

Vlastnosti oplatek vyrobených z mouky barevných pšeníc

Renáta Ždímalová

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Renáta Ždímalová**
Osobní číslo: **T21236**
Studijní program: **B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin**
Specializace: **Technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Vlastnosti oplatek vyrobených z mouky barevných pšenic**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

Suroviny používané při výrobě oplatek.

Požadavky na technologické vlastnosti mouky pro výrobu oplatek.

Technologie výroby oplatek.

Barevné pšenice a jejich odlišnosti oproti běžné pekárenské pšenici.

II. Praktická část

Charakteristika použitého materiálu a popis metod.

Popis výsledků.

Popis výsledků a diskuze s literaturou.

Formulace závěrů plynoucích z práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] NASABI, Mahshad, et al. Physical, structural and sensory properties of wafer batter and wafer sheets influenced by various sources of grains. *LWT*, 2021, 149: 111826
- [2] OLIVER, Ged; SAHI, Sarabjit S. Wafer batters: A rheological study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1995, 67.2: 221-227
- [3] SAINI, Praveen, et al. Bioactive compounds, nutritional benefits and food applications of colored wheat: A comprehensive review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2021, 61.19: 3197-3210
- [4] SHARMA, Saloni, et al. Changing nutrition scenario: Colored wheat—a new perspective. *Physiological, molecular, and genetic perspectives of wheat improvement*, 2021, 71-88

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Romana Šebestíková**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **1. ledna 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2024**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 19. února 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORKY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- 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 – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použítou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautorka.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studentky:

.....
podpis studentky

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na využití mouk z barevných pšeníc v pekárenském průmyslu, konkrétně při výrobě oplatek. Charakterizovány jsou suroviny potřebné k výrobě oplatek. Je popisováno složení pšeničného zrna i s technologickým vlivem složek. V praktické části práce byly vyráběny oplatky z celozrnné pšeničné mouky ale i z mouk barevných pšeníc. Následujícím bodem bylo zkoumání jejich vlastností na texturometru. Dále byl pozorován vliv skladování na vlastnosti oplatek. Vliv použitých surovin byl rovněž zkoumán při senzoričném hodnocení vyrobených oplatek.

Klíčová slova: barevné odrůdy pšenice, oplatky, složení zrna, antokyany, karotenoidy

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the use of flours from coloured-grain wheat in the bakery industry, specifically in the production of wafers. The raw materials needed for the production of wafers are characterized. The composition of the wheat grain is described as well as the technological influence of the ingredients. In the practical part of the work, wafers were produced from whole wheat flour and from flours of coloured wheat. The following point was the investigation of their properties on a texture analyser. Furthermore, the effect of storage on the properties of the wafers was observed. The influence of the raw materials used was also investigated in the sensory evaluation of the wafers produced.

Keywords: coloured-grain wheat, wafers, grain composition, anthocyanins, carotenoids

Ráda bych tímto poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Romaně Šebestíkové za trpělivost, vstřícný přístup a rady při tvorbě této práce. Rovněž bych chtěla poděkovat doc. RNDr. Ivě Burešové, Ph.D. za věnovaný čas a odborné rady při řešení této problematiky.

Velké poděkování patří rovněž mé rodině a přítelovi, kteří mě odporovali a pomáhali po celou dobu studia.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 OPLATKY	11
1.1 CHARAKTERISTIKA.....	11
1.2 SUROVINY NA PŘÍPRAVU OPLATEK.....	11
1.2.1 Mouka	12
1.2.2 Voda.....	12
1.2.3 Cukr	13
1.2.4 Tuk.....	14
1.2.5 Vejce.....	15
1.2.6 Aditiva	16
1.3 TECHNOLOGIE VÝROBY OPLATEK.....	16
1.3.1 Míchání	16
1.3.2 Zrání.....	17
1.3.3 Pečení.....	17
1.3.4 Tvarování	17
1.3.5 Skladování.....	18
1.3.6 Další operace	18
2 BAREVNÉ PŠENICE	19
2.1 CHARAKTERISTIKA.....	19
2.2 ANATOMICKÉ SLOŽENÍ ZRNA	20
2.2.1 Obalové vrstvy	20
2.2.2 Klíček.....	21
2.2.3 Endosperm	21
2.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ZRNA.....	21
2.3.1 Sacharidy.....	22
2.3.2 Bílkoviny.....	22
2.3.3 Lipidy.....	23
2.3.4 Minerální látky	23
2.3.5 Vitamíny	23
2.3.6 Barviva.....	24
2.4 ODLIŠNOST OPROTI BĚŽNÉ PEKÁRENSKÉ PŠENICI	26
2.5 VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ.....	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
3 CÍL PRÁCE	28
4 MATERIÁL	29
4.1 MOUKA HLADKÁ CELOZRNNÁ.....	29
4.1.1 Pšeničná mouka celozrnná jemně mletá	29
4.1.2 Vzorokly barevných mouk.....	29

4.2	CUKR KRUPICE.....	31
4.3	SUŠENÁ VAJEČNÁ MELANŽ	32
4.4	TUK.....	32
5	TECHNOLOGIE VÝROBY.....	33
5.1	RECEPTURA	33
5.2	TECHNOLOGICKÁ VÝROBA.....	33
5.2.1	Navážení a příprava surovin.....	33
5.2.2	Míchání a zrání těsta.....	33
5.2.3	Pečení.....	34
5.2.4	Tvarování a chlazení.....	34
5.2.5	Skladování oplatek	35
6	HODNOCENÍ KVALITY OPLATEK.....	36
6.1	MĚŘENÍ TEXTURY	36
6.1.1	Princip měření textury	36
6.1.2	Vyhodnocení výsledků	37
6.2	SENZORICKÁ ANALÝZA.....	37
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	39
	ZÁVĚR.....	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK	57
	SEZNAM PŘÍLOH	58

ÚVOD

Výrobky pekařského průmyslu jsou zařazovány do každodenního jídelníčku nás všech. Chléb nebo pšeničné pečivo je neodmyslitelnou součástí naší stravy. Roční spotřeba na osobu za rok 2022 byla: chleba 39,1 kg, pšeničné pečivo 53,9 kg a trvanlivé pečivo 7,7 kg (ČSÚ, 2023). Nejen z tohoto důvodu je pšenice (*Triticum aestivum*) nejpoužívanější a nejvíce pěstovanou obilovinou na světě (Lachman et al., 2017). Spotřeba pšeničné mouky v roce 2022 činila 93,2 kg na obyvatele za rok (ČSÚ, 2023).

Trendy ve stravování se stále posouvají a lidé chtějí více a více. Stále oblíbenějšími se stávají potraviny s přidanou nutriční hodnotou. Jelikož je spotřeba pšeničné mouky v potravinářství tak velká, je snaha pšeničnou mouku obohatit, aby měla i další přidanou hodnotu.

Šlechtění pšenice se provádí z mnoha důvodů. Patří k nim lepší výnosnost zrna, menší poléhavost, větší odolnost proti škůdcům a povětrnostním podmínkám nebo zlepšení nutriční hodnoty zrna. Genetickou úpravou pšenice začaly vznikat odrůdy s barevným zrnem.

Přítomná barviva mají prokazatelně přínosný vliv na lidské zdraví. Mají antioxidační vlastnosti a působí jako prevence některých onemocnění, např. kardiovaskulárních onemocnění nebo rakoviny tlustého střeva (Martinek, 2021). Barviva se nachází v obalových vrstvách, proto je mouka z těchto pšenic výhradně celozrnná. Použití celozrnné mouky v sobě nese samo o sobě benefity v podobě přítomné vlákniny (Nasabi et al., 2021). Z těchto důvodů začínají být mouky vyrobené z barevných pšenic stále více používány při výrobě pekařských výrobků.

Oplatky, patřící mezi trvanlivé pečivo, jsou mezi lidmi oblíbené. Jsou tenké, křehké a křupavé. Navíc mají širokou škálu využití. Lze je konzumovat samotně nebo skládané a promazané lahodným krémem ve více vrstvách. Bývají často polévány kakaovou polevou pro ještě lahodnější zážitek. Lze je i různě tvarovat. Typickým příkladem jsou zmrzlinové kornouty či misky (Nasabi et al., 2021). Jedná se tedy o variabilní výrobek, který lze upravit dle potřeb výrobce i zákazníka. Další pozitivum je snadná příprava těsta a jednoduchá výroba oplatek.

Při spojení těchto dvou složek – mouk z barevných pšenic a oplatek by mohla vzniknout kombinace, která by mohla být oblíbená u spotřebitelů a zároveň by měla přidanou nutriční hodnotu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OPLATKY

Vyhláška č. 18/2020 Sb. definuje oplatky jako trvanlivé pečivo, získané upečením tenké vrstvy těsta nebo hmoty kontaktním způsobem ve formách. Trvanlivé pečivo dle stejné vyhlášky je definováno jako pekařský výrobek vyrobený z pšeničné mouky nebo jiných mlýnských obilných výrobků a dalších složek, s obsahem vody nejvýše 10 % (Česká republika, 2020). Oplatky jsou oblíbený druh pečiva na trhu nejen pro svou trvanlivost, ale také pro svou typickou křupavost. Té se docílí kontaktním pečením tenké vrstvy těsta ve specializovaných formách, tzv. oplatkovacích kleštích (Nasabi et al., 2021). Ty na sobě mají charakteristický emboss, který se pečením otiskne do plátu oplatek. Může to být logo firmy či znak města. Emboss oplatek má i technologický význam, zpevňuje konečné výrobky a umožňuje lepší záchyt náplní. Na trhu nalezneme různé varianty i příchutě oplatek, lze si je zakoupit s polevou, promazávané krémy či samotné. Oplatky jsou v cukrářském průmyslu často kombinovány s jinými sladkými potravinami. Typickým příkladem je např. zmrzlina v kornoutu (Parasoglou et al., 2010).

1.1 Charakteristika

Oplatky jsou tenké ploché pláty s typickým vzhledem, texturou, obsahem vlhkosti a sensorickými vlastnostmi. Jsou charakteristické svou křehkostí, lámavostí a křupavostí, která je dána technologií výroby a výsledným nízkým obsahem vlhkosti. Mají jemnou texturu a nízkou hmotnost (Martínez-Navarrete et al., 2004). Šířka oplatek se pohybuje v rozmezí 1–5 mm (Tiefenbacher, 2017). Vliv na kvalitu oplatek mají vlastnosti použitých surovin a technologický postup. Těsto na oplatky obsahuje 35-40 % sušiny. U upečené oplatky se sleduje hmotnost, barva, obsah vody a křehkost. Poslední zmíněný parametr je považován za nejdůležitější vlastnost ovlivňující texturu (Dogan, 2006). Oplatky se vyrábí již po několik let dle tradičních a osvědčených receptur. Změny nastaly pouze z důvodu zlepšení nutričních hodnot a kvality výsledného výrobku (Nasabi et al., 2021).

1.2 Suroviny na přípravu oplatek

Suroviny používané na výrobu oplatek jsou mouka, voda, cukr, tuk a vejce. Mohou se přidávat i další suroviny, které se podílejí na zlepšení textury či na sensorických vlastnostech (Kadlec, 2002). Oplatky jsou typicky kypřené parou, která se uvolňuje během pečení mezi horkými oplatkovacími kleštěmi. Kypření lze podpořit přidávkem např. hydrogenuhličitanem sodným neboli jedlou sodou. (Parasoglou et al., 2010). Vůni

a chuť lze zlepšit ochuceným cukrem, např. vanilkovým či přídatkem jiných aromat. V některých případech se používá i lecitin, pro lepší homogenní strukturu. Na kvalitě oplatek se podílí především mouka a voda. Vliv má také míchání těsta, teplota pečení nebo doba pečení (Martínez-Navarrete et al., 2004).

1.2.1 Mouka

Mouka je jednou z nejklíčovějších surovin pro výrobu oplatek. Vhodná mouka k výrobě oplatek je z pšenice měkké. Při výrobě lze využít pšeničnou mouku světlou vyrobenou pouze z endospermu pšeničného zrna. Lze zvolit i mouku celozrnnou, která se skládá ze všech složek zrna. Endosperm, obalové vrstvy i klíček jsou přítomny v mouce v identickém poměru jako v celistvém pšeničném zrně. Celozrnná mouka je navíc z výživového hlediska považována za přínosnější pro lidský organismus, díky přítomnosti extra vlákniny, vitamínů a minerálních látek. Nevýhodou použití celozrnných mouk ve výrobcích je náročnější zpracování do těsta (Tebben, Shen a Li, 2018). Nejvíce využívaný typ mouky na výrobu oplatek nese označení „550“ (Tiefenbacher, 2017). Tato hodnota znamená, že v mouce je přítomno 0,55 % popela. Množství přítomného popela se zvyšuje s vyššími procenty obalových vrstev (Holec a Poláková, 2019). Z technologického hlediska se u mouk sleduje také obsah a síla lepku, který ovlivňuje texturu konečného výrobku. V moukách vhodných na výrobu oplatek musí být lepek dostatečně silný k zajištění pevnosti, ale zároveň také dosažené slabý k dosažení požadované křupavosti. Ideální obsah bílkovin v moukách tohoto typu je 8,1–10,9 %. (Parasoglou et al., 2010). Vliv na vhodnost mouky má i velikost částic namletého zrna. Při mechanickém narušení zrna vznikají jemné nepravidelné částice s tendencí se slepovat. Mouka mletá najemno má menší částice a je vhodnější nežli hrubá mouka. Velikost částic mouky má vliv na viskozitu těsta, pečení a na konečnou hmotnost a strukturu výsledných oplatek. (Kadlec, 2002) Vlhkost mouky by neměla přesáhnout 14 %. Každý druh mouky má také svou individuální vaznost vody, která se zvyšuje s přibývajícím obsahem obalových vrstev. Celozrnná mouka absorbuje velké množství vody. (Okuda et al., 2016) Oplatky vyrobené z mouky, které dokáží absorbovat vysoké množství vody, jsou po upečení velice křehké a lámavé (Tiefenbacher, 2017).

1.2.2 Voda

Voda má v těstě na oplatky hned několik funkcí. Slouží jako rozpouštědlo, funguje jako kypridlo, reguluje viskozitu těsta a ovlivňuje teplotu výsledného těsta. Procento vody v těstě by mělo dosahovat takových hodnot, aby se ostatní suroviny mohly rovnoměrně

a homogenně rozptýlit do těsta. Tato složka receptury slouží k regulaci viskozity těsta, která je zásadní při pečení. Cílem ředícího média je tvorba hladkého a dobře tekoucího těsta. (Parasoglou et al., 2010) S příliš tekutým těstem se nevytvoří dostatečná tloušťka oplatky. Husté těsto naopak tvoří příliš silnou vrstvu, což způsobuje nerovnoměrné pečení a časté nedopékání. Množství přidané tekutiny je rovněž závislé na vlastnostech použité mouky, každá má odlišnou vaznost vody. Voda při pečení plní funkci kypřidla formou páry (Dogan, 2006). Rychlé odpařování páry probíhá na počátku pečení. Vyšší obsah vody v těstě zapříčiňuje velmi křehké a lehké pláty, protože se během pečení tvořilo velké množství kypřících par. Absence par při pečení způsobuje tvorbu nekvalitní oplatky. Teplota přidané vody má určitý vliv na viskozitu těsta i na teplotu vytvořeného těsta (Tiefenbacher, 2017). Voda přidávaná do těsta by měla mít pokojovou teplotu, tj. 20 °C (Rosentrater a Evers, 2018). Při pečení je voda zároveň i vodič tepla během pečení. Vliv tvrdosti vody má přímý vliv na texturu oplatek. Používání tvrdé vody může způsobovat korozivní účinky na pečicích kleštích, ale také vznikají tvrdší oplatky, které se po upečení hůře tvarují. Tento problém lze řešit vyšším přídavkem cukru, jakožto změkčovadlem, či používáním měkkých vod. Optimální tvrdost vody pro výrobu oplatek je na hranici kategorií vod měkkých a středně tvrdých (Tiefenbacher, 2017).

1.2.3 Cukr

Nejvíce používaná sladidla jsou cukry vyrobené z třtiny nebo z cukrové řepy. Dále se používají různé cukrové sirupy vyráběné pomocí hydrolýzy škrobu, např. fruktózový (Edwards et al., 2016). Trh nabízí i alternativní sladidla, které se nazývají náhradní sladidla. Jsou to látky, které mají nahradit sacharózu ve výrobku. Důvodem může být nemoc, při které mají cukry nepříznivý vliv na organismus, např. diabetici či lidé trpící obezitou. Dalším důvodem k substituci sacharózy může být sladivost. Výrobci raději použijí menší množství jiné látky s vyšší sladivostí. Náhradní sladidla se dělí do dvou hlavních skupin. První skupinou jsou sacharidická sladidla neboli náhražky cukru. Nezpůsobují velkou zátěž na organismus, ale stále mají energetickou hodnotu. Příkladem jsou cukry s hydroxylovou skupinou, sorbitol, maltitol, xylitol. Druhou skupinou jsou nesacharidická sladidla, jinak také nazývaná umělá sladidla. Jejich výhoda spočívá v malé energetické hodnotě. Patří sem sacharin nebo aspartam (Bláha, Kopová a Šrek, 2007). Sladit lze rovněž medem, který obsahuje jak glukózu, tak i fruktózu. Tato surovina však nepatří mezi levné a výroba oplatek s medem by nebyla ekonomická. Cena za kg medu v lednu 2024 byla 174,5 Kč, zatímco cena cukru krystal ve stejném časovém období byla 22,9 Kč (ČSÚ). Když se

v potravinářském průmyslu mluví o cukru, je tím myšlena sacharóza. Cukr, případně jiná sladidla, se považují za složky receptury, které mají vliv především na sensorické vlastnosti vyrobených oplatek, protože chutnají sladce (Bláha, Kopová a Šrek, 2007). Sladká chuť je v populaci oblíbená, toho mohou výrobci využít a maskovat vyšším přídatkem sladidla nepříjemné pachutě výrobku. Každé použité sladidlo však nemá stejnou sladivost. Jako standard se bere sacharóza, která má hodnotu jedna. V Tabulka 1 lze porovnat různá sladidla a jejich hodnoty sladivosti. Při výrobě oplatek je cukr významný i z jiných technologických hledisek (Edwards et al., 2016). Cukr přítomný v těstě dokáže snížit vaznost mouky, čímž se zmenší i přídavek vody, který je potřebný pro vznik ideálně viskózního těsta. Přispívá rovněž ke křupavosti oplatek. Další aspekt, který cukr ovlivňuje, je barva konečného výrobku. Právě tato sladká složka receptury je substrátem pro barvotvorné chemické reakce při výrobě, tj. Maillardovy reakce a karamelizace. Nahrazením sacharózy za jiné sladidlo se může intenzita vznikajících pigmentů výrazně lišit. Cukr má dále významný vliv na elasticnost tvárnost výrobku ihned po upečení. Zároveň po vychladnutí oplatek cukr znovu ztuhne a tvar se zpevní a zafixuje. Z toho důvodu všechny operace tvarování výrobku musí proběhnout na ještě horkém plátu. Čím více cukru těsto obsahuje, tím více jsou oplatky po upečení tvárné. Tato surovinová složka také zastává konzervační funkci. Přídatkem se vodní aktivita v oplatkách ještě sníží a výrobek je tak více odolný vůči mikroorganismům (Tiefenbacher, 2017).

Tabulka 1 Srovnání hodnot sladivosti různých sladidel (Edwards et al., 2016)

Název sladidla	Sladivost
Sacharóza	100
Fruktóza	150 – 180
Glukóza	50
Sorbitol	50 – 100
Maltitol	50 – 90
Aspartam	18 000 – 20 000
Sacharin	30 000 – 50 000

1.2.4 Tuk

Tuky a oleje nejsou v recepturách zastoupeny ve velkém množství. Přidávají se v řádech několika procent (0,5 – 9 %). V dřívějších letech byly hodnoty vyšší, avšak současný trend velí snižovat tuk ve výrobcích. Množství přidaného tuk závisí na surovinové skladbě

receptury, na vlastnostech výsledných oplatek (hloubka a složitost embossu) a na povrchu a stavu pečících plátů. Nadměrné množství přidaného tuku rovněž není žádoucí. Při pečení by docházelo k hromadění přebytečného tuku na pečících oplatkovacích kleštích, to by způsobovalo problémy při pečení. Výsledná oplatka by měla nepravidelný a nevzhledný povrch. Přídavek tuků v těstě má zásadní vliv na texturu a chuť výsledné oplatky. Tuk je nositel chuti, navozuje tak pocit chutnosti a jemnosti (Wassell, 2014). V některých případech jsou čerstvě upečené oplatky nastříkávány či natírány olejem. Tato operace se provádí pro dosažení jemnějšího, chutnějšího kousnutí do oplatky, pro snížení pocitu suchosti a dusivosti po konzumaci a pro lesklejší a atraktivnější vzhled oplatky (Tiefenbacher, 2017). Tuk v těstě má zásadní funkci při pečení. Surovina přítomná v těstě napomáhá nepřilnutí k oplatkovacím kleštím, a tak se před dávkováním těsta nemusí pečící pláty mazat tukem. Tuk je současně i jednou z hlavních surovin při výrobě náplní do oplatek i jejich polev. Při výrobě je využíváno jak rostlinných, tak i živočišných zdrojů. Živočišné tuky se v těstě samostatně vyskytují jen zřídka. Spíše je saháno po ztužených pokrmových tucích, margarínech nebo stolních olejích (Wassell, 2014).

1.2.5 Vejce

V potravinářském průmyslu se pod pojmem vejce používají vždy vejce slepičí (Bláha, Kopová a Šrek, 2007). Vejce při výrobě oplatek napomáhá stabilizovat strukturu. Nedostatek vajec v receptuře zvyšuje riziko potrhání oplatek při jejich sundávání z pečících kleští. Svůj vliv mají rovněž na barvu a chuť. Bílkoviny přítomné ve vejcích se účastní Maillardových reakcí při pečení, podílí se tak i na barvě oplatek. (Kiosseoglou a Paraskevopoulou, 2014) Při konzumaci oplatek zvyšují žvýkatelnost a zabraňují vysychání při dlouhodobém skladování (Asghar a Abbas, 2012). Vejce jsou velmi výživově hodnotná potravina. Obsahuje tělu prospěšné živiny, vitamíny a minerální látky. Jedná se o plnohodnotnou bílkovinu. Přídavkem do těsta tyto nutriční hodnoty převedou i do oplatek. Žloutek přirozeně obsahuje vaječný lecitin zvaný ovolectin, který souží jako emulgátor. Vzniklé těsto je soudržnější, hladší a je lépe zpracovatelné (Kiosseoglou a Paraskevopoulou, 2014) S vejci jsou spojené dvě hlavní komplikace. Patří mezi hlavní alergeny a zároveň představují vysoké mikrobiologické riziko. Právě z tohoto důvodu se v provozu nepoužívají čerstvá vejce ale pouze sušené varianty. Ty mají mnohonásobně delší trvanlivost, jsou mikrobiologicky bezpečné a nemají náročné podmínky na skladování. Nemusí být uchovávány v chladu. Před použitím je nutné sušenou vaječnou hmotu rehydratovat vodou o teplotě 30 °C dle návodu

výrobce. Vytvořený koloidní roztok má stejné technologické vlastnosti a využití jako syrová vejce (Asghar a Abbas, 2012).

1.2.6 Aditiva

Tato skupina surovin se do těsta přidává především pro lepší vlastnosti a trvanlivost konečného produktu (Holec a Poláková, 2019). Do těsta s vysokým podílem tuku jsou přidávány emulgátory, které řadíme mezi povrchově aktivní látky. Snižují povrchové napětí mezi polární a nepolární fází a spojují tak vodu s tukem, čímž vzniká homogenní těsto. Často se využívá lecitinový emulgátor, který také napomáhá nepřilnutí těsta při pečení k oplatkovacím kleštím (Wassell, 2014). V dřívějších dobách byl místo lecitinu do těsta dáván vaječný žloutek, protože je velmi bohatý na lecitin (Kiosseoglou a Paraskevopoulou, 2014). Mezi významné konzervanty oplatek patří kyselina citronová. Přidává se z důvodu zabránění výskytu plísní. Poměr přidané kyseliny citronové k mouce v receptuře je 1:10. Nadměrné množství kyseliny v receptuře se může projevit kyselou chutí či zhoršením sensorických vlastností. Oplatky mohou být světlejší a tvrdší. Adicí kyseliny citronové může nastat technologický problém při kypření, které je podporováno hydrogenuhličitanem sodným. Tyto dvě látky se však navzájem neutralizují. Je-li v receptuře přítomná kyselina citronová, je vhodné dávku kypřidla navýšit. V některých recepturách je rovněž přidáváno sušené mléko. V něm přítomná laktóza zintenzivňuje hnědnutí při pečení. Zlepšuje se nejen chuť výrobku ale také nutriční hodnoty díky přítomným bílkovinám a minerálním látkám. Přídavek sušeného mléka může naopak zapříčinit kratší trvanlivost nebo hrudkovitost těsta. Ta vzniká při špatném skladování a navlhnutí sušeného mléka (Tiefenbacher, 2017).

1.3 Technologie výroby oplatek

Technologie výroby oplatek je poměrně snadná. Suroviny se smísí do řídkého těsta a následně se pečou ve specializovaných kleštích. Vliv na výslednou kvalitu oplatek má, kromě kvality a množství surovin, i způsob a doba míchání, teplota pečení a doba pečení (Martínez-Navarrete et al., 2004).

1.3.1 Míchání

Celá příprava těsta by měla probíhat za pokojové teploty 20 °C (Nasabi et al., 2021). Cílem je vytvořit těsto s teplotou v rozmezí 12-20 °C. Vyšší teplota zapříčiňuje zvýšení tvrdosti a křehkosti oplatek a zároveň se snižuje trvanlivost těsta. Mikroorganismy, které se do těsta

dostaly společně se surovinami, mají při vyšších teplotách optimální podmínky pro růst a množení, což způsobuje rychlejší kažení těsta. Zchlazení těsta probíhá přidavkem studené vody nebo substitucí části vody za drcený led. (Kadlec, 2002). Lepek je proteinový komplex přítomný v pšenici. Je tvořen gliadinem, který ovlivňuje viskozitu, a glutenin, který má vliv na pružnost a pevnost těsta (Goesaert et al., 2005). Při spojení s vodou, následném míchání a dalším mechanickém namáhání se lepkotvorné bílkoviny zhydratují a nabobtnají. To způsobí vznik pružné a tažné trojrozměrné lepkové sítě, která slouží jako nosná struktura těsta (Rosentrater a Evers, 2018). Množství a vlastnosti lepku ovlivňují technologické vlastnosti oplatek a usnadňuje distribuci těsta v oplatkovacích kleštích při pečení (Kadlec, 2002).

1.3.2 Zrání

Po míchání by se mělo nechat vzniklé těsto zrát při pokojové teplotě. Viskozita těsta se může po vmíchání surovin změnit. Způsobuje to prodleva mezi výrobou těsta a samotným pečením. Při zvýšené aktivitě α -amylázy v mouce a teple se může začít viskozita zvyšovat. V tomto případě by doba mezi mícháním a pečením neměla přesáhnout 30 minut. Pokud je míchání těsta při pokojové teplotě rychlé, pravděpodobnost tvorby lepkových vláken je malá (Dogan, 2006; Tiefenbacher, 2017).

1.3.3 Pečení

Optimální parametry pečení jsou 170 °C, 2 minuty (Nasabi et al., 2021). Oplatky pečené při nižších teplotách se navzdory přítomnému tuku lepí na oplatkovací kleště a trhají se. Při nízkém obsahu vody a nízké teplotě (150 °C) jsou oplatky hutné, tvrdé a roztřepené. Naopak při vyšším obsahu vody je potřeba zvýšit i teplotu pečení na 190 °C, vznikají tmavé, křehké a lehké pláty. Z toho vyplývá, že obsah vody v těstě přímo ovlivňuje teplotu pečení oplatek. Tlak, který vzniká sevřením pečících kleští, napomáhá k rovnoměrnému rozprostření těsta mezi pláty (Dogan, 2006). Jeden z největších vlivů na výslednou barvu oplatek je doba a teplota pečení. Při tomto procesu probíhají Maillardova reakce a karamelizace (Nasabi et al., 2021). Vlhkost, která je obsažena v oplatce těstě po upečení dosahuje 1-2 % (Kadlec, 2002).

1.3.4 Tvarování

Horké oplatkové pláty se buď nechávají po upečení volně vychladnout ve tvaru rovných plátů, nebo se mění jejich tvar dle použití a typu konečného výrobku. Tvarování musí

proběhnout bezprostředně po upečení. Horké oplatkové pláty jsou nejvíce tvárné. Tato operace by měla být rychlá. Musí se stihnout dříve, než upečené pláty vychladnou a ztvrdnou. Oplatky se tvarují do kornoutů, oplatkových misek, trubiček aj. Vliv na flexibilitu těsta má především poměr surovin v receptuře, konkrétně množství cukru (Tiefenbacher, 2017).

1.3.5 Skladování

Po pečení, případně tvarování, je nutné oplatky nechat rozložené. Po vychladnutí se zpevní jejich tvar. Během skladování se rovnoměrně rozloží vlhkost ve výrobku. To následně napomáhá při promazávání krémem. Vlhkost plátů těsně po upečení činí cca 1-3 %, délkou skladování vlhkost stoupá. (Kadlec, 2002) Oplatky mají silné hygroskopické vlastnosti. Nesmí však pohltnout příliš vlhkosti z okolí, přišly by tak o kýženou křupavost a křehkost. Tyto vlastnosti se ztrácí při obsahu vlhkosti 6-7 % (Parasoglou et al., 2010). Před touto hodnotou je ukončeno jejich skladování. Dále se zpracovávají přidavkem náplně či polev anebo se pouze balí do spotřebitelských balení (Kadlec, 2002). Pro dlouhodobém skladování oplatek se vakuově balí či zavírají do polyetylenových zipových sáčků (Nasabi et al., 2021).

1.3.6 Další operace

Po kroku skladování, při kterém se vyrovná vlhkost oplatek, se mohou, ale nemusí dále technologicky zpracovávat. Buď se vyrobené a odleželé oplatky zabalí a rovnou putují na trh nebo se dále promazávají a polévají. Tato část se skládá z aplikování náplně, skládání plátů na sebe, zatížení a chlazení. U promazávání oplatek náplní, u kterých nedošlo k navázání vlhkosti, by docházelo k oddělování jednotlivých vrstev. Hotový výrobek se porcuje a balí. V některých případech před balením přichází ještě operace polévání, nejčastěji kakaovou polevou. Přidavkem náplně se opět zvýšila vlhkost výrobku, která by mohla způsobovat ztrátu křehkosti a křupavosti (Kadlec, 2002).

2 BAREVNÉ PŠENICE

Nejpoužívanější obilovina v potravinářském průmyslu je pšenice, která představuje zároveň i jednu ze základních potravin (Lachman et al., 2017). Jedná se o velmi široký sortiment produktů s širokou škálou využití. Pšenice lze dělit podle obsahu lepku, tvrdosti, barvy či dle vegetačního období (Arendt a Zannini, 2013). Faktory, které mají vliv na kvalitu mouky a na samotnou pšenici, jsou odrůda, klimatické podmínky (teplota, četnost srážek, půda) a hnojení. Chladné, deštivé a celkově vlhké klima při pěstování pšenice má za následek vhodnější vlastnosti mouk určených k výrobě oplatek. Mouky, nejčastější forma zpracování obilného zrna, lze taktéž dělit dle několika aspektů. Základní dělení je dle hrubosti částic nebo podle použití částí zrn na světlou a celozrnnou mouku. Druhý zmíněný druh je vizuálně odlišný tmavšími odstíny. (Gabrovská et al., 2015) To je zapříčiněno přítomností obalových vrstev, které zároveň mohou tvořit škálu různých barev, tím různě barevných mouk (modrá, černá, fialová, červená) (Saini et al., 2021). Potřeby společnosti se posouvají a mění. Spotřebitelé si žádají nutričně vyvážené výrobky s navýšenými benefity na zdraví. Tyto požadavky by mohly splňovat výrobky z barevných pšenic. Takové obiloviny nejenže zvyšují nutriční hodnotu, ale výborně fungují i jako antioxidanty (Saini et al., 2021). Barevné pšenice nevznikly vývojem rostlin, které se přirozeně vyskytovaly v přírodě. Barevnosti zrn bylo dosaženo až šlechtěním a genetickou úpravou (Beta, Li a Apea-Bah, 2019).

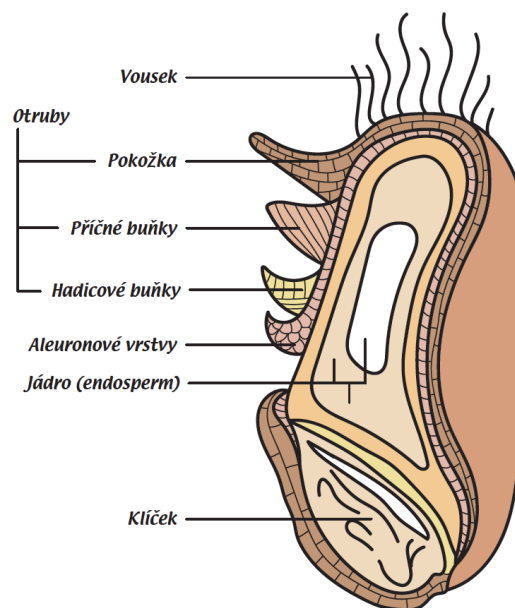
2.1 Charakteristika

Pojmem „barevné pšenice“ jsou myšleny pšenice, které mají v zrně přítomny antokyany nebo karotenoidy (Martinek, 2021). Pšenice setá (*Triticum aestivum*) je jednoletá tráva z čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Jedná se o jednu z nejdůležitějších polních plodin na celém světě. Původně se pšenice vyskytovala v jihozápadní Asii jako planě rostoucí rostlina. Postupem času se vyvinula do současné (domestikované) podoby a rozšířila se do celého světa. V současnosti pšenice tvrdá, určená k výrobě těstovin, tvoří cca 5% celkové světové produkce. Zbýlých 95 % zabírá pšenice setá. Ve srovnání s ostatními obilovinami má pšenice ve svém zrně přítomny bílkoviny, které jsou schopny tvořit trojrozměrnou síť (lepek). Toho se využívá v pekařském a cukrářském průmyslu (Gabrovská et al., 2015). Některé odrůdy jsou využívány také v jiných odvětvích, např. pšeničný slad v pivovarnictví nebo na výrobu škrobu. Pšeničné produkty, které mají na trhu svá stálá místa, jsou bulgur a kuskus. Oba se vyrábějí zpracováním pšeničné krupice. Je čím dál větší snaha využívat celozrnnou mouku. Ačkoliv jsou výrobky z pšenice velice populární, mohou být nebezpečné

pro alergiky a celiaky, kteří trpí nesnášenlivostí na lepek. Obecně lze říci, že pšenice si svou popularitu získala agronomickou přizpůsobivostí, nutriční hodnotou a dlouhou skladovatelností (Arendt a Zannini, 2013).

2.2 Anatomické složení zrna

Pšeničné zrnko, které je typicky oválného tvaru, je tvořeno třemi hlavními částmi – obalovými vrstvami, endospermem a klíčkem (Gabrovská et al., 2015). Stavba zrna je vidět na Obrázek 1. Průměrná hmotnost je 30-40 mg. Napříč zrnem, od horního vrcholu ke spodnímu, vede rýha, ve které se shromažďuje prach, škůdci a mikroorganismy (Arendt a Zannini, 2013).



Obrázek 1 Stavba pšeničného zrna
(Zdroj: Akademie kvality, 2020)

2.2.1 Obalové vrstvy

Obalové vrstvy tvoří 13-17 % z celkového zrna (Bláha, Kopová a Šrek, 2007). Jejich hlavní funkcí v obilném zrně je ochrana. Jedná se o nejsvrchnější část obilky, která zvyšuje odolnost proti vysychání, ale také vůči vnějším vlivům. Po výstupu z mlýna se obalovým vrstvám říká otruby. Obalové vrstvy jsou převážně tvořené nerozpustnými polysacharidy, konkrétně celulózou, která je charakteristická svou mechanickou odolností. Podpovrchové vrstvy jsou rovněž složeny z polysacharidů, avšak látky tohoto typu ve vodě bobtnají nebo tvoří velmi pevné struktury. Vlákna přítomná v obalových vrstvách se využívá jako zdroj vlákniny ve výživě člověka. Kromě vlákniny jsou zde přítomny minerální látky a vitamíny skupiny B (Gabrovská et al., 2015). Je zde absence škrobu a bílkoviny (Shewry et al., 2013).

Při technologickém zpracování vláknina ovlivňuje chování těsta. Rovněž má také vliv na barvu výsledného produktu (Arendt a Zannini, 2013).

2.2.2 Klíček

Klíček je nejmenší část zrna, která slouží k růstu celé rostliny. Hmotnost klíčku v zrnu činí pouhých 2–3 % z celkové hmotnosti zrna. Můžeme ho nazvat zárodkem nově vznikající pšenice. Vždy je lokalizován ve spodním konci zrna (Arendt a Zannini, 2013). Je to zdroj tuků, bílkovin, enzymů, hormonů, vitamínů a minerálních látek (Bláha, Kopová a Šrek, 2007). Díky vysokému množství lipidů je při mlýnském zpracování oddělován, snižoval by výslednou trvanlivost a urychloval kažení (Arendt a Zannini, 2013).

2.2.3 Endosperm

Celá vnitřní část zrna, vyjma klíčku, se nazývá endosperm. Zaujímá přibližně 80–85% hmotnosti zrna (Gabrovská et al., 2015). Jádru zrna mívá žlutohnědou až žlutou barvu. Ta se ovšem může změnit až do červenohnědých odstínů, což je dáno přítomností červených pigmentů v obalové vrstvy zrna. Na trhu se zřídka vyskytují i zrna s fialovými či černými pigmenty. Na barvu zrna mají vliv hlavně genetické predispozice. Pšeničná mouka je tvořena výhradně endospermem, proto je to největší a zpracovatelsky nejdůležitější část pšeničného zrna. Jeho funkce je zásobní. Obsahuje všechny důležité látky pro růst klíčku (Arendt a Zannini, 2013). Endosperm je převážně tvořen škrobovými buňkami a bílkovinami. Škrob je zde zastoupen nejhojněji, tvoří až 80 % endospermu. Neméně významné jsou bílkoviny, které jsou zastoupeny patnácti procenty (Gabrovská et al., 2015). Množství bílkovin má přímý vliv na kvalitu a využitelnost mouk. Směrem ze středu zrna se koncentrace škrobu zvyšuje, s bílkovinami je to naopak. Od vnějších obalových vrstev je endosperm oddělen tzv. aleunovou vrstvou. Při mlýnském zpracování je tato vrstva považována za obalovou vrstvu, a proto je rovněž odstraňována (Arendt a Zannini, 2013).

2.3 Chemické složení zrna

Chemické složení zrna, konkrétně kvantitativní zastoupení chemických složek, je velice variabilní. Závisí především na druhu a odrůdě pšenice. Svůj vliv mají i podmínky pěstování, sklizení a posklizňové operace (Bláha, Kopová a Šrek, 2007).

2.3.1 Sacharidy

Hlavní zásobní složka pšeničného zrna je škrob, který je považován za nejdůležitější rezervní polysacharid u rostlin (Gabrovská et al., 2015). V zrně je nejvíce zastoupený v endospermu a tvoří až 60-75% sušiny zrna (Shewry et al., 2013). Škrob je složený z amylozy a amylopektinu, jejich poměrové zastoupení je 25–28% amylozy a 72–75 % amylopektinu. Obě složky škrobu jsou tvořeny glukózou. Rozdíl mezi nimi spočívá v typu vazby mezi stavebními jednotkami. Amylóza je lineárně složená molekula tvořená α -(1→4) glykosidickou vazbou. Počet glukóz v amyloze se pohybuje mezi 500–6000. Amylopektin je oproti amyloze větší a více rozvětvený. Důvodem jsou převládající vazby α -(1→6), které vytváří prostorově rozmanitou strukturu. Počet glukozových jednotek se pohybuje mezi 3×10^5 až 3×10^6 (Goesaert et al., 2005). Odlišnosti látek se také projevují v přítomnosti vody. Amylóza je ve vodě rozpustná, zatímco amylopektin interakcí s vodou bobtná a není schopen vytvořit koloidní roztok (Kadlec, 2002). Při pokojové teplotě škrob dokáže navázat až polovinu své hmotnosti vody. Nerozpustí se v ní, ale nabobtná. Působením teploty (45–75 °C) na pšeničný škrob dochází k želatinaci škrobu a vzniká gel. Pokud škrob nemá k dispozici dostatek vody, k tomuto nevratnému ději dochází pomaleji (Goesaert et al., 2005). Součástí pšeničného zrna jsou i neškrobové polysacharidy, jejichž hlavním zástupcem je celulóza. V zrně se nachází především v obalových vrstvách. Vyznačuje se nerozpustností a nebobtnavostí. Z výživového hlediska se celulóza považuje za vlákninu (Gabrovská et al., 2015). V pšeničném zrně, především v klíčku, jsou přítomny i monosacharidy, avšak v zanedbatelném množství (Kadlec, 2002).

2.3.2 Bílkoviny

Celkový obsah bílkovin v obilném zrně se pohybuje mezi sedmi a devatenácti procenty v sušině. (Holec a Poláková, 2019). Z technologického hlediska rozdělujeme bílkoviny na lepkotvorné a nelepkotvorné. Bílkoviny, které lepek tvoří, zaujímají 15–20 % z celkových proteinů. Jejich výskyt je především ve vnějších vrstvách zrna. Lepkotvorné bílkoviny tvoří až 85 % všech bílkovin a jsou lokalizovány převážně v endospermu. Zde tvoří strukturu okolo škrobových granulí. Tento druh bílkovin není rozpustný ve vodě, ani ve slabých solných roztocích (Goesaert et al., 2005). S vodou dokáží omezeně bobtnat a vytvářet viskózní koloidní gely, které se mechanickým namáháním přeměňují na pevný gel zvaný lepek. (Gabrovská et al., 2015). Vliv na množství bílkovin v pšeničném zrně má i obsah dusíku v půdě, který se k rostlině dostává prostřednictvím hnojiv (Shewry et al., 2013). Nejvýznamnější bílkoviny tvořící lepek jsou gliadiny a gluteniny. Jejich vzájemný poměr je

obvykle 1:1. Gliadiny se řadí mezi monomery, zatímco gluteniny jsou tvořeny polymerním systémem. Tento komplexní systém se mění podle odrůdy pšenice (Goesaert et al., 2005).

2.3.3 Lipidy

Na rozdíl od předchozích dvou složek se lipidy objevují v nízkém zastoupení, a to 3–4 % v zrně. Až třetina všech lipidů je lokalizována pouze v klíčku. Ostatní jsou rovnoměrně rozprostřeny v celém obilném zrně, nachází se především v membránách a organelách buněk. Přibližně 60 % lipidů tvoří nepolární lipidy, 25% glykolipidy a 15% fosfolipidy. Lipidy v pšeničném zrně lze dělit na škrobové, kde jsou lipidy na škrob vázány a na neškrobové, kde se interakce mezi škrobem a tukem nevyskytuje. Tuky přítomné v pšenici jsou tvořené triacylglyceroly. Pšeničné zrně je bohatý zdroj nenasycených mastných kyselin, tj. kyseliny linolové (C18:2), kyseliny linolenové (C18:3), kyseliny olejové (C18:1). Pouze čtvrtina všech mastných kyselin patří do skupiny nasycených. Hlavními představiteli jsou kyselina palmitová (C16:0) a kyselina stearová (C18:0) (Goesaert et al., 2005, Arendt a Zannini, 2013). Právě nenasycené mastné kyseliny nejvíce podléhají oxidaci, což následně způsobuje žluknutí mouky při dlouhodobém skladování (Kadlec, 2002). Z toho důvodu se klíčky při mlynářských technologiích odstraňují (Arendt a Zannini, 2013).

2.3.4 Minerální látky

Minerální látky tvoří pouze procento z celku pšeničného zrna. Obsah je poměrně proměnlivý, závisí na některých faktorech jako je půda nebo klima při pěstování. Největší kumulace minerálních látek se nachází v aleuronové vrstvě a v obalových vrstvách. Pro lidský organismus jsou minerální látky v zrně obtížně využitelné, proto nízký obsah není z výživového hlediska problém. Sloučeniny, které se vyskytují v pšeničném zrně, jsou fosforečnany a sírany. Dále se zde nachází draslík, hořčík, a vápník. V menší množství je obsaženo železo, mangan, zinek, a měď. V zrně jsou přítomny i další prvky ve stopovém množství (Arendt a Zannini, 2013). Nejvíce zinku je přítomno v zelené pšenici, modrá zrna obsahují v největší míře vápník (Saini et al., 2021).

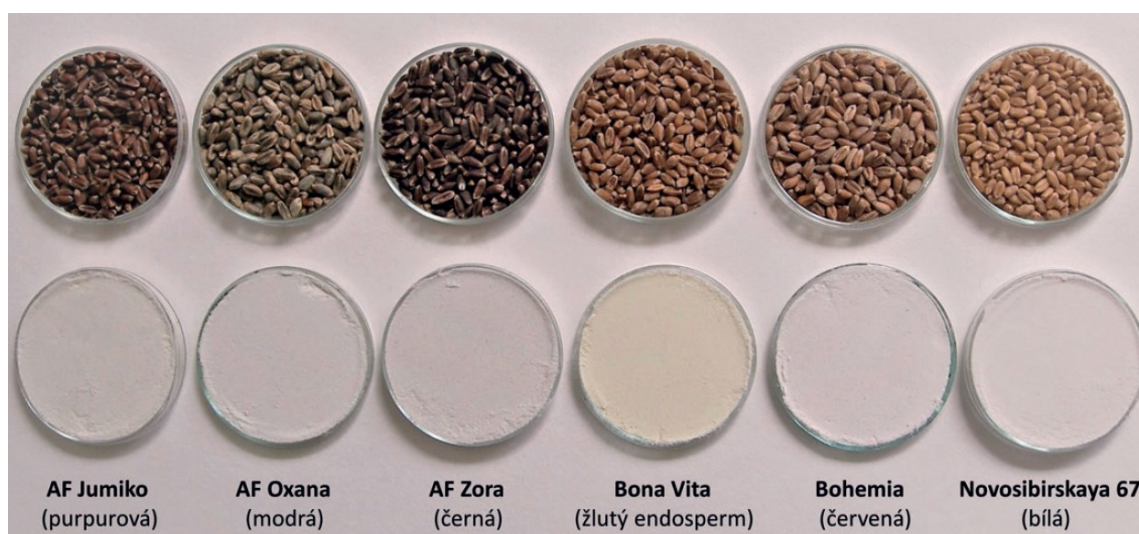
2.3.5 Vitamíny

V pšeničném zrně se vitamíny nachází především v obalových vrstvách a v klíčku. V endospermu je vitamínů zanedbatelné množství. Přítomny jsou vitamíny skupiny B, zejména thiamin (B₁), riboflavin (B₂), niacin (B₃), pyridoxin (B₆) a foláty (B₉) (Shewry et al., 2013). Nechybí ani lipofilní vitamíny, např. vitamin E (tokoferol). Součástí

zrna je i skupina látek zvaná karotenoidy, jejichž zástupci (β -karoteny) jsou prekurzory vitamínu A (retinol), který podporuje normální funkci zraku. Karotenoidy, jakožto barevné látky, dokáží ovlivnit konečnou barvu výrobku. Tento jev se nejvíce projevuje při výrobě těstovin (Arendt a Zannini, 2013; Ficco et al., 2014).

2.3.6 Barviva

Barvu zrna pšenice lze ovlivňovat pomocí šlechtění pšenice. Různé uskupení genů v pšenici způsobuje konkrétní odstíny zrna. Látky mající vliv na barvu pšeničného zrna se řadí do skupiny fytochemikálií. Většina pigmentů pšenice je přítomna v obalových vrstvách zrn, proto je vhodné tyto zrna zpracovávat výhradně jako mouky celozrnné (Lachman et al., 2017). Kromě genetiky mají na barvu pšenice případně výrobků z ní vliv i podmínky pěstování a následné technologické zpracování (Ficco et al., 2014). V pšeničném zrně jsou dvě hlavní skupiny látek tvořící pigmenty: antokyany a karotenoidy. Obě tyto látky mají příznivý vliv na lidské zdraví. Dokáží snížit riziko některých onemocnění a jsou silnými antioxidanty. Z tohoto důvodu se šlechtitelé pšenic pokouší akumulovat co nejvíce antokyanů nebo karotenoidů v pšeničném zrně a tím zvýšit nutriční hodnoty z nich vyrobených produktů (Martinek, 2021). Vliv na množství barviv v moukách má granulace. Jemně mleté (hladké) mouky obsahují více antokyanů, karotenoidů a dalších barviv než hrubě mleté mouky (Saini et al., 2021). Na Obrázek 2 Ukázky barev zrna pšenice a barevných odstínů mouky z laboratorního mlýna Bühler MLU-202 jsou vidět příklady zrn barevných pšenic a z nich umleté mouky.



Obrázek 2 Ukázky barev zrna pšenice a barevných odstínů mouky z laboratorního mlýna Bühler MLU-202

(Zdroj: Martinek, 2021)

2.3.6.1 *Antokyany*

Antokyany, řadící se k flavonoidům, se v pšenici hromadí v aleuronové vrstvě nebo perikarpu. V rostlinách tvoří černou, modrou, fialovou či červenou barvu, případně kombinace těchto barev (Ficco et al., 2014). Modré pigmenty jsou lokalizovány v aleuronové vrstvě, zatímco fialová barva se vyskytuje v obalových vrstvách (Lachman et al., 2017). Největší koncentrace antokyanů je u černé pšenice, množství se dále postupně snižuje v modrých, fialových a následně v červených odstínech. Nejmenší množství je v pšenicích jantarové barvy (Saini et al., 2021). Přítomnost antokyanů ve stravě přináší mnohé benefity pro lidský organismus. Antokyany mají protizánětlivé účinky, působí jako prevence kardiovaskulárních i nádorových onemocnění, snižují riziko rakoviny tlustého střeva. Dokáží bojovat proti hyperglykemii, ateroskleróze, diabetu II. typu, obezitě. Mají i silné antioxidační účinky (Martinek, 2021). Díky těmto přínosům na lidské zdraví je pokoušeno pomocí genetických úprav rostlin zvyšovat množství antokyanů v potravinách (Ficco et al., 2014). Udržet vysoké množství těchto látek ve výrobcích není snadné. Pečením nebo jinou tepelnou úpravou se množství antokyanů snižuje, protože jsou termolabilní. (Beta, Li a Apea-Bah, 2019). Další aspekty, které mají vliv na stabilitu antokyanových barviv, jsou pH nebo teplota prostředí (Martinek, 2021). V obalových vrstvách se dále mohou kumulovat samotné flavonoidy, které jsou bezbarvé, bílé nebo nažloutlé. Červená barva pšeničného zrna se projevuje díky přítomným flobafenům, které rovněž patří k flavonoidům (Saini et al., 2021).

2.3.6.2 *Karotenoidy*

Karotenoidy se vyskytují převážně v endospermu a způsobují žlutooranžové pigmenty (Ficco et al., 2014). Tyto barviva se nejvíce projevují při výrobě těstovin. Dávají jim charakteristickou barvu, dle které se posuzuje kvalita těstovin (Gabrovská et al., 2015). Karotenoidní barviva lze rozdělit do dvou rozdílných chemických struktur: karoteny (5%) a xantofyly. Do těch spadá i hlavní karotenoid lutein, který představuje až 94 % z celkového počtu těchto pigmentů (Ficco et al., 2014). Karotenoidy kromě vlivu na barvu, zvyšují nutriční hodnotu výrobku a jsou zároveň i antioxidanty. Některé druhy látek z této kategorie jsou provitamíny vitamínu A. Karotenoidy rovněž ochraňují kůži i oči před UV a slunečním zářením a zároveň mají příznivý vliv na imunitní systém (Martinek, 2021) V průběhu

skladování se obsah karotenoidů může snižovat z důvodu enzymatických oxidačních procesů, které způsobují změnu barvy výrobku (Lachman et al., 2017)

2.4 Odlišnost oproti běžné pekárenské pšenici

Úprava genů v pšenici má vliv nejen na barvu zrna, ale také na stavbu rostliny. Genetická úprava pšenice cílí na vyšší výnos zrna a nižší výnos slámy. Toho je docíleno zvětšením klasů a současným snížením rostliny (Ficco et al., 2014). Chemické složení barevných pšenic je přínosnější než u pšenic standartních. Kromě zvýšené antioxidační aktivity barevných pšenic mají i větší koncentraci bílkovin, více esenciálních aminokyselin a obsahují ve větší míře zinek, železo a hořčík (Saini et al., 2021).

2.5 Využití v potravinářství

Namleté barevné pšenice i s otrubami se mohou v potravinářství využívat obdobně jako bílé pšeničné celozrnné mouky. Obě varianty jsou vhodnými zdroji vlákniny (Lachman et al., 2017). Pekařské výrobky a těstoviny jsou ve stravě hojně zastoupené položky. Přidáním 2-6 % barevné mouky do receptury se zvýší hodnota vlákniny i antioxidační aktivity výrobku (Saini et al., 2021). V současnosti se v potravinářství využívají barevné rýže a kukuřice, ze které se vyrábějí barevné tortilly. Použití barevných pšenic zatím není obvyklé (Ficco et al., 2014). Neustále je snaha přestat používat syntetická barviva a nahradit je přírodními. Barevné pšenice jsou skvělými nástroji k uskutečnění tohoto úsilí (Lachman et al., 2017). Barviva by se dala extrahovat z obalových vrstev, ve kterých je většina pigmentů lokalizována. Náhrada za syntetická barviva by mohla nastat i v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu (Saini et al., 2021). I když množství pigmentů v mouce není nijak vysoké, při technologickém zpracování přítomnost barviv ovlivňuje produkci výrobků. Funkční potraviny z barevné pšenice se nyní vyrábějí pouze v malých množstvích. Příkladem jsou fialové celozrnné muffiny nebo pivo vyrobené z fialové pšenice. Z černé pšenice se vyrábí sníadaňové cereálie nebo instantní nudle. Na trhu jsou sušené nudle vyrobené z modré pšenice. Je známo že jak antokyany, tak i karotenoidy příznivě ovlivňují zdraví člověka. Pro své zdravotní benefity, především antioxidační vlastnosti, by se barevné pšenice mohly zařazovat do tzv. funkčních potravin (Beta, Li a Apea-Bah, 2019).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo ověřit využitelnost mouk z barevných pšenic při výrobě trvanlivého pečiva, konkrétně oplatek. Po samotné výrobě oplatek se dále zkoumala textura, respektive křupavost a křehkost jednotlivých druhů oplatek. Všechny získané hodnoty byly srovnávány se hodnotami standardu (pšeničná hladká celozrnná mouka). Byl zkoumán i vliv skladování při pokojové teplotě. Sledovány byly rozdíly v křehkosti oplatek. Součástí práce bylo i sensorické hodnocení oplatek.

4 MATERIÁL

4.1 Mouka hladká celozrnná

Dle vyhlášky č. 18/2020 Sb. týkající se požadavků na mlýnské obilné výrobky se celozrnná mouka definuje jako obilný výrobek, získaný drcením celého zrna obilovin nebo pseudoobilovin nebo rozemláním jeho jednotlivých složek a obsahující všechny složky zrna, tedy endosperm, otruby a klíček, ve stejném poměru jako má původní zrna. Barva této mouky je dle vyhlášky hnědavá, načervenalá nebo tmavočervená. Legislativní podmínky pro granulaci celozrnné mouky jsou: velikost ok 1129 μm a propad minimálně 96 %. Obsah minerálních látek je 1,90% hmotnosti v sušině (Česká republika, 2020).

4.1.1 Pšeničná mouka celozrnná jemně mletá

Pšeničná mouka celozrnná jemně mletá PROBIO Bio má přirozeně tmavší barvu a je nutričně bohatá. Dle výrobce PRO-BIO s.r.o. Česká republika je tato mouka vhodná na výrobu jemného pečiva, perníků, chlebů ale i pizzy. Pěstování pšenice pro tento druh mouky probíhá za ekologických podmínek, společnost vlastní certifikát ekologického zemědělství. Mletí probíhá za šetrných podmínek (PROBIO). Tento vzorek mouky byl považován za standard.

- Obsah dusíkatých látek: 11-15 % (Razon, 2023)
- Vaznost mouky: 65 % (Okuda et al., 2016)

4.1.2 Vzorok barevných mouk

Vzorok mouk z barevných pšenic poskytl Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o. a společnost SELGEN a.s.

4.1.2.1 Černá mouka odrůdy AF ZORA

Odrůda ozimé pšenice AF ZORA, jež má velké černě zbarvené zrna díky vysokému obsahu antokyanů, je první registrovaná evropská odrůda pšenice s takto barevným zrnem. Barviva jsou lokalizována v obalových vrstvách. Mouka z pekařské odrůdy AF ZORA (Obrázek 3) vznikla za účelem výroby potravin, které by měly další nutriční přínos. Pekařská kvalita kategorie B.

- Objemovou výtěžnost pečiva: vysoká (543 ml/100g mouky)
- Obsah dusíkatých látek: vysoký (12,3 %)

- Obsah mokrého lepku: (29 %)
- Gluten index: 68
- Hodnota Zelenyho testu (sedimentační test): nízká (23 ml)
- Vaznost mouky: středně vysoká (53,7 %)
- Hodnota čísla poklesu: středně vysoká (288 s)

(Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o.)



Obrázek 3 Černá mouka odrůdy AF ZORA

4.1.2.2 Modrá mouka odrůdy AF OXANA

Česká odrůda ozimé pšenice AF OXANA je druhá modrá pšenice na trhu. Stejně tak jako AF ZORA se jedná o pekařskou odrůdu. Má vysoký obsah barevných látek – antokyanů v aleuronové vrstvě zrna, která je součástí endospermu zrna. Modrá barva se projevuje i na listech rostliny. AF OXANA má velké zrno. Pekařská jakost je skupiny B. Výrobky z mouky této odrůdy mají našedlé zbarvení (Obrázek 4). Zrno AF OXANA má vynikající pekařské vlastnosti, je velmi vhodná na výrobu kynutého chleba.

- Objemovou výtěžnost pečiva: vysoká (583 ml/100g mouky)
- Obsah dusíkatých látek: vysoký (14,7 %)
- Hodnota Zelenyho testu (sedimentační test): vysoká (63 ml)
- Vaznost mouky: středně vysoká až vysoká (59,2 %)
- Hodnota čísla poklesu: středně vysoká až nízká
- Objemová hmotnost zrna: nízká (770 g/l)

(Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o.)



Obrázek 4 Modrá mouka odrůdy AF OXANA

4.1.2.3 Červená mouka odrůdy Vanessa

Odrůda ozimé pšenice Vanessa se řadí do potravinářské jakosti C. Není tedy vhodná pro použití v pekařském průmyslu. Má měkkou strukturu endospermu. Ukázka mouky je na Obrázek 5.

- Obsah dusíkatých látek: 12,6 %
- Hodnota Zelenyho testu (sedimentační test): nízká (24 ml)
- Vaznost mouky: 48,6 %
- Hodnota čísla poklesu: středně vysoká až nízká (262 s)
- Objemová hmotnost zrna: nízká (752 g/l)

(Selgen a.s.; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2019)



Obrázek 5 Červená mouka odrůdy Vanessa

4.2 Cukr krupice

Jako sladidlo bylo při výrobě oplatek použito cukru krupice. Jedná se o bílý řepný cukr.

Výrobce: Cukrovar Vrbátky a.s. Česká republika

4.3 Sušená vaječná melanž

Sušená vaječná melanž nahrazuje v receptuře čerstvá vejce. Jsou to trvanlivá sušená dehydrovaná vejce, které se před použitím obnoví přidavkem vody. Výrobce: Schubert partner a.s. Česká republika

4.4 Tuk

V receptuře byl použitý rostlinný tuk na pečení a vaření Hera classic s obsahem tuku 72 %. Tuky přítomné v tomto výrobku jsou palmový a rostlinné oleje (řepkový a slunečnicový) v různém poměru. Výrobce: Upfield ČR spol. s.r.o.

5 TECHNOLOGIE VÝROBY

Výroba oplatek spočívala v navážení surovin, smíchání surovin a vytvoření homogenního těsta, dále následovalo zrání těsta, a nakonec pečení v oplatkovacích kleštích. Bezprostředně po upečení nastalo vyrovnání a chlazení. Po těchto úkonech bylo možné oplatky měřit na texturometru.

5.1 Receptura

Surovinová skladba nebyla vymyšlena autorem ani vedoucím bakalářské práce. Byla použita receptura uvedená v manuálu k oplatkovači, který byl použit při výrobě oplatek. Receptura byla mírně upravena.

300 g	mouky
250 ml	vody
240 g	cukru
175 g	másla
2 ks	vejce (106 g obnovené vaječné melanže)

5.2 Technologická výroba

5.2.1 Navážení a příprava surovin

První krok při výrobě oplatek byla obnova sušené vaječné melanže. Poměr mezi melanží a vodou byl 100 g : 300 g. Následovalo vážení všech surovin receptury. Navážený tuk se nechal rozpustit a následně zchladnout na pokojovou teplotu.

5.2.2 Míchání a zrání těsta

Míchání surovin proběhlo pomocí kuchyňského robota ETA Gratus s hnětacím hákem pro bezlepková těsta (Obrázek 6). Nejprve byly smíchány všechny sytké suroviny, tj. mouka a cukr. Po uplynutí 1 jedné minuty byly přidány i ostatní suroviny (rekonstituovaná vaječná melanž, voda a rozpuštěný tuk). Všechny suroviny byly míchány 10 minut do vzniku homogenního těsta. Vymíchané stejnorodé těsto se nechalo zrát při pokojové teplotě. Doba zrání bylo 60 minut.



Obrázek 6 Kuchyňský robot ETA Gratus s hnětacím hákem pro bezlepková těsta
(Zdroj: Chefshop.cz)

5.2.3 Pečení

Pečení oplatek probíhalo v oplatkovacích kleštích značky Cloer typ 0261 (Obrázek 7). Do nahřátého přístroje bylo aplikováno 10 ml těsta. Kleště byly okamžitě přitlačeny a drženy u sebe tak, aby vznikající pára kleště neoddalovala a neovlivňovala tak pečení. Doba pečení byla přibližně 35 vteřin.



Obrázek 7 Oplatkovací kleště značky Cloer typ 0261
(Zdroj: ab-com.cz)

5.2.4 Tvarování a chlazení

Z horkých upečených plátů oplatek byly vykrojeny kulatým vykrajovátkem stejně velké kruhy o totožném průměru. Tímto krokem je zamezeno ovlivnění měřených výsledků nepravidelným tvarem vzorků. Stejně velké vykrojené vzorky oplatek se nechaly vychladnout při pokojové teplotě ve vodorovné pozici na chladícím roštu. Po tomto kroku byla část šarže oplatek zabalena a uskladněna a druhá část oplatek byla podrobena texturometru a senzorické analýze.

5.2.5 Skladování oplatek

Část vyrobených oplatek byla uložena a skladována po dobu 14 dní. U těchto vzorků bylo následně pozorováno chování v čase skladování. Oplatky byly uloženy v papírových sáčcích při pokojové teplotě. Po uplynutí dvou týdnů byly oplatky zkoumány na textuometru a následně byly podrobeny senzorické analýze.

6 HODNOCENÍ KVALITY OPLATEK

Všechny vyrobené šarže oplatek byly měřeny na texturometru a rovněž byla provedena senzorická analýza vzorků.

6.1 Měření textury

Textura oplatek byla měřena na texturometru TA-XT plus od výrobce Stable Micro Systems Ltd. (Godalming, United Kingdom) a kuličkovou sondou (Obrázek 8). Měření určitého vzorku probíhalo vždy v den výroby a následně bylo opakováno u vzorků po skladování. Hodnoty byly srovnány mezi sebou jak z pohledu vlivu skladování, tak i z pohledu použité mouky.



Obrázek 8 Texturometr TA-XT (vlevo), Kuličková sonda (vpravo)

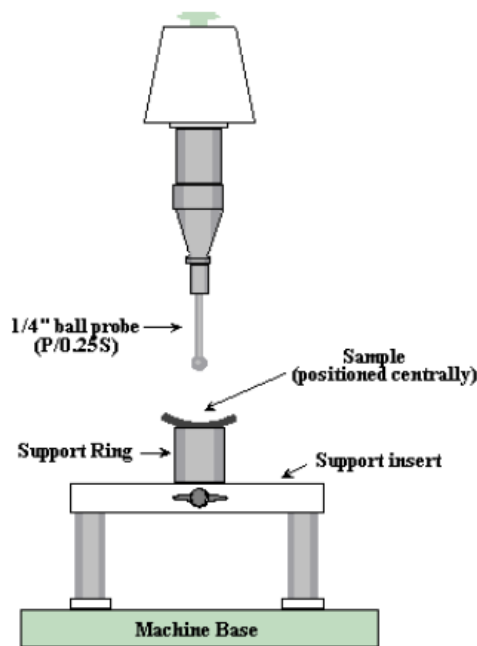
(Zdroj: Stable micro systems)

6.1.1 Princip měření textury

Test je založený na penetraci sondy vzorkem. Kuličková sonda se používá k měření lámavosti vzorku. Zároveň s připevněním této sondy se vymění i podložka, na kterou se měřený vzorek oplatek pokládá. Podložka byla opatřena podpurným prstencem (dutým válcem), kterým sonda při měření proniká. Schéma sestaveného texturometru je vidět na Obrázek 9. Texturometr byl nastaven na parametry měření tortillových chipsů. Hodnoty na měření přímo oplatek nejsou dosud standardizovány. Parametry nastavení byly: 1,0 mm/s rychlost před testem, 1,0 mm/s rychlost během testu, 10,0 mm/s rychlost po testu, vzdálenost 3 mm, spouštěcí síla 5 g.

Po samotném měření přístroj vygeneruje graf, z kterého lze vyčíst 3 parametry:

- Sílu, která je potřebná k prasknutí oplatky. V grafu znázorněn jako nejvyšší pík.
- Práci, která je potřeba vykonat k narušení oplatky. V grafu znázorněn jako plocha pod křivkou.
- Čas, který uplynul, než došlo k prasknutí oplatky. V grafu je znázorněn osou x.



Obrázek 9 Schéma sestaveného texturometru TA-XT
(Zdroj: Stable micro systems)

6.1.2 Vyhodnocení výsledků

Získané hodnoty z texturometru byly statisticky vyhodnoceny v programu Statistica 14.0.0.15 od společnosti Tibco software s.r.o. Praha. Vyhodnocení proběhlo dvou faktorovou analýzou variace ANOVA. Zkoumané faktory byly použitá mouka a doba skladování. Test, který byl použit se jmenuje Turkey HSD test. Určuje, mezi kterými vzorky je rozdíl, a které vzorky jsou shodné.

6.2 Senzorická analýza

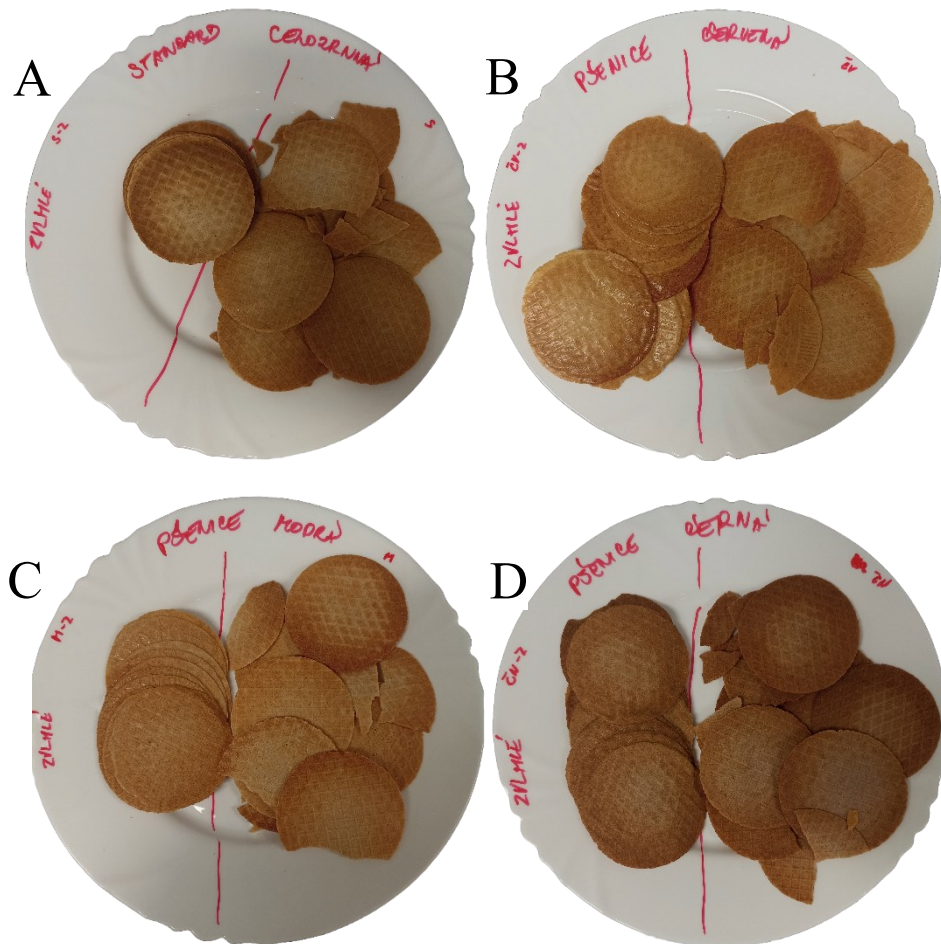
Kromě měření textury byly oplatky podrobeny rovněž sensorickému hodnocení. Zkoumány byly vzorky před skladováním ale i po 14 dnech skladování. Devítičlenná skupina hodnotitelů, kteří sensorické posouzení prováděli, byla složena ze studentů i zaměstnanců

Ústavu technologie potravin na technologické fakultě UTB ve Zlíně. Přítomny byly ženy i muži. Vzor hodnotitelského protokolu pro senzoričnou analýzu je přiložen v příloze. Při senzoričném hodnocení byly hodnoty parametrů zaznamenávány na úsečku, přičemž levému konci úsečky byla přiřazena hodnota 0 a pravému hodnota 10. Hodnocenými parametry byly:

- Barva: kde 0 značí velmi světlou barvu a 10 značí velmi intenzivní barvu oplatky.
- Barva po použité surovině: kde 0 značí neznatelnou, velmi světlou barvu a 10 značí velmi intenzivní sytou barvu oplatky.
- Rovnoměrnost: kde 0 značí rovnoměrný hladký povrch a 10 značí hrubý, popraskaný, nerovnoměrný povrch oplatky.
- Velikost vzduchových bublin (pórů): kde 0 značí velmi malou velikost vzduchových bublin (pórů) a 10 značí velké vzduchové bubliny (póry) v oplatkách.
- Tvrdost: kde 0 značí příliš měkkou oplatku a 10 značí příliš tvrdou oplatku.
- Rozplývavost na jazyku: kde 0 značí nerozplývající se, lepkavou a mazlavou oplatku a 10 značí ideální rozplývavost vyvolávající příjemný pocit v ústech.
- Lánavost: kde 0 značí necelistvou, drobivou oplatku při lomu a 10 značí soudržnou a nedrobivou oplatku při lomu.
- Křehkost: kde 0 značí navlhlou, houževnatou a nelomivou oplatku a 10 značí křehkou a snadno lámavou oplatku.
- Intenzita sladké chuti: kde 0 značí prázdnu a nevýraznou chuť a 10 značí příliš sladkou chuť oplatky.
- Přítomnost pachutí: kde 0 značí zcela bez cizích pachutí a 10 značí jednu nebo více nepříjemných pachutí.
- Intenzita celozrnné vůně: kde 0 značí prázdnu, nevýraznou vůni nebo bez vůně a 10 značí typickou, velmi příjemnou vůni po celozrnném pečivu nebo sladu.
- Přítomnost příchutí: kde 0 značí zcela bez cizích pachů a 10 značí jeden nebo více nepříjemných pachů.
- Celkový dojem: kde 0 značí velmi neuspokojivý výrobek nevyhovujících vlastností a 10 značí vynikající výrobek s výbornými vlastnostmi.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Vyrobené oplatky z pšeničné celozrnné mouky a oplatky vyrobené z mouk barevných pšeníc jsou zobrazeny za Obrázek 10. Talíř je vždy rozdělen na 2 poloviny. Na levé části jsou oplatky, které byly 2 týdny skladovány. Na pravé polovině jsou čerstvě vyrobené oplatky.



Obrázek 10 Vyrobené oplatky z pšeničné mouky celozrnné hladké (A), červené mouky odrůdy Vanessa (B), modré mouky odrůdy AF OXANA (C), černé mouky odrůdy AF ZORA (D)

Při vyhodnocování výsledků byly veškeré hodnoty srovnávány se standardem, tj. s oplatkami z celozrnné pšeničné mouky jemně mleté. Získané hodnoty byly zpracovány, včetně směrodatných odchylek a následně z nich byly vypracovány následující grafy.

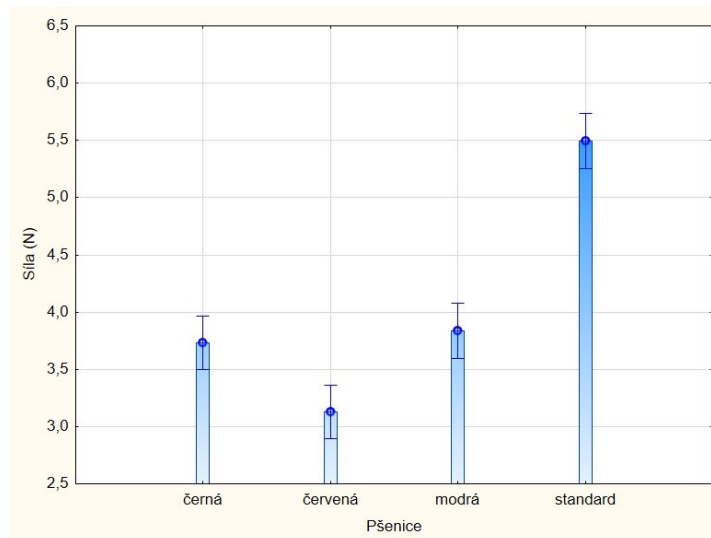
Z grafu ukazující závislost síly (Obrázek 11) a práce (Obrázek 12) potřebné k prasknutí oplatek na druhu použité mouky je zřejmé, že oplatky vyrobené z mouk barevných pšeníc jsou křehčí než standard. Král et al. (2018), který zkoumal texturní vlastnosti bulek vyrobených z mouk barevných pšeníc, zjistil rovněž nižší tvrdost výrobků z modré mouky než u standardu z celozrnné pšeničné mouky. Podle Krále et al. (2018) může být nižší tvrdost

u výrobků z modré mouky způsobena rozdílnou vazností mouky. Dle něj by vliv mohlo mít i chemické složení těsta, které je ovlivněno přítomnými barvivy v mouce.

Získané hodnoty vlastních měření jsou ovšem rozdílné s výsledky práce Šebestíkové et al. (2023). Tato práce zkoumala texturní vlastnosti chlebů z barevných pšeníc. Bylo použito stejných barevných odrůd pšeníc, jako v této práci. Největší síla dle Šebestíkové et al. (2023) musela být vyvinuta u červené odrůdy Vanessa (13 N), následovala černá pšenice AF ZORA se silou 10 N, nejmenší síla byla potřebná u modré AF OXANA (7 N). Při měření v této práci bylo pořadí mouk z barevných pšeníc naopak. Nejměkčí byla Vanessa. AF ZORA a AF OXANA byly srovnatelně tvrdší než oplatky z červené pšenice, avšak výrazně měkčí než standard. Rozdíl v získaných výdělčích a prací Šebestíkové et al. (2023) by mohl být způsoben rozdílným produktem výroby. Rozdíly v tvrdosti mohla ovlivnit rozdílná technologie výroby a rozdílné charakteristické vlastnosti výrobků.

Při zkoumání vlivu přídatku otrub z barevných pšeníc do těsta při výrobě sušených čínských nudlí v práci Song et al. (2013) došlo k opačným výsledkům pevnosti než v této práci. Všechny výrobky s přídatkem barevných otrub vykazovaly vyšší pevnost než standard. Největší hodnoty byly naměřeny u výrobků s přídatkem purpurových otrub, následovaly nudle s přídatkem modrých otrub, dále výrobky s přídatkem černých otrub. Nejmenší hodnoty vykazoval standard – nudle s přídatkem otrub z obvyklé bílé pšenice. Song et al. (2013) zkoumal vliv přídatku otrub v různém množství: 2 %, 4 % a 6 %. Výsledky měření textury jednoznačně vykazují nejvyšší pevnost při nevyšším přídatku otrub, tj. 6 %. Obalové vrstvy s obsahem antokyanových barviv mají pravděpodobně vliv na tvrdost výrobku.

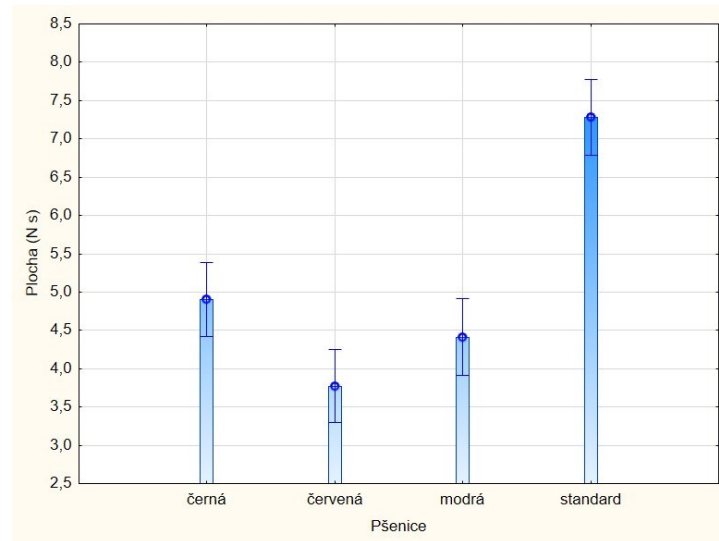
Z grafu (Obrázek 11) vychází, že výrobek z červené mouky odrůdy Vanessa je nejměkčí. Byla u ní potřebná nejmenší síla ve srovnání se standardem. Toto chování by mohlo být způsobeno odrůdou červené pšenice Vanessa. Tato odrůda má přirozeně měkčí zrno než ostatní odrůdy barevných pšeníc. Tato měkkost by se mohla projevit i na vlastnosti oplatek. Další důvod způsobující nižší pevnost červené mouky je, že z pekařského hlediska je nevyhovující, patří do kategorie C (Selgen a.s.).



Obrázek 11 Závislost síly potřebné k prasknutí na druhu použité mouky

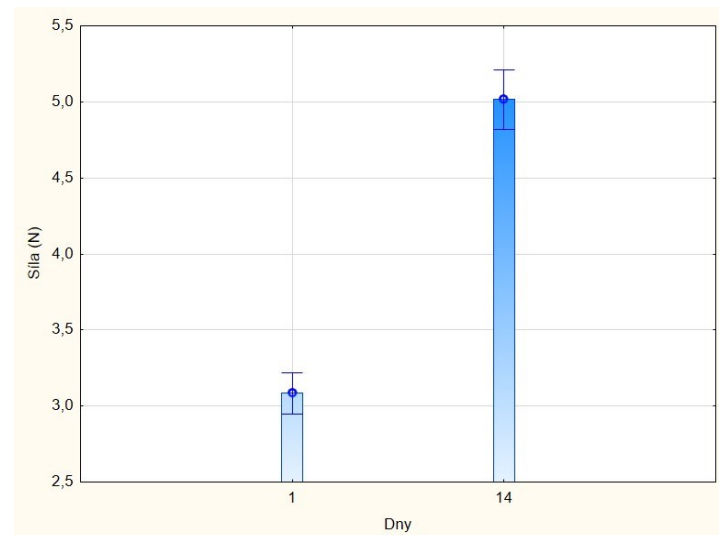
Z grafu (Obrázek 12) ukazující závislost potřebné práce k narušení oplatky na druhu použité mouky je zřejmé, že výrobky z barevných pšenic se mezi sebou statisticky neliší. U standardu bylo potřeba vykonat výrazně vyšší práci. Rozdílnost mezi standardem a výrobky z barevných pšenic by mohla být způsobena obsahem barviv či obsahem lepku.

Práce Kumari et al. (2020) interpretuje rozdílnost roztažitelnosti těsta v závislosti na použitém druhu mouky. Výzkum je zaměřený na výrobu indického chleba *chapati* z mouk barevných pšenic. Výsledky jsou však opačné než při měření v této práci. Těsto na *chapati* vyrobené z černé a modré mouky vykazuje vyšší elasticitu těsta než těsto z bílé mouky. Elasticitu ovlivňuje roztažitelnost bílkoviny gliadinu v mouce. Dle provedeného výzkumu by na narušení oplatek z barevných mouk měla být vyvinuta vyšší síla než na standard. Opačný výsledek je pravděpodobně způsobený rozdílnými výrobky s odlišnými nároky na charakteristické vlastnosti.

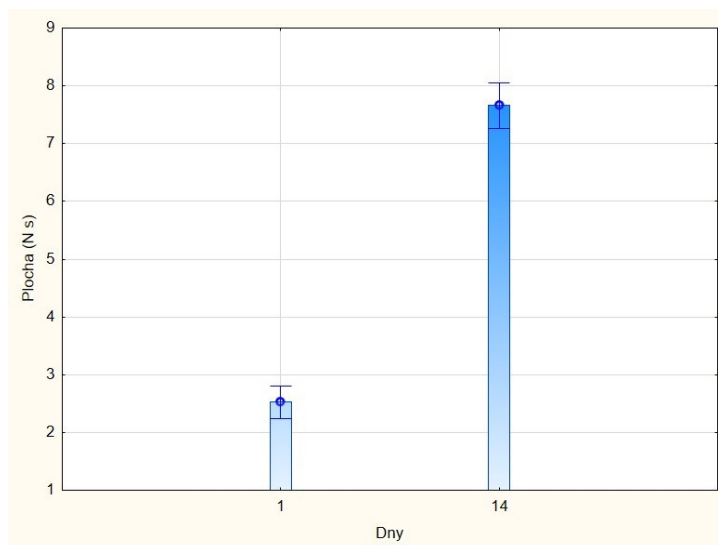


Obrázek 12 Závislost práce potřebné k prasknutí na druhu použité mouky

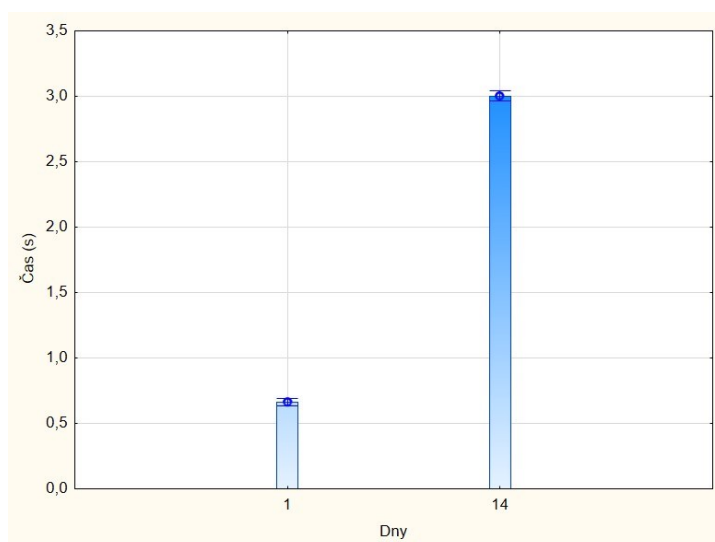
Při porovnání závislostí hodnot zkoumaných parametrů na době skladování oplatek (Obrázek 13, Obrázek 14, Obrázek 15) je zřetelně vidět, že skladování ovlivňuje vlastnosti oplatek. K narušení struktury oplatek po 14 dnech skladování bylo zapotřebí vyšší síly, práce i času. Oplatky mají silné hygroscopické vlastnosti (Parasoglou et al., 2010). Lze předpokládat, že během skladování navázaly vzdušnou vlhkost, čímž přišly o svou křupavost a staly se více houževnatými.



Obrázek 13 Závislost síly potřebné k prasknutí na době skladování



Obrázek 14 Závislost práce potřebné k prasknutí na době skladování

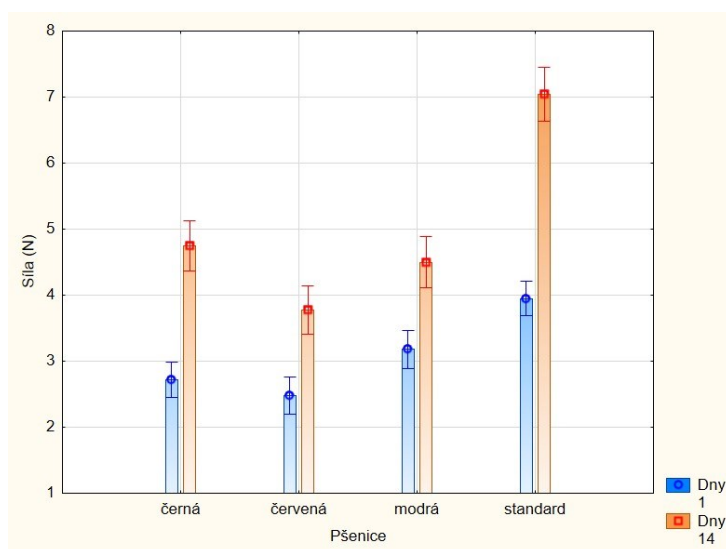


Obrázek 15 Závislost času potřebného k prasknutí na době skladování

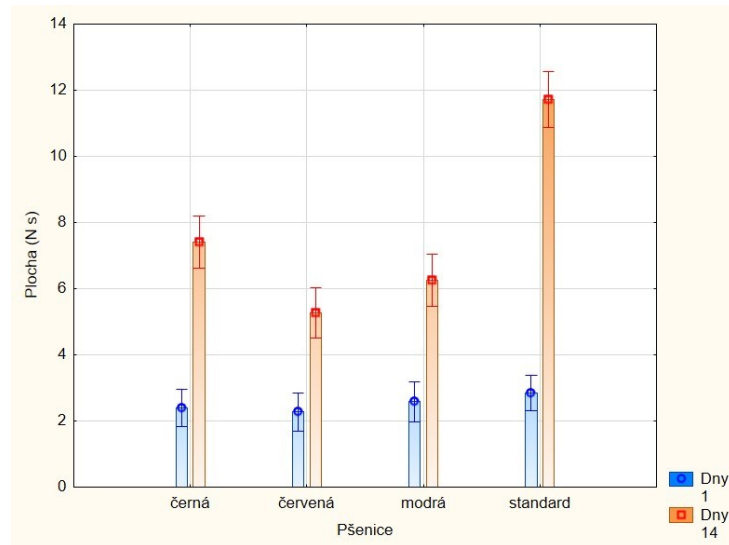
Z Obrázek 16 vyplývá, že během skladování všechny druhy oplatek navázaly vzdušnou vlhkost. Ve všech 4 případech po skladování bylo potřeba vyvinout větší sílu k porušení oplatky, než která byla potřeba v den výroby. Zajímavé však je, že zvýšení síly nebylo u druhů vzorků stejné. Po skladování byla u standardu potřebná téměř dvakrát větší síla, než ve dni 1. U oplatek vyrobených ze vzorků barevných mouk tak razantní rozdíl mezi silami není.

Současně by vliv na míru hydroskopičnosti mohla mít vaznost mouky. Celozrnná mouka má vaznost 65 % (Okuda et al., 2016), zatímco červená (48,6 %), modrá (59,2 %) i černá (53,7 %) mají vaznost nižší (Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o.; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2019). Oplatky vyrobené z mouky s vyšší vazností by mohly mít větší tendenci absorbovat více vzdušné vlhkosti.

Hodnoty vaznosti jsou potvrzeny i v práci Song et al. (2013) zabývající se zkoumáním vlivu přídatku otrub z barevných pšeníc do těsta při výrobě sušených čínských nudlí. V práci rovněž zkoumal absorpci vody při vaření nudlí. Nejvíce vody absorbovaly výrobky s přídatkem 6 % modrých otrub, následovaly výrobky s přídatkem černých otrub (2 %, 4 %, 6 %), nižší hodnoty byly naměřeny u výrobků s přídatkem fialových otrub (2 %, 4 %, 6 %) a výrobky s přídatkem 2 % a 4 % modrých otrub. Nejméně vody absorboval standard s přídatkem otrub z bílé pšenice.

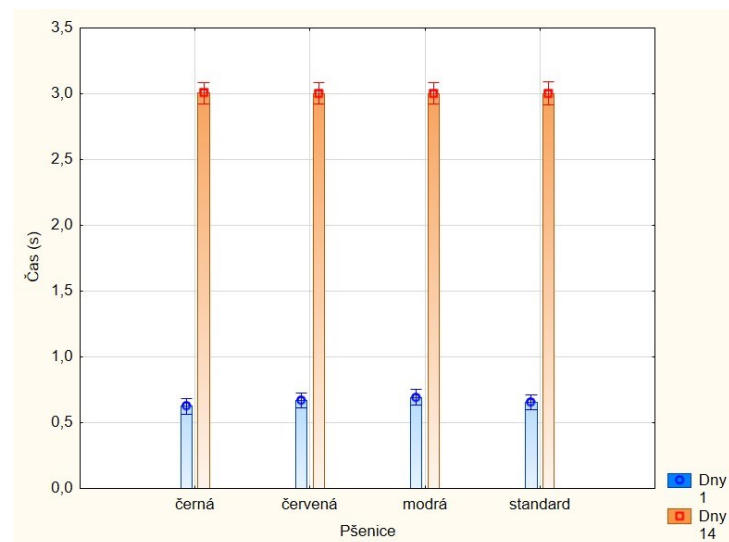


Obrázek 16 Závislost síly potřebné k prasknutí na druhu použité mouky a době skladování
 Graf znázorňující práci potřebnou k prasknutí oplatek na závislosti druhu mouky a době skladování (Obrázek 17) ukazuje podobné výsledky jako Obrázek 16. Práce vykonaná k narušení standardu ve dnu 14 byla mnohonásobně vyšší než práce, která musela být vyvinuta při měření v den výroby. Zvýšení potřebné práce po skladování se projevuje i u oplatek vyrobených z barevných mouk. Mezi jednotlivými výrobky z různých druhů barevných mouk nejsou statisticky žádné rozdíly. U všech oplatek z barevných mouk musela být po skladování vyvinuta přibližně stejně navýšená práce. Lze odhadovat, že stejný vliv bude mít vaznost mouky i na práci potřebnou k narušení oplatky, tak jako měl na sílu potřebnou k narušení oplatky.



Obrázek 17 Závislost práce potřebné k prasknutí na druhu použité mouky a době skladování

Z Obrázek 18 je zřejmé, že skladování při pokojové teplotě v prodyšných obalech má vliv na vlastnosti oplatek. U všech vyrobených šarží bylo chování oplatek stejné. U skladovaných oplatek byl potřeba delší čas k naprasknutí než u vzorků oplatek bez skladování. Navýšení času bylo několikanásobné. Tento jev dokazuje, že oplatky jsou hygroskopické. Během skladování navázaly vzdušnou vlhkost a staly se houževnatějšími.



Obrázek 18 Závislost času potřebného k prasknutí na druhu použité mouky a době skladování

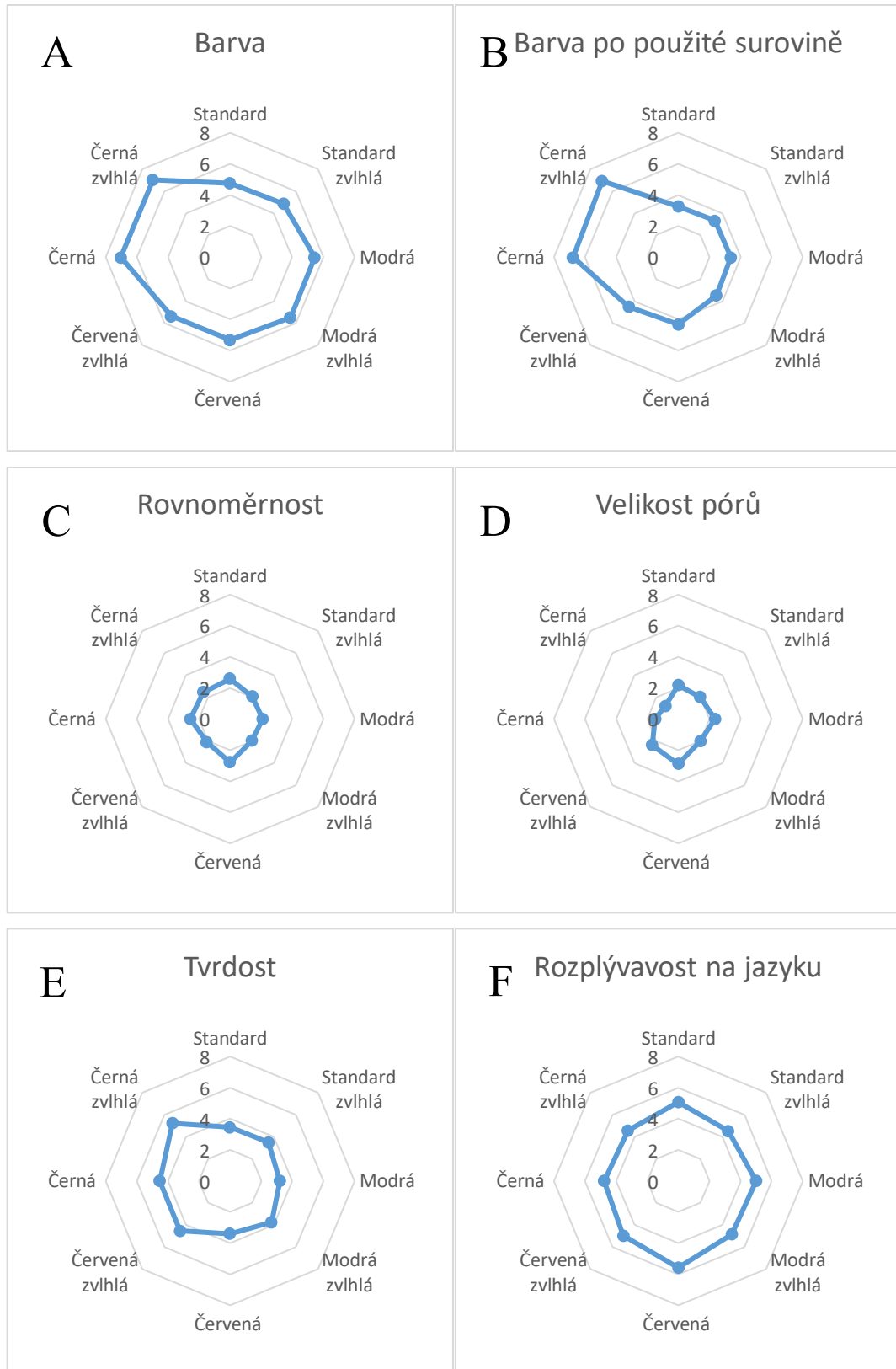
Provedená senzorká analýza byla zpracována do Obrázek 19, kde jsou postupně vyobrazeny všechny zkoumané senzorké parametry.

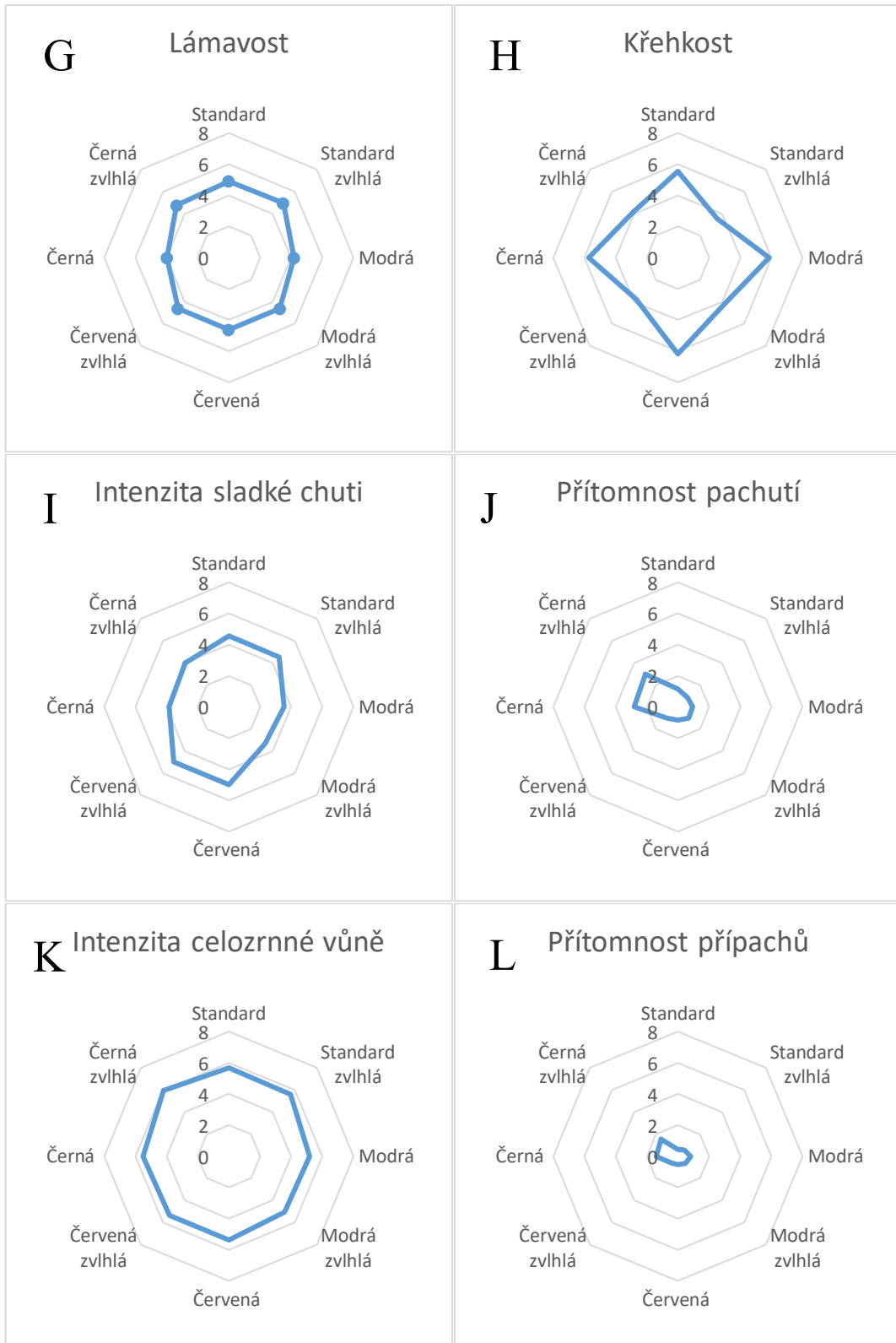
Ze sensorického hodnocení vyplývá, že žádný použitý druh barevné mouky se zásadně nevymyká od standardu. Zvlhlé části oplatek byly k sobě slepené, což mohlo ovlivnit sensorické posouzení výrobků. Při hodnocení barvy (obr. 19 A, B) se hodnotitelé shodli, že nejtmaší oplatky jsou z černé mouky, u kterých se také nejvíce projevuje barva odrůdy pšenice. Ke stejnému výsledku se došlo i v práci Šebestíkové et al. (2023). Oplatky z odrůdy pšenice AF ZORA se rovněž jeví jako nejtvrdší (obr. 19 E). Oplatky z černé mouky spolu s oplatkami z modré mouky byly nejvíce drobivé a necelistvé (obr. 19 G) ze všech druhů oplatek. Parametr křehkosti jednoznačně ukazuje, že zvlhlé oplatky po skladování neměly takovou křehkost (H), jako čerstvé oplatky. Cizí vůně a chutě (obr. 19 J, L) se objevily pouze u oplatek z černé mouky. Někteří hodnotitelé zde cítili cigarety nebo tabák.

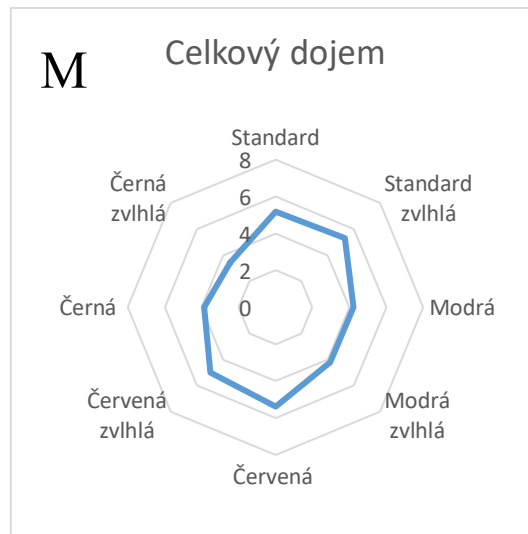
V celkovém hodnocení oplatek (obr. 19 M) nejlépe dopadl standard a oplatky z červené mouky. Nejhorší hodnocení měly oplatky z černé mouky, konkrétně zvlhlá varianta. Podobný výsledek byl pozorován v práci Šebestíkové et al. (2023), která byla zaměřena na chleby z barevných pšenic. Nejlepší hodnocení měly výrobky z modré pšenice AF OXANA. Nejhůře hodnocené byly rovněž výrobky z černé mouky.

Práce Kumari et al. (2020) zabývající se výrobou indického chleba *chapati* z mouk barevných pšenic vykazuje srovnatelné sensorické výsledky. Standard z bílé mouky a výrobky z fialové mouky byly nejlépe hodnoceny u vůně a chuti. Nejhůře hodnoceny v těchto parametrech zde byly výrobky z černé mouky. Výrobky z modré mouky nijak nevybočovaly a zdržely se hodnotami mezi výrobky z fialové a černé mouky. Při hodnocení celkového vzhledu si byly všechny vzorky rovny.

Možným důvodem opakovaných negativních sensorických hodnocení výrobků z černé pšenice odrůdy AF ZORA může být příliš vysoká hladina přítomných antokyanů, které by mohly způsobovat nepříjemnou chuť při konzumaci. Je rovněž možné, že výrobky z černé mouky mají až příliš intenzivní celozrnnou chuť, na kterou lidé nejsou zvyklí.







Obrázek 19 (A-M) Sensorická analýza oplatek dle hodnocených parametrů a druhu mouky

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zkoumat vlastnosti oplatek vyrobených z mouk barevných pšeníc a srovnat je se standardem z celozrnné pšeničné mouky. Zkoumána byla textura ihned po vyrobení i po dvou týdnech skladování. Výrobky byly rovněž podrobeny senzoričkému hodnocení. Získané výsledky a hodnoty oplatek vyrobených z barevných pšeníc byly srovnávány se standardem vyrobeným z pšeničné hladké celozrnné mouky.

Z měření textury vyplývá, že oplatky vyrobené z barevných mouk jsou více křehké než standard. Bylo potřeba vyvinout větší sílu i práci k narušení oplatek. Z měření textury rovněž vychází, že čas potřebný k narušení oplatek nebyl u vzorků rozdílný. Druh použité mouky má vliv na křehkost oplatek. Při porovnání výsledků s jinými pracemi je zřejmé, že mouky z barevných pšeníc se chovají v různých výrobcích odlišně a dávají jim rozdílné vlastnosti.

Oplatky byly rovněž skladovány 14 dní při pokojové teplotě. I tyto vzorky byly podrobeny měření na texturometru. U všech druhů mouky se projevila typická vlastnost oplatek – hygroskopičnost. Standard i všechny oplatky vyrobené z barevných mouk navázaly vzdušnou vlhkost. Síla i práce potřebná k narušení oplatek se po skladování u vzorků zvýšila. Růst hodnot nebyl u šarží vzorků stejný. Vliv na hygroskopičnost výrobků by mohla mít vaznost samotných mouk.

Senzoričké hodnocení neprokazuje cizí pachutě a přípachy ve vyrobených oplatkách. Jedinou výjimkou byly oplatky z černé mouky. Hygroskopičnost se potvrdila i u senzoričkému hodnocení. Oplatky, které byly skladovány, vykazovaly mnohem nižší křehkost.

Oblast využitelnosti mouk z barevných pšeníc, jejich chování a vliv na výrobky je stále ve fázi výzkumu. Postupně se objevuje potenciál této suroviny. Použití mouk z barvených pšeníc při výrobě trvanlivého pečiva, konkrétně oplatkách ještě nebylo důkladně zkoumáno. Získané výsledky jsou porovnávány s výrobky s odlišnými vlastnostmi, což může vést ke zkreslení výsledků.

Myslím, že vzhledem k pozitivním účinkům barviv přítomných v barevných pšenicích na lidské zdraví, je zakomponování mouky z barevných pšeníc či jejich otrub do pečivářských výrobků přínosné. Věřím, že využití těchto mouk má velký potenciál a bude tak dále pokračovat průzkum v této oblasti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ARENDDT, Elke K. a Emanuele ZANNINI, 2013. Wheat and other Triticum grains. In: *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries* [online]. Elsevier, 1-67e [cit. 2024-03-09]. ISBN 9780857094131. Dostupné z: doi:10.1533/9780857098924.1
- ASGHAR, Ali a Mudassar ABBAS, 2012. Dried egg powder utilization, a new frontier in bakery products. *Agriculture and Biology Journal of North America* [online]. 3(13), 493-505 [cit. 2024-05-06]. ISSN 21517517. Dostupné z: doi:10.5251/abjna.2012.3.12.493.505
- BETA, Trust, Wende LI a Franklin B. APEA-BAH, 2019. Flour and Bread From Black, Purple, and Blue-Colored Wheats. In: *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention* [online]. Elsevier, s. 75-88 [cit. 2024-03-23]. ISBN 9780128146392. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-814639-2.00006-X
- BLÁHA, Ludvík, Ivana KOPOVÁ a František ŠREK, 2007. *Suroviny pro učební obor Cukrář, Cukrářka*. 4., aktualizované vydání. Praha: Informatorium. ISBN 978-80-7333-000-2
- Cloer CL 261, oplatkovač. *ab-com.cz* [online]. [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: <https://www.ab-com.cz/cloer-cl-261-oplatkovac/>
- ČSÚ, 2023. Spotřeba potravin - 1948–2022. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-1948-2022>
- ČSÚ. Vývoj průměrných cen vybraných potravin. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2024-04-19]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vyvoj-prumernych-cen-vybranych-potravin-2024>
- DOGAN, Ismail S., 2006. Factors affecting wafer sheet quality. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 41(5), 569-576 [cit. 2024-02-13]. ISSN 0950-5423. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2621.2005.01117.x
- EDWARDS, Cathrina H. et al., 2016. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 56, 158-166 [cit. 2024-04-19]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2016.07.008
- FICCO, Donatella B. M. et al., 2014. The colours of durum wheat: a review. *Crop and Pasture Science* [online]. 65(1) [cit. 2024-03-21]. ISSN 1836-0947. Dostupné z: doi:10.1071/CP13293

GABROVSKÁ, Dana et al., 2015. *Obiloviny v lidské výživě*. 1. Praha: Česká technologická platforma pro potraviny. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-87250-28-0.

GOESAERT, H. et al., 2005. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 16(1-3), 12-30 [cit. 2024-03-11]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2004.02.011

Hák pro bezlepkové těsto ke kuchyňským robotům ETA. *Chefshop.cz* [online]. [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: <https://www.chefshop.cz/hak-pro-bezlepkove-testo-ke-kuchynskym-robotum-eta/>

HOLEC, Josef a Jana POLÁKOVÁ, 2019. *Zemědělství a potraviny*. Praha: Profi Press, 223 s. ISBN 978-80-86726-98-4.

Jaké je složení pšeničného zrna a jak se zpracovává?, 2020. *Akademie kvality* [online]. [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: <https://www.akademiekvality.cz/clanek/jake-je-slozeni-psenicneho-zrna-a-jak-se-zpracovava>

KADLEC, Pavel, 2002. *Technologie potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-509-9

KIOSSEOGLU, Vassilios a Adamantini PARASKEVOPOULOU, 2014. Eggs. In: *Bakery Products Science and Technology* [online]. 2. Wiley, s. 243-258 [cit. 2024-05-06]. ISBN 9781119967156. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/9781118792001.ch13?saml_referrer

KRÁL, Martin et al., 2018. Colored Wheat: Anthocyanin Content, Grain Firmness, Dough Properties, Bun Texture Profile. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* [online]. 66(3), 685-690 [cit. 2024-04-19]. ISSN 12118516. Dostupné z: doi:10.11118/actaun201866030685

KUMARI, Anita et al., 2020. Influence of Biofortified Colored Wheats (Purple, Blue, Black) on Physicochemical, Antioxidant and Sensory Characteristics of Chapatti (Indian Flatbread). *Molecules* [online]. 25(21) [cit. 2024-05-06]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules25215071

LACHMAN, Jaromír et al., 2017. Genetics and chemistry of pigments in wheat grain – A review. *Journal of Cereal Science* [online]. 74, 145-154 [cit. 2024-03-21]. ISSN 07335210. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcs.2017.02.007

MARTÍNEK, Petr, 2021. Odrůdy pšenice s barevným zrnem a jejich nutriční hodnota. *Úroda*. 2021(7), 78-80

MARTÍNEZ-NAVARRETE, Nuria et al., 2004. Water sorption and the plasticization effect in wafers. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 39(5), 555-562 [cit. 2024-05-06]. ISSN 0950-5423. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2621.2004.00815.x

NASABI, Mahshad et al., 2021. Physical, structural and sensory properties of wafer batter and wafer sheets influenced by various sources of grains. *LWT* [online]. 149 [cit. 2024-02-13]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2021.111826

OKUDA, Reiko et al., 2016. Measurement of Water Absorption in Wheat Flour by Mixograph Test. *Food Science and Technology Research* [online]. 22(6), 841-846 [cit. 2024-04-29]. ISSN 1344-6606. Dostupné z: doi:10.3136/fstr.22.841

PARASOGLU, Prodromos et al., 2010. Quantitative Water Content Measurements in Food Wafers Using Terahertz Radiation. *Terahertz Science and Technology* [online]. 2010(4), 172-182 [cit. 2024-05-05]. ISSN 1941-7411. Dostupné z: doi:10.11906/TST.172-182.2010.12.17

PROBIO. Mouka pšeničná celozrnná jemně mletá 1 kg BIO PROBIO. Probio [online]. [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: <https://www.probio.cz/mouka-psenicna-celozrnnajemne-mleta-1-kg-bio-probio>

RAZON, Kristina, 2023. Types of Flour: A Guide. *Serious eats* [online]. [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.seriousseats.com/wheat-flour-guide>

ROSENTRATER, Kurt A. a A.D. EVERS, 2018. Bread-baking technology. In: *Kent's Technology of Cereals* [online]. Elsevier, s. 565-622 [cit. 2024-04-29]. ISBN 9780081005293. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-100529-3.00008-6

SAINI, Praveen et al., 2021. Bioactive compounds, nutritional benefits and food applications of colored wheat: a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 61(19), 3197-3210 [cit. 2024-03-26]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2020.1793727

SELGEN A.S. Vanessa. Selgen a.s. [online]. [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: <https://selgen.cz/psenice-ozima/vanessa/>

SHEWRY, Peter R. et al., 2013. Natural Variation in Grain Composition of Wheat and Related Cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 61(35), 8295-8303 [cit. 2024-03-10]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf3054092

SONG, Xiaoyan et al., 2013. Effects of wheat bran with different colors on the qualities of dry noodles. *Journal of Cereal Science* [online]. 58(3), 400-407 [cit. 2024-05-07]. ISSN 07335210. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcs.2013.08.005

ŠEBESTÍKOVÁ, Romana et al., 2023. Rheological and fermentation properties of doughs and quality of breads from colored wheat varieties. *Heliyon* [online]. 9(4) [cit. 2024-04-19]. ISSN 24058440. Dostupné z: doi:10.1016/j.heliyon.2023.e15118

TA.XTplusC Texture Analyser. *Stable Micro Systems* [online]. [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: <https://www.stablemicrosystems.com/TAXTplus.html>

TEBBEN, Lauren, Yanting SHEN a Yonghui LI, 2018. Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 81, 10-24 [cit. 2024-04-19]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2018.08.015

TIEFENBACHER, Karl F., 2017. *The Technology of Wafers and Waffles I: Operational Aspects*. Elsevier. ISBN 978-0-12-809438-9

ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ, 2019. Nově registrované odrůdy. *Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský* [online]. [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/-q418889---4b7XXpRG/psenice-seta-ozima-2>

Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 18/2020 Sb. V platném znění – vyhláška o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta

WASSELL, Paul, 2014. *Fats in Food Technology – Bakery fats*. 2. Wiley. ISBN 978-1-4051-9542-3

ZEMĚDĚLSKÝ VÝZKUMNÝ ÚSTAV KROMĚŘÍŽ S.R.O. AF OXANA. *Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o.* [online]. [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/Odr%C5%AFdy/AF_Oxana_popisy_pro_web_opr.pdf

ZEMĚDĚLSKÝ VÝZKUMNÝ ÚSTAV KROMĚŘÍŽ S.R.O. AF ZORA. *Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o.* [online]. [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/Odr%C5%AFdy/AF-Zora_PRO_WEB-podrobn%C4%9B.pdf

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Stavba pšeničného zrna.....	20
Obrázek 2 Ukázky barev zrna pšenice a barevných odstínů mouky z laboratorního mlýna Bühler MLU-202.....	24
Obrázek 3 Černá mouka odrůdy AF ZORA	30
Obrázek 4 Modrá mouka odrůdy AF OXANA.....	31
Obrázek 5 Červená mouka odrůdy Vanessa	31
Obrázek 6 Kuchyňský robot ETA Gratus s hnětacím hákem pro bezlepková těsta	34
Obrázek 7 Oplatkovací kleště značky Cloer typ 0261	34
Obrázek 8 Texturometr TA-XT (vlevo), Kuličková sonda (vpravo).....	36
Obrázek 9 Schéma sestaveného texturometru TA-XT	37
Obrázek 10 Vyrobené oplatky z pšeničné mouky celozrnné hladké (A), červené mouky odrůdy Vanessa (B), modré mouky odrůdy AF OXANA (C), černé mouky odrůdy AF ZORA (D)	39
Obrázek 11 Závislost síly potřebné k prasknutí na druhu použité mouky	41
Obrázek 12 Závislost práce potřebné k prasknutí na druhu použité mouky.....	42
Obrázek 13 Závislost síly potřebné k prasknutí na době skladování	42
Obrázek 14 Závislost práce potřebné k prasknutí na době skladování	43
Obrázek 15 Závislost času potřebného k prasknutí na době skladování	43
Obrázek 16 Závislost síly potřebné k prasknutí na druhu použité mouky a době skladování	44
Obrázek 17 Závislost práce potřebné k prasknutí na druhu použité mouky a době skladování	45
Obrázek 18 Závislost času potřebného k prasknutí na druhu použité mouky a době skladování.....	45
Obrázek 19 (A-M) Senzorická analýza oplatek dle hodnocených parametrů a druhu mouky	49

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Srovnání hodnot sladivosti různých sladidel (Edwards et al., 2016).....	14
---	----

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: VZOR PROTOKOLU PRO SENZORICKÉ HONOCENÍ OPLATEK

PŘÍLOHA P I: VZOR PROTOKOLU PRO SENZORICKÉ HONOCENÍ OPLATEK

Senzorické hodnocení pečiva (oplatky)

Kód vzorku:

Jméno (dobrovolné):

Datum:

1. Povrch – vzhled:

- **Barva**

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená velmi světlou barvu a 10 velmi tmavou intenzitu barvy oplatky.



- **Barva po použité surovině**

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená neznatelnou, velmi světlou barvu a 10 velmi intenzivní sytá barva oplatky.



- **Rovnoměrnost**

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená rovnoměrný a hladký povrch, oproti tomu 10 hrubý, popraskaný, nerovnoměrný povrch.



2. Vzhled výrobku na lomu:

- *Velikost vzduchových bublin (pórů)*

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená velmi malou velikost vzduchových bublin (pórů) a 10 velké vzduchové bubliny (póry).



3. Textura výrobku:

- *Tvrдость*

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená příliš měkkou, na rozdíl od 10, což je příliš tvrdá.



- *Rozplývavost na jazyku*

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 je nerozplývající se, lepivá a mazlavá, zatímco 10 znamená ideální rozplývavost, vyvolávající příjemný pocit v ústech.



- *Lámavost*

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 je necelistvá, drobná při lomu a 10 je soudržná, nedrobná při lomu.



- ***Křehkost***

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 je navlhlá, houževnatá, nelomivá a 10 je křehká a snadno lámatelná.



4. Chut' a pachuti:

- ***Intenzita sladké chuti***

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená prázdná, nevýrazná a 10 příliš sladká.



- ***Přítomnost pachutí***

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená zcela bez cizích pachutí, oproti tomu 10 znamená jednu nebo více nepříjemných pachutí.

Například hořká a trpká (po spálené oplatce), zatuchlá (po dlouhodobém skladování). Pokud zaznamenáte cizí pachuti ve vzorku, okomentujte prosím jejich původ níže ve slovním hodnocení.



5. Vůně a přípachy:

- *Intenzita celozrnné vůně*

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená prázdná, nevýrazná, nebo bez vůně a 10 typická, velmi příjemná, po celozrnném pečivu, nebo sladu.



- *Přítomnost přípachů*

Zhodnoťte vlastnosti vzorku zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená zcela bez cizích pachů, oproti tomu 10 znamená jeden nebo více nepříjemných pachů.

Například nahořklý (spálené pečivo), případně zatuchlý (po dlouhodobém skladování). Pokud zaznamenáte cizí pachuti ve vzorku, okomentujte prosím jejich původ níže ve slovním hodnocení.



6. Celkový dojem:

Zhodnoťte celkový dojem ze vzorku oplatky zaznačením čáry na osu, přičemž 0 znamená velmi neuspokojivý výrobek nevyhovujících vlastností, oproti tomu 10 je výrobek vynikající s výbornými vlastnostmi.



