souviset s tím, že bylo nejměkčí, což dokazují i výsledky z měření síly, kdy bylo dokázáno, že síla odporu těsta byla při použití Hery nejmenší. To potvrzuje i zjištění Jissy Jacob a K. Leelavathi, kteří srovnávali vliv čtyř různých tuků na texturu sušenek a zjistili, že těsto obsahující margarín bylo nejměkčí z testovaných tuků a síla potřebná k jeho stlačení byla nejmenší (37). Vliv tuku na tuhost těsta je pravděpodobně dán také použitou recepturou a postupem přípravy. Zatímco ve zde uváděném případě byla tuhost těsta obsahující tuk Omega vyšší než u těsta s máslem, Mamat H a Hill S. E. (38) nezjistili žádné rozdíly v tuhosti těsta obsahujícího máslo a palmový tuk.

Vliv dalších surovin podporují také výsledky, které získal Culetu *et al.* (39) při porovnávání vlivu tuku na tuhost těsta připraveného z ovesné mouky. Uvádějí, že vzorky obsahující máslo byly nejméně tuhé, střední tuhosti dosahovaly vzorky obsahující margarín a nejvyšších hodnot tuhosti těsta bylo dosaženo při použití hydrogenovaného palmového oleje (39). V porovnání se zde uvedenými výsledky se ukazuje, že v případě použití palmového tuku, zde tuku Omega, dosahuje těsto největší tuhosti. U vzorků obsahujících Heru a máslo byly ovšem zjištěny opačné trendy. Nejnižší hodnotu tuhosti vykazovaly vzorky s Herou, což může být dáno mimo jiné tím, že použitá Hera obsahuje jiné množství tuku nebo se její složení liší od margarínu použitého Culetu *et al.* Je nutné také uvažovat vliv receptury a že ovesná mouka může vykazovat jiné texturní vlastnosti než námi používané druhy mouky (39). Vyšší tuhost těsta purpurové odrůdy pšenice oproti celozrnné mouce uvádí také Hamáček, v jehož práci byly použity různé metody výroby – receptury (40).



Obrázek 5 Práce během penetrace těsta

Obrázek č. 5 znázorňuje obsah plochy pod křivkou, tedy časovou integraci záznamu průběhu síly stroje, která odpovídá práci, kterou bylo nutno vykonat k deformaci těsta. Tento parametr vykázal stejný trend, jaký byl zaznamenán u tuhosti těsta. Největší obsah plochy byl zaznamenán u vzorků, které obsahovaly Omega a nejnižší u vzorků obsahujících Heru. U vzorků s obsahem Hery nebyly rozdíly statisticky významné. Při stlačování těsta, obsahujícího Omega je zapotřebí více síly, tudíž je zapotřebí poměrně větší práce pro zpracování těsta. To může zapříčinit, že těsto se hůře vyvaluje a je obtížnější s ním pracovat. Obdobné trendy v tuhosti těsta a vyšší hodnoty práce stlačování těsta z purpurové mouky byly zaznamenány Hamáčkem (40).

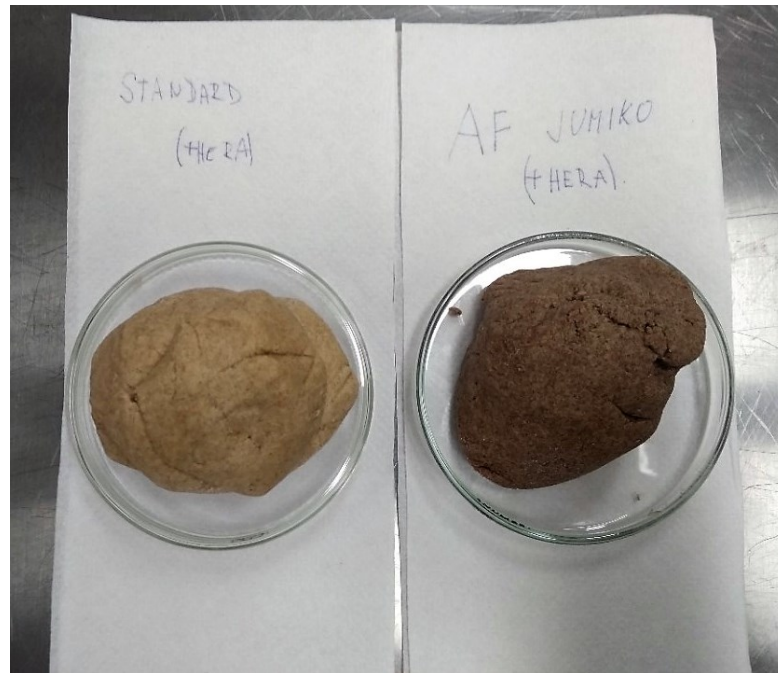


Obrázek 6 Lepivost těsta

Zjištěné hodnoty lepivosti těsta byly mezi vzorky značně odlišné (viz velikost chybových úseček) a jsou uvedeny na obrázek 6. Bylo zjištěno, že lepivost vzorků obsahujících purpurovou odrůdu pšenice byla u všech použitých tuků ve srovnání se standardem menší. Nejvyšší hodnoty lepivosti dosahoval vzorek obsahující standardní celozrnnou pšeničnou mouku s Herou. Nejnižší lepivost byla naopak zjištěna u vzorku z mouky z odrůdy AF Jumiko s máslem.

Z dalších výzkumů v rešerši plyne, že u sušenek, které obsahovaly máslo byla zde zjištěná lepivost velmi nízká. O něco vyšší lepivost byla u palmového tuku a s odstupem nejvyšších hodnot lepivosti dosahovalo těsto ze střední frakce palmového oleje (tzv. palm middle fraction, PMF), jedné z frakcí palmového tuku. Lze říci, že hodnoty lepivosti pro máslo a palmový tuk jsou ve stejném trendu s námi naměřenými hodnotami a tyto hodnoty jsou podobné (38).

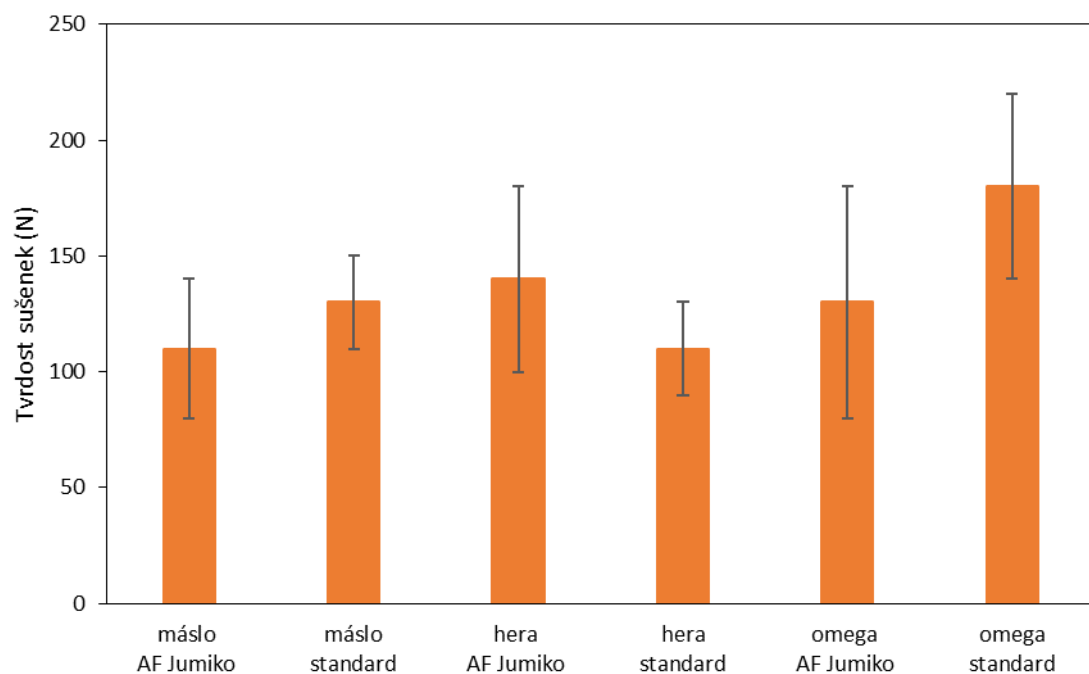
Vzorky těsta, obrázek 7, se liší barvou. Vzorek vyrobený z mouky AF Jumiko, na obrázku vpravo, je znatelně tmavší, což je dáno obsahem antokyanových barviv (11). Vzorek ze standardní mouky je vlevo.



Obrázek 7 Vzorky vyrobeného těsta

7.3 Vyhodnocení sušenek

Graf maximální síly potřebné k průniku nože do sušenky (případně její rozlomení) je na obrázku č. 8 a souvisí s tvrdostí sušenek.



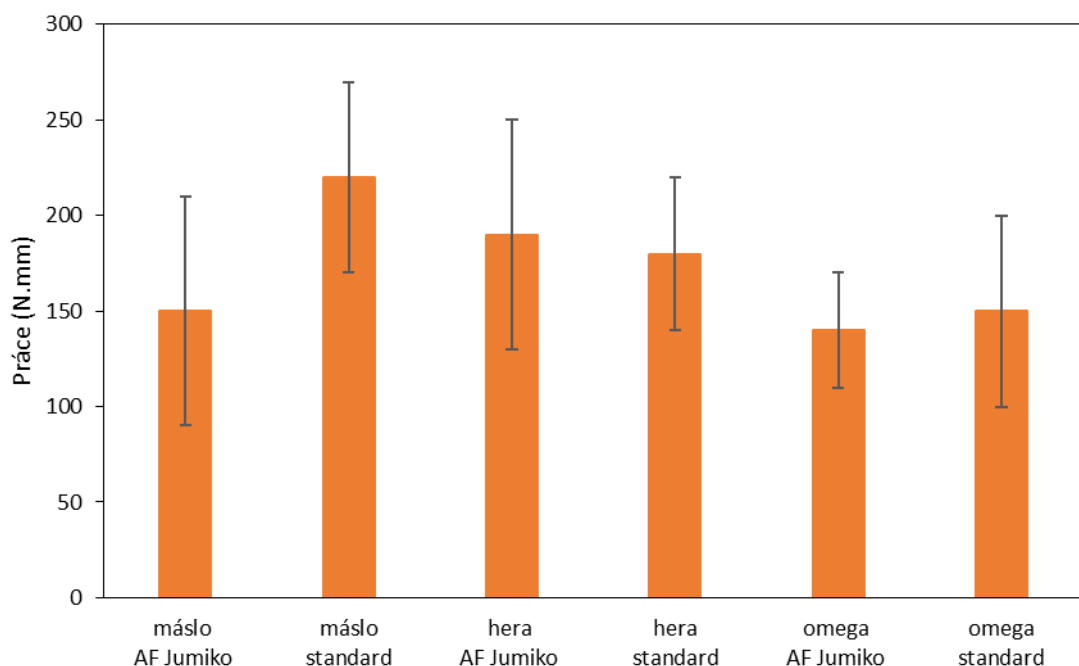
Obrázek 8 Tvrdość vyrobených sušenek

Nejtvrdší byla sušenka, která obsahovala tuk Omega a byla vyrobena ze standardní mouky celozrnné pšeničné mouky. Vliv použité mouky na tvrdost sušenek se nepodařilo prokázat.

Obecně ovšem lze odvodit, že sušenky vyrobené ze standardní mouky byly v průměru tvrdší než sušenky vyrobené z purpurové mouky. Výjimku tvořily sušenky s obsahem tuku Hera, jejichž výsledky byly právě opačné. S tukem Hera byly sušenky z mouky AF Jumiko tvrdší než ty ze standardní mouky.

K podobným závěrům došli i Jissy Jacob a K. Leelavathi (37), kteří srovnávali vliv čtyř druhů tuku na texturu sušenek a zjistili, že nejtvrďší sušenky jejich výzkumu byly vyrobeny ze slunečnicového oleje. Jejich nejměkčí vzorky byly sušenky s margarínem a pekařským tukem, což se shoduje s výsledky této práce. Vliv tuku může být rovněž způsoben teplotou pečení, a tedy množstvím odpařené vody, které může značně ovlivnit tvrdost a křehkost sušenek (37).

Stejnou metodu použili Budžaki S. *et al.* (42), kteří zjistili, že tvrdost sušenek z celozrnné mouky a ze speciálního typu mouky pro sušenky byla srovnatelná a blízká hodnotám zjištěným v této práci. Vzorek s nejnižším obsahem vody byl nejtvrďší a vzorek, který obsahoval vody nejvíce byl nejměkčí (42).

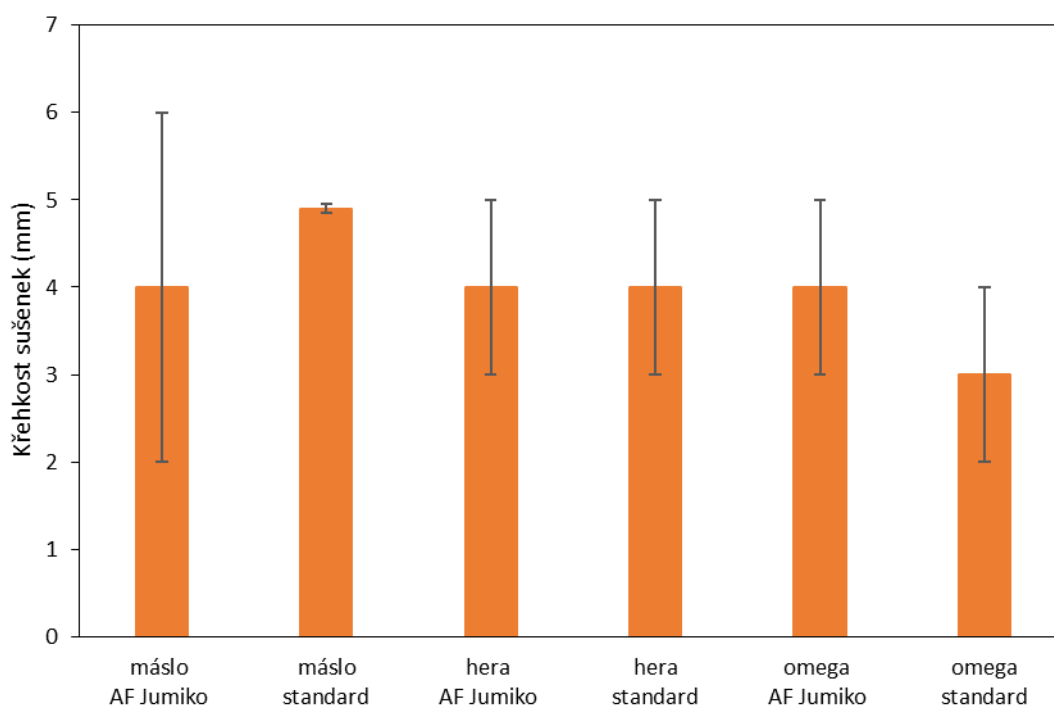


Obrázek 9 Práce k rozlomení sušenky

Graf na obrázek 9 ukazuje práci potřebnou pro rozkrojení či rozlomení sušenky. Nejvyšší hodnota práce byla potřebná pro vzorek ze standardní mouky s máslem. Nejnižší naopak pro vzorek z mouky AF Jumiko s tukem Omega. Narozdíl od hodnocení těsta se neprojevila korelace potřebné síly a práce. Vzorek ze standardní mouky s Omegou, k jehož penetraci byla zapotřebí nejvyšší síla, vykazoval při měření plochy jednu z nejnižších hodnot. Nebyl

zjištěn žádný trend vlivu tuku. Nelze ovšem konstatovat, že čím tvrdší je sušenka, tím větší je hodnota práce pro její rozlomení.

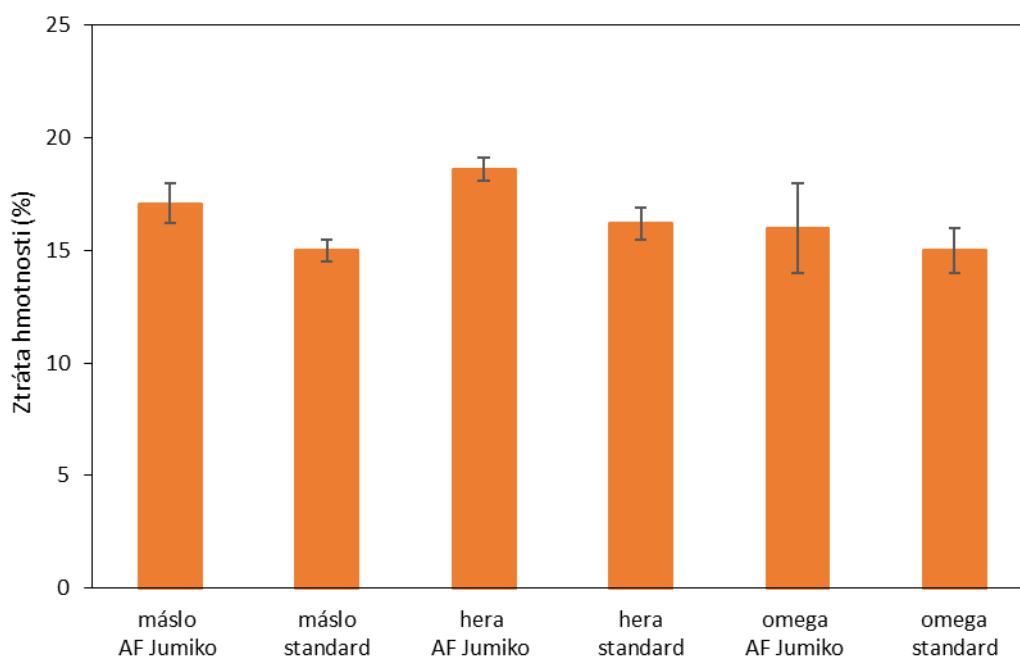
Budžaki S. *et al.* (42) uvádějí nižší hodnoty práce u sušenek s větším obsahem vody. Nejvyšší hodnoty dosahovaly vzorky vyrobené ze speciální mouky pro výrobu těsta a vzorky z mouky celozrnné.



Obrázek 10 Křehkost sušenek

Křehkost sušenek významně souvisí s hloubkou, do které stroj při měření textury zajede, a je vyjádřena jako vzdálenost (viz obrázek 10) v mm. Dá se říci, že čím je výsledná hodnota vyšší, tím je výrobek více drobivý. U čtyř ze šesti vzorků byly zjištěny stejné hodnoty. Dva odlišné vzorky byly vyrobeny ze standardní mouky s máslem (nejvyšší hodnota drobivosti) a standardní mouky s Omegou (nejmenší drobivost). Z hlediska křehkosti se tedy lišily pouze vzorky obsahující pšeničnou celozrnnou mouku. Vzorky obsahující mouku AF Jumiko se průkazně nelišily.

Budžaki S. *et al.* (42) zjistili trend, že křehkost roste s vyšším stupněm vymletí. Čím více popelovin tedy mouka obsahuje, tím křehčí vzorek byl. To souhlasí s výsledky získanými v rámci této práce. Obsah vody neměl žádný vliv na křehkost sušenek a všechny typy sušenek vyrobených s různým obsahem vody byly statisticky podobné.



Obrázek 11 Ztráty pečením

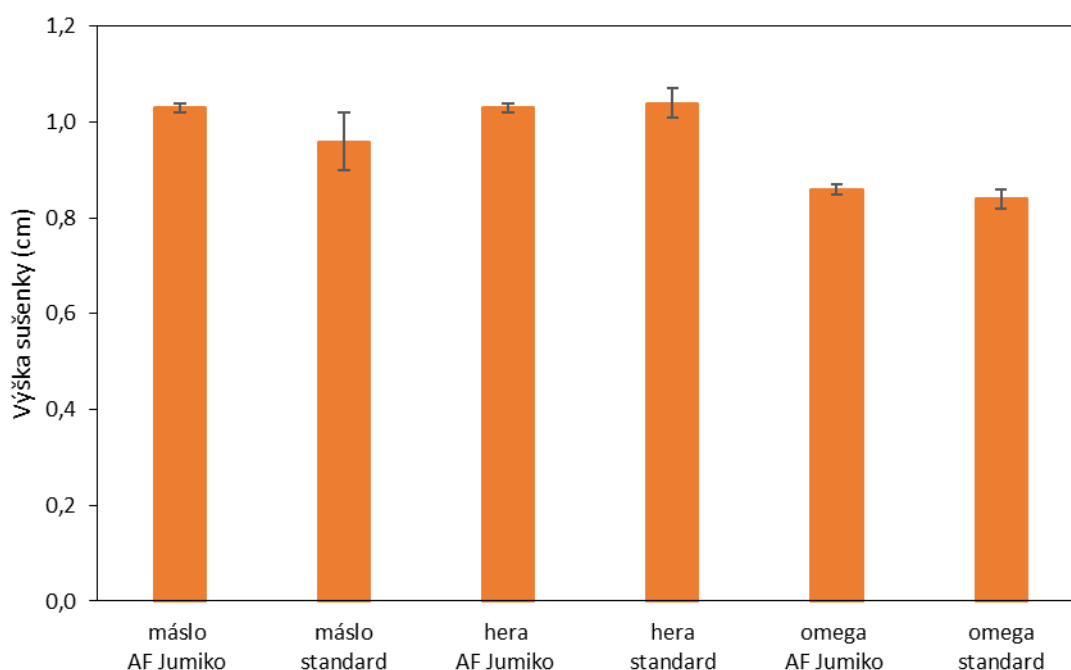
Průměr úbytku hmotnosti během pečení (obrázek 11) je uveden jako kladná procentuální hodnota podílu hmotností po a před pečením. Analýzou rozptylu hodnot nebyly nalezeny významné rozdíly v úbytku hmotnosti. Nejvyšší úbytek hmotnosti sušenek byl u obou testovaných mouk vždy u sušenek, ve kterých byl použit tuk Hera. Tento údaj není statisticky významný, může být ovšem podstatný pro výrobce. Vyšší úbytek hmotnosti byl pravděpodobně způsoben odpařením vody, která byla obsažena nejen v těstě, ale i v margarínu.

Dále bylo také zjištěno, že úbytek hmotnosti byl vždy vyšší u vzorků z mouky AF Jumiko, a to bez ohledu na druh použitého tuku. Lze tedy předpokládat, že obsah antokyanů, případně jiných složek, které jsou v této mouce obsaženy, může mít vliv na schopnost zadržovat vodu v těstě. Vzhledem k tomu, že množství vody bylo upraveno v závislosti na vlhkosti mouky dle receptury, by neměl být úbytek hmotnosti sušenky vyrobené z různých druhů mouky nijak rozdílný.

Úbytek hmotnosti na základě stupně vymletí mouky také popsali Budžaki S. *et. al.* V závislosti na přídávku vody podle receptury reportovali ztráty hmotnosti sušenek v rozmezí 12,2-12,8 %, což je více než u všech vzorků v této práci. Receptury publikované v jejich práci ovšem obsahovaly méně vody a sušenky byly o 2 mm vyšší (42). Vliv výšky sušenky na rychlost odpařování vody, a tedy na úbytek hmotnosti nebyl v této práci hodnocen.

Jak je vidět z následujícího grafu (obrázek 12), mezi sušenkami vyrobenými z másla a Hery, není statisticky významný rozdíl ve výšce. Sušenky vyrobené z Hery dosahovaly nejvyšší výšky – byly nejvíce nakypřené (zvýšení o více než 100 % při použití standardní mouky i mouky AF Jumiko). Nárůst nad 100 % vykazovaly také sušenky vyrobené z mouky AF Jumiko a másla.

Naopak nejméně nakypřené byly sušenky z tuku Omega, které byly na pohled ploché a bez náznaku nakypření. Použitý tuk není statisticky významný pro rozdíl ve výšce sušenek.



Obrázek 12 Výška sušenky

Podobné výsledky výšky sušenek publikovali Jissy Jacob a K. Leelavathi (37). Nejvyšší sušenky byly ty, které obsahovaly margarín, případně pekařský tuk (v této práci Hera). Nejnižší sušenky byly v jejich případě ty s obsahem ztuženého tuku (v této práci Omega – palmový tuk s vysokým obsahem nasycených MK). Ztužené tuky mají tendenci tvořit beta krystaly, které nepodporují provzdušnění těsta (21).

Na obrázek 13 je porovnání upečených sušek: vlevo standard, vpravo vzorek z pšenice AF Jumiko.

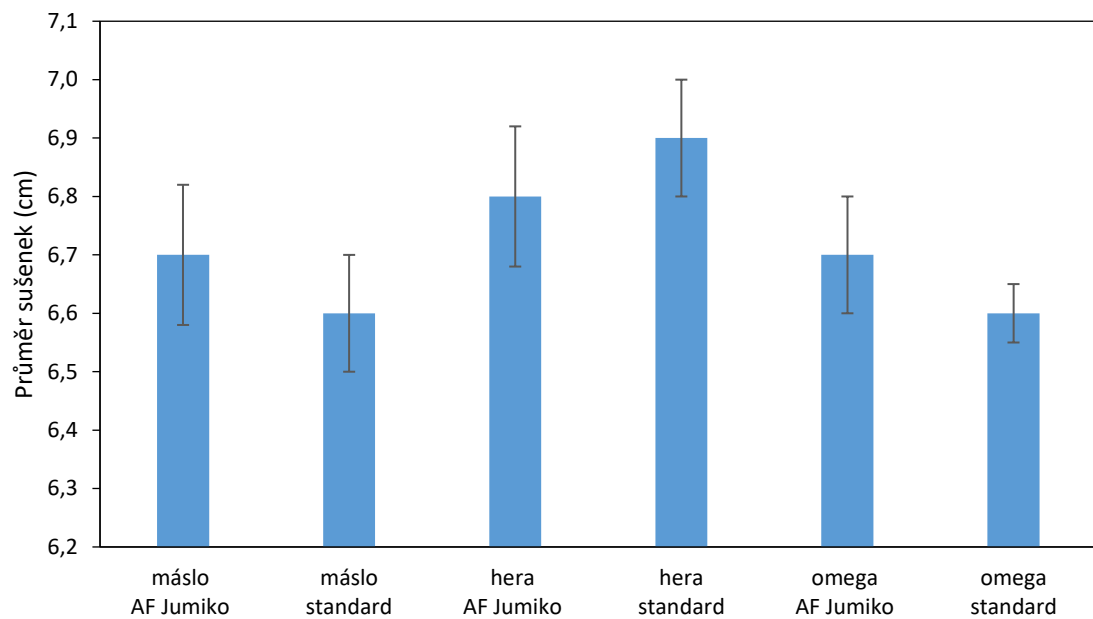


Obrázek 13 Porovnání upečených sušenek

7.3.1 Průměr sušenek

Průměry sušenek byly zjišťovány výše popsaným způsobem a výsledky jsou vyneseny v grafu na Obrázek 14. Na grafu můžeme vidět, že se statisticky liší se pouze dvojice sušenek standard + máslo se sušenkou standard + Hera a druhá dvojice standard + Omega se sušenkou standard + Hera. Průměr zbylých sušenek se statisticky průkazně neliší a sušenky si jsou z hlediska průměru podobné.

V rámci výzkumu Jissy Jacob a K. Leelavathi bylo zjištěno statisticky významné zvětšení průměru pouze u sušenek obsahujících slunečnicový olej. U ostatních tuků byly hodnoty velmi blízké a nebylo tedy prokázáno, že by tyto tuky měly vliv na zvětšení průměru sušenky.



Obrázek 14 Velikost průměru sušenky

7.4 Vzhled, textura a chuť sušenek

Hodnocení vzhledu, textury a chuti bylo provedeno jako předběžné. Cílem bylo ověřit, zda výrobek nevykazuje nějaké zásadní vady, které by byly překážkou dalšího výzkumu a vývoje. Pro předběžné smyslové hodnocení byla použita škála od 0 do 10 bodů. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v tabulka 3 jako aritmetické průměry jednotlivých hodnocení.

Tabulka 3 Výsledky smyslového posouzení

Parametr/vzorek	A	B	C	D	E	F
Barva	3,0	2,4	4,6	7,5	6,9	8,2
Rovnoměrnost	8,4	7,2	2,8	5,6	1,9	3,7
Velikost pórů	3,2	4,6	0,7	5,5	6,1	1,8
Tvrdost	5,2	4,7	8,2	5,8	6,2	7,8
Rozplývavost	7,8	8,3	5,3	9,6	9,2	6,1
Křehkost	3,6	4,4	0,6	6,2	5,6	1,3
Intenzita celozrnné chuti	0,3	0,5	0,6	8,3	7,8	7,2
Intenzita chuti tuku	9,5	0,4	4,3	6,3	0,5	4,5
Pachut'	0,2	0,3	7,6	0,9	0,6	6,4
Intenzita celozrnné vůně	0,5	2,4	3,2	9,1	7,6	6,2
Intenzita vůně tuku	9,4	0,3	1,5	5,5	0,5	3,5
Přípachy	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
Celkový dojem	9,5	8,3	6,8	9,1	7,2	7,5

7.4.1 Hodnocení sušenky vyrobené z celozrnné pšeničné mouky (standardu)

Sušenky, které obsahovaly máslo byly světlé, mírně nakynulé, s lehkými prasklinami, jejich průměr byl v rozsahu 6,5-6,7 mm.

Sušenky obsahující emulgovaný tuk Hera, byly pěkně nakynuté, lehce zaoblené, vzhledově podobné piškotům s průměrem 6,7-7,0 cm a s popraskaným povrchem.

Sušenky s palmovým tukem Omega se vyznačovaly tím, že byly nejméně nakynuté, s rovnoměrným plochým povrchem, znatelně tmavší barvy oproti sušenkám s máslem. Jejich průměr byl 6,6 – 6,7 cm.

7.4.2 Hodnocení sušenky vyrobené z mouky AF Jumiko

Sušenky s máslem byly lehce nakynuté, tmavší barvy typické pro danou mouku. Na povrchu se vyskytovaly lehké praskliny, průměr sušenek byl v rozmezí 6,5-6,8 cm.

Sušenky s obsahem Hery byly zakulacené, lehce nakynuté, měly znatelně tmavší barvu, jejich povrch byl hladký a bez prasklin s průměrem v rozmezí 6,6-6,9 cm.

Sušenky s obsahem Omegy byly, co se týče vzhledu, nejtmaavší. Jejich povrch byl plochý, bez znatelného nakypření, vzorky byly rovnoměrné bez prasklin na povrchu s průměrem 6,6-6,8 cm.

7.4.3 Hodnocení chuti a celkového dojmu

Nejlepšího hodnocení dosáhly sušenky z másla. Tyto sušenky byly bez cizích pachutí, s příjemnou intenzitou vůně po použitém tuku. Nebyla zde cítit typická celozrnná vůně jako u ostatních vzorků. Byla upozaděna typickou vůní a aromatem másla. Na vzhledu byly trochu více popraskané, což u běžných sušenek spotřebitel neočekává. U vzorku vyrobeného z barevné pšenice byla intenzita chuti tuku nižší, přesto byla znatelná a příjemná.

Nejnižšího hodnocení dosáhly sušenky ze standardní celozrnné pšeničné mouky a plně ztuženého palmového tuku Omega. Tyto sušenky byly ploché, nejtvrďší, s malou velikostí pórů, nejméně křehké a byla z nich cítit slaná pachut'. Tato pachut' byla cítit i u druhého vzorku s použitým tukem Omega z pšenice AF Jumiko. Tato netypická a místy až nepříjemná pachut' po soli se vyskytovala jen u vzorků vyrobených z Omegy. Ačkoli tento tuk dle deklarace na obalu vůbec žádnou sůl či sodík obsahovat nemá.

Sušenky vyrobené s pomocí částečně ztuženého tuku Hera byly nejméně cítit po použitém tuku; nejevily žádné známky cizích pachutí. Některé sušenky nebyly rovnoměrně propečené a nakypřené, což se může jevit jako problém a spotřebitel by mohl tuto vlastnost sušenek vnímat negativně.

Na obrázek 15 vidíme všechny vyrobené vzorky sušenek. Vzorky ze standardní mouky jsou světlejší a jsou umístěny v horní řadě vzorků. Sušenky z mouky AF Jumiko jsou ve spodní řadě a jsou zbarvené znatejně tmavěji.



Z levého horního rohu vzorky:

A standard, máslo

B standard, Hera

C standard, Omega

D AF Jumiko, máslo

E AF Jumiko, Hera

F AF Jumiko, Omega

Obrázek 15 Všechny vyrobené vzorky sušenek

8 ZÁVĚR

Tato práce se zabývala výrobou a texturními vlastnostmi sušenek vyrobených z purpurové odrůdy pšenice za použití tří druhů tuků. Cílem práce bylo porovnat texturní vlastnosti těsta a vyrobených sušenek a zjistit, zda je podstatný vliv použitého tuku při výrobě.

Výsledky analýzy textury těst ukázaly trend, že je vyšší tuhost těsta obsahujícího mouku AF Jumiko. To potvrzují i další uvedené publikace. Nejvyšších hodnot tuhosti dosahovaly vzorky s obsahem tuku Omega. To mohlo být dáno konzistencí tuku. Nejvyšší hodnoty práce pro deformaci těsta byly také u těsta s obsahem Omegy. Nejnižších hodnot dosahovaly u těst z margarínu Hera. Hodnoty u mouky AF Jumiko byly vždy vyšší v porovnání s hodnotami standardní mouky. Lze tedy říci, že čím tužší těsto, tím vyšší byla práce potřebná pro deformaci těsta.

U sušenek byly hodnoceny parametry jako tvrdost, práce k rozlomení sušenky, křehkost a úbytek hmotnosti. U tvrdosti nebylo zjištěno, že by sušenky vyrobené z odlišného typu mouky měly významně odlišné znaky tvrdosti. Více záleželo na použitém tuku. Křehkost sušenek vykazovala statisticky velmi podobné hodnoty. Bylo ovšem zjištěno, že nejnižší hodnoty křehkosti vykazovaly sušenky, které zároveň dosahovaly nejvyšších hodnot tvrdosti. Jednalo se o vzorek ze standardní mouky a tuku Omega. Z výsledků úbytku hmotnosti při pečení byl zjištěn trend mouky AF Jumiko, v němž je úbytek hmotnosti vždy vyšší než u standardní mouky.

Co se týče chuti, nejlépe dopadly sušenky obsahující máslo, a to především díky svému typickému aroma nezávisle na použité mouce. Nejhorší hodnocení měly sušenky vyrobené z celozrnné mouky a Omegy, ze kterých byla cítit pachut' a nevypadaly lákavě na pohled.

9 BIBLIOGRAFIE

- (1) DAVIDSON, Iain. The Biscuits. In: Biscuit Baking Technology [online]. Elsevier, 2016, 2016, s. 1-34 [cit. 2023-05-05]. ISBN 9780128042113. doi:10.1016/B978-0-12-804211-3.00001-7
- (2) SAINI, Praveen, Nitin KUMAR, Sunil KUMAR, et al. Bioactive compounds, nutritional benefits and food applications of colored wheat: a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2021, 61(19), 3197-3210 [cit. 2023-05-05]. ISSN 1040-8398. doi:10.1080/10408398.2020.1793727
- (3) PLUCAROVÁ, Dana. *Možnosti uplatnění barevných pšeníc v potravinářství*. Brno, 2015. Bakalářská práce. Mendelova Univerzita v Brně.
- (4) TAN, Jiaqi, Yanmei HAN, Bo HAN, Xiangmei QI, Xu CAI, Shaoqin GE a Hongkun XUE. Extraction and purification of anthocyanins: A review. *Journal of Agriculture and Food Research* [online]. 2022, 8 [cit. 2023-05-05]. ISSN 26661543. doi:10.1016/j.jafr.2022.100306
- (5) CHHODEN, Tenzin, Arashdeep SINGH, Poonam AGGARWAL a Savita SHARMA. Anthocyanins and its health benefits. In: *Functionality and Application of Colored Cereals* [online]. Elsevier, 2023, 2023, s. 161-184 [cit. 2023-05-05]. ISBN 9780323997331. doi:10.1016/B978-0-323-99733-1.00005-4
- (6) *AF ZORA – první evropská odrůda pšenice s černým zrnem* [online]. In: . Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/Odr%C5%AFdy/AF-Zora_PRO_WEB-podrobn%C4%9B.pdf
- (7) SHARMA, Saloni, Venkatesh CHUNDURI, Aman KUMAR, et al. Anthocyanin bio-fortified colored wheat: Nutritional and functional characterization. *PLOS ONE* [online]. 2018, 13(4) [cit. 2023-05-05]. ISSN 1932-6203. doi:10.1371/journal.pone.0194367
- (8) YAMANE, Takuya, 2018. *Beneficial Effects of Anthocyanin From Natural Products on Lifestyle-Related Diseases Through Inhibition of Protease Activities* [online]. In: . Elsevier, 2018, s. 245-264 [cit. 2023-05-06]. *Studies in Natural Products Chemistry*. ISBN 9780444640567. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-64056-7.00008-8
- (9) GAMEL, Tamer, Syed SAEED, Rashida ALI a El-Sayed ABDEL-AAL. Purple Wheat: Food Development, Anthocyanin Stability, and Potential Health Benefits. *Foods* [online]. 2023, 12(7) [cit. 2023-04-25]. ISSN 2304-8158. doi:10.3390/foods12071358
- (10) EFREMOVA, T.T., S.V. MOROZOV, E.I. CHERNYAK a E.V. CHUMANOVA. Combining the genes of blue aleurone and purple pericarp in the genotype of spring bread wheat Saratovskaya 29 to increase anthocyanins in grain. *Journal of Cereal Science* [online]. 2023, 109 [cit. 2023-05-05]. ISSN 07335210. doi:10.1016/j.jcs.2022.103616

- (11) *AF Jumiko* [online]. In: . Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/Odr%C5%AFdy/AF%20Jumiko_popisy_pro_web_opr.pdf
- (12) *PS KARKULKA* [online]. In: . Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://www.vukrom.cz/cz/nase-odrudy/ps-karkulka.html>
- (13) LACHMAN, Jaromír, Petr MARTINEK, Zora KOTÍKOVÁ, Matyáš ORSÁK a Miloslav ŠULC, 2017. Genetics and chemistry of pigments in wheat grain – A review. *Journal of Cereal Science* [online]. **74**, 145-154 [cit. 2023-05-06]. ISSN 07335210. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcs.2017.02.007
- (14) *AF Oxana* [online]. In: . Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/Odr%C5%AFdy/AF_Oxana_popisy_pro_web_opr.pdf
- (15) DHUA, Subhamoy, Kshitiz KUMAR, Yogesh KUMAR, Lochan SINGH a Vijay Singh SHARANAGAT. Composition, characteristics and health promising prospects of black wheat: A review. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2021, 112, 780-794 [cit. 2023-05-05]. ISSN 09242244. doi:10.1016/j.tifs.2021.04.037
- (16) BUREŠOVÁ, Iva, Eva LORENCOVÁ, UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ a ÚSTAV TECHNOLOGIE A MIKROBIOLOGIE POTRAVIN. *Výroba potravin rostlinného původu*. 1. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2013. ISBN 9788074542787.
- (17) SLUKOVÁ, Marcela, Pavel SKŘIVAN a Marie HRUŠKOVÁ. *Cereální chemie a technologie: zpracování obilovin - mlýnská a těstářská výroba*. Vydání první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2017. ISBN 978-80-7592-000-3.
- (18) MATĚJKOVÁ, Kateřina. *Výroba bezlepkových sušenek s netradiční surovinovou skladbou a stanovení jejich nutriční hodnoty*. Zlín, 2020. Diplomová práce. UTB.
- (19) KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH a Michal VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074180514.
- (20) KADLEC, P. a kol. *Technologie potravin - Přehled tradičních potravinářských výrob*. Praha: VŠCHT, 2012. ISBN 978-80-7418-145-0
- (21) *Vyhláška o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta*. In: . Sbírká zákonů, 2020.
- (22) PAREYT, Bram, Faisal TALHAOUI, Greet KERCKHOFS, Kristof BRIJS, Hans GOESAERT, Martine WEVERS a Jan A. DELCOUR. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of Food Engineering* [online]. 2009, 90(3), 400-408 [cit. 2023-05-05]. ISSN 02608774. doi:10.1016/j.jfoodeng.2008.07.010
- (23) ATKINSON, G. Fats and oils as biscuit ingredients. In: *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies* [online]. Elsevier, 2011, 2011, s. 160-180 [cit. 2023-05-05]. ISBN 9781845697709. doi:10.1533/9780857093646.2.160

- (24) AMIGO, José Manuel, Birthe Møller JESPERSEN, Frans VAN DEN BERG, Jørgen Juul JENSEN a Søren B. ENGELSEN. Batch-wise versus continuous dough mixing of Danish butter cookies. A near infrared hyperspectral imaging study. *Food Chemistry* [online]. 2023, 414 [cit. 2023-05-05]. ISSN 03088146. doi:10.1016/j.foodchem.2023.135731
- (25) SENGAR, Anshil, Amit Pratap SINGH, Ashish KHARE, Apoorva Behari LAL a Anurag SINGH. Effect of Fat Replacers on the Multigrain Biscuits. *International Journal of Agriculture and Animal Production* [online]. 20-31 [cit. 2023-05-05]. ISSN 2799-0907. doi:10.55529/23.20.31
- (26) *Nariadení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty* In: Úřední věstník Evropské Unie .
- (27) *Nariadení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin*, 2002. In: . Úřední věstník Evropské Unie
- (28) *Technologie cereálií II - Výroba jemného a trvanlivého pečiva* [online]. In: . [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo
- (29) DAVIDSON, Iain. Baking Process. In: *Biscuit Baking Technology* [online]. Elsevier, 2016, 2016, s. 35-48 [cit. 2023-05-05]. ISBN 9780128042113. doi:10.1016/B978-0-12-804211-3.00002-9
- (30) DEMIRKOL, Eren, Ferruh ERDOĞDU a T. Koray PALAZOĞLU. Analysis of mass transfer parameters (changes in mass flux, diffusion coefficient and mass transfer coefficient) during baking of cookies. *Journal of Food Engineering* [online]. 2006, 72(4), 364-371 [cit. 2023-05-05]. ISSN 02608774. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.12.016
- (31) ROBERTSON, Gordon L. *Food Packaging* [online]. CRC Press, 2016 [cit. 2023-05-05]. ISBN 9781439862421. doi:10.1201/b21347
- (32) KARLÍK, Jan. *Obal jako nástroj marketingové komunikace*. Zlín, 2017. Diplomová práce. UTB.
- (33) *Biscuit Packaging*. In: *Industrial Biscuit Production* [online]. Elsevier, 2019, 2019, s. 127-143 [cit. 2023-05-05]. ISBN 9780128155790. doi:10.1016/B978-0-12-815579-0.00014-3
- (34) MAACHE-REZZOUG, Zoulikha, Jean-Marie BOUVIER, Karim ALLAF a Christian PATRAS. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. *Journal of Food Engineering* [online]. 1998, 35(1), 23-42 [cit. 2023-05-05]. ISSN 02608774. doi:10.1016/S0260-8774(98)00017-X
- (35) *Overview of TPA* [online]. In: . Hamilton: Texture Technologies Corp. and Stable Micro Systems, Ltd. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis>
- (36) Manley, D.. (2000). *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies (3rd Edition)*. Woodhead Publishing. Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpTBCCE005/technology-biscuits-crackers/technology-biscuits-crackers>

- (37) JACOB, Jissy a K. LEELAVATHI. Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal of Food Engineering* [online]. 2007, 79(1), 299-305 [cit. 2023-05-05]. ISSN 02608774. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.01.058
- (38) MAMAT, Hasmadi a Sandra E. HILL. Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 2014, 51(9), 1998-2005 [cit. 2023-05-05]. ISSN 0022-1155. doi:10.1007/s13197-012-0708-x
- (39) CULETU, Alina, Anicuta STOICA-GUZUN a Denisa Eglantina DUTA. Impact of fat types on the rheological and textural properties of gluten-free oat dough and cookie. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 2021, 56(1), 126-137 [cit. 2023-05-05]. ISSN 0950-5423. doi:10.1111/ijfs.14611
- (40) HAMÁČEK, Jiří. *Texturní vlastnosti sušenek ze zrna barevných pšeníc*. Zlín, 2022. Diplomová práce. UTB.
- (41) NUSANTORO, Bangun a Filip VAN BOCKSTAELE. *Effect of three plant-based shortenings and lard on cookie dough properties and cookies quality*. 2019.
- (42) BUDŽAKI, Sandra, Daliborka KOCEVA KOMLENIĆ, Jasmina LUKINAC ČAČIĆ, F. ČAČIĆ, M. JUKIĆ a Ž. KOŽUL. Influence of cookies composition on temperature profiles and qualitative parameters during baking. *Croatian Journal of Food Science and Technology* [online]. 2014, 6(2), 72-78 [cit. 2023-05-05]. ISSN 18473466. doi:10.17508/CJFST.2014.6.2.025
- (43) *Červený chléb Karkulka* [online], 2017. Brno: Mendelova univerzita v Brně [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://mendelu.cz/cerveny-chleb-karkulka/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Sušenky typu biscuits	20
Obrázek 2 Balení používaných tuků	28
Obrázek 3 Měření vlhkosti	29
Obrázek 4 Síla odporu těsta	35
Obrázek 5 Práce během penetrace těsta.....	37
Obrázek 6 Lepivost těsta.....	38
Obrázek 7 Vzorky vyrobeného těsta.....	39
Obrázek 8 Tvrdost vyrobených sušenek	39
Obrázek 9 Práce k rozlomení sušenky	40
Obrázek 10 Křehkost sušenek.....	41
Obrázek 11 Ztráty pečením.....	42
Obrázek 12 Výška sušenky	43
Obrázek 13 Porovnání upečených sušenek.....	44
Obrázek 14 Velikost průměru sušenky	45
Obrázek 15 Všechny vyrobené vzorky sušenek	47

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Receptura sušenek	29
Tabulka 2 Vlhkost mouky včetně směrodatné odchylky	35
Tabulka 3 Výsledky smyslového posouzení.....	46