

Porovnání účinku dvou typů droždí na kvalitu a trvanlivost mražených
rohlíků

Bc. Marek Solanský



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek SOLANSKÝ**
Osobní číslo: **T10527**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Téma práce: **Porovnání účinků dvou typů droždí na kvalitu a trvanlivost mrazených výrobků**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Obilí – složení a jeho vlastnosti
2. Pekárenská technologie
3. Pekařská kvalita mouk
4. Texturní vlastnosti pekárenských výrobků
5. Sensorické vlastnosti pekárenských výrobků
6. Moderní alternativy výroby pečiva

II. Praktická část

1. Chemická analýza těst a hotových výrobků
2. Texturní analýza rohlíků
3. Sensorická analýza rohlíků

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. KETTNEROVÁ, M. Historie droždářství v Olomouci. 1.vyd. Praha: Milpo Media s. r. o. , 2001
2. BRONCOVÁ, D. Historie Pekárenství v Českých Zemích. Editor Dagmar Broncová. 1.vyd. Praha: Milpo media ve spolupráci s vydavatelstvím a nakladatelstvím MILPO, 2001
3. Effect of Prebaking and Frozen Storage on the Sensory Quality and Instrumental Texture of Bread. Journal of the Science of Food and Agriculture Studies, 2002, vol.82(11), p.1268-1275. ISSN 0022-5142.
4. Elia, M. A Producere for Sensory Evaluation of Bread. Protocol Developed by a Trained Panel. Journal of Sensory Studies, 2011, Vol.26(4), P.269-277. ISSN 0887-8250.
5. <http://www.vseodrozdi.cz/cs/ruzne-formy-drozdi.php>.
6. Callejo, MJ. Present Situtation on the Descriptive Sensory Analysis of Bread. Journal of Sensory Studies, 2011, vol.26(4), p.255-268. ISSN 0887-8250.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavlína Boudová Pečivová, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

6. ledna 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výtěžku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výtěžku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce pojednává o vlivu jednotlivých typů droždí (Bruggeman, Vivo) v různém dávkování na vybrané chemické vlastnosti (obsah vody a aktivní kyselosti – tedy pH) pšeničného těsta a vybrané chemické (obsah vody), texturní (tuhost) a senzorické (barva, vady povrchu, pórovitost střídy, gumovitost, křehkost, vláčnost, chuť a vůně) vlastnosti čerstvě upečených rohlíků a rohlíků tři dny po upečení. Pro jednotlivé analýzy bylo připraveno 28 vzorků pšeničného rohlíkového těsta.

Chemická analýza těst prokázala, že u vzorků těst s přísadou droždí Vivo, a to ve všech dávkách, došlo ke snížení obsahu vody, naopak u droždí Bruggeman došlo k mírnému zvýšení ve všech dávkách u jednotlivých vzorků vyrobených těst. Aktivní kyselost těst pře mrazením i po rozmrazení při teplotě +7°C se u těst s rostoucími přísadami droždí Vivo mírně snížila u vzorků s droždím Bruggeman naopak mírně vzrostla.

Chemická analýza rohlíků prokázala, že vzorky s přísadou jednotlivých typů droždí o různém dávkování vykazovaly nárůst vody (vlhkosti) u vzorků rohlíků s přísadou droždí Bruggeman, mírný u vzorků s přísadou droždí Vivo, a to hlavně u nejvyšší přidané dávky, a to jak u čerstvě upečených rohlíků, tak i u rohlíků 3. den po upečení.

U texturních vlastností rohlíků čerstvě upečených a 3. den po upečení lze říci, že tuhost (A, F) rohlíků se s přísadou droždí Bruggeman snižovala více než s přísadou droždí Vivo.

Senzorická analýza neprokázala žádný statistický význam rozdíl mezi jednotlivými vzorky s přísadou droždí v různém dávkování, který by zásadně ovlivňoval organoleptické vlastnosti rohlíků s přísadou jednotlivých typů droždí.

Klíčová slova: pšeničná mouka, droždí, mrazení, textura, senzorická analýza

ABSTRACT

This paper discusses whether the addition of different types of yeast (Bruggeman, Vivo) in various amount on selected chemical properties (water content and active acidity - the pH) of wheat flour dough and selected chemical (water content), texture (firmness) and sensory (color, surface defects, crumb porosity, gumminess, crispness, softness, taste and smell) properties of freshly baked rolls and rolls three days after baking. For each analysis, 28 samples were prepared of roll's dough.

Chemical analysis of wheat flour dough showed that the samples of wheat flour dough with the addition of yeast Vivo, in all amount, decreased water content, whereas the additions of yeast Bruggeman caused slight increase of firmness at all amount in individual samples.

Active acidity wheat flour dough before freezing and after freezing (+7°C) was slightly decreased with increasing additions of Vivo yeast. On the other hand, active acidity wheat flour dough before freezing and after freezing (+7°C) was slightly increased in samples of wheat flour dough with additions of Bruggeman yeast

Chemical analysis of freshly baked rolls and rolls 3 days after baking showed that samples with different yeast amount showed an increase of water content (moisture) for samples of rolls with additions of yeast Bruggeman, samples with additions of yeast Vivo had slightly higher water content, especially at the highest amount of yeast.

The textural properties of freshly baked rolls and 3 day after baking showed that firmness (A, F) of rolls with additions yeast Bruggeman decreased more in comparison to rolls with additions of yeast Vivo.

Sensory analysis showed no statistical significance among samples with additions of yeast, which would significantly affect the organoleptic properties of rolls with different amount of yeast.

Keywords: wheat flour, yeast, freezing, texture, sensory analysis.

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavlíně Pečivové, Ph.D. za odborné vedení, odborné poradenství, ochotu a trpělivost při zpracování této mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat svým kolegům panu Ing. Jaromíru Skybovi za pomoc při zpracování textů zahraniční literatury, panu pekařskému technologovi Jaroslavu Švachovi za praktickou pomoc v pekárně a dále pánům Ing. Miroslavu Lapčíkovi a Bronislavu Lapčíkovi majitelům pekárny Topek, s.r.o. Topolná za umožnění kompletní výroby běžného pečiva a také zaměstnancům firmy Topek, s.r.o., Topolná za asistenci při sensorickém hodnocení výrobků a záznamů do protokolů.

Velké díky patří mé rodině a všem blízkým za podporu při studiu.

"Vzdělání není pouhým nashromážděním jednotlivých vědomostí, jak není těstem mouka, voda, sůl, kvasnice atd. dohromady naházené"

(T.G.M.)

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

OBSAH

ÚVOD	12
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 MODERNÍ ALTERNATIVY VÝROBY PEČIVA	15
1.1 PROCESNÍ KROKY A JEJICH KROKY V PEKAŘSTVÍ	15
1.1.1 Míchání (hnětení)	15
1.1.2 Dělení a tvarování	16
1.1.3 Balení	16
1.1.4 Zmrazení	16
1.1.5 Rozmrazování.....	16
1.1.6 Kynutí.....	17
1.1.7 Pečení	17
1.2 TECHNOLOGIE CHLAZENÍ V PROCESU KYNUTÍ	17
1.2.1 Dlouhé vedení těst.....	18
1.2.2 Řízené kynutí při nízkých teplotách.....	18
1.2.3 Metoda přerušného kynutí	18
1.2.4 Prodloužené kynutí.....	18
1.2.5 Automatické kynutí	18
1.2.5.1 Přerušné kynutí nevykynutých zmražených těstových kusů	19
1.2.5.2 Přerušné kynutí vykynutých zmražených těstových kusů.....	19
1.3 MRAŽENÍ A ŘÍZENÉ KYNUTÍ	19
1.3.1 Mražení	19
1.3.2 Řízené kynutí.....	20
1.4 Vlivy zmražení na těsto a kvalitu pečiva	20
1.4.1 Pevnost těsta.....	20
1.4.2 Struktura těsta	21
1.4.3 Aktivita droždí po zmrazení	21
1.5 MINIMALIZACE POŠKOZENÍ ZMRAZENÍM	22
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILOVIN	24
2.1 SACHARIDY	24
2.2 BÍLKOVINY.....	24
2.3 TUKY	24
2.4 VITAMÍNY	25
2.5 MINERÁLNÍ LÁTKY	25
3 PEKÁRENSKÁ TECHNOLOGIE	26

3.1	MOUKA	26
3.2	PEKAŘSKÁ KVALITA MOUK	26
3.3	FORTIFIKACE NEBOLI OBOHACOVÁNÍ MOUK	27
3.4	PODROBNĚJŠÍ CHARAKTERISTIKA HLAVNÍCH SLOŽEK MOUK (CHEMICKÉ SLOŽENÍ MOUKY)	28
3.4.1	Bílkoviny pšeničné mouky	28
3.4.2	Škrob	30
3.5	VODA	32
3.6	SŮL 32	
3.7	TUK	32
4	DROŽDÍ	34
4.1	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝROBU DROŽDÍ	34
4.1.1	Vliv kyslík	34
4.1.2	Glukosa	34
4.1.3	Vliv oxidu uhličitého	34
4.1.4	Vliv pH	35
4.1.5	Teplota	35
4.1.6	Osmotický tlak	35
4.2	VLASTNOSTI PEKAŘSKÉHO DROŽDÍ	35
4.3	SENZORICKÉ HODNOCENÍ PEKAŘSKÉHO DROŽDÍ	36
4.3.1	Vzhled droždí	36
4.3.2	Barva droždí	36
4.3.3	Vůně droždí	37
4.3.4	Chuť droždí	37
4.3.5	Rozplývavost droždí	37
4.4	JAKOST PEKAŘSKÉHO DROŽDÍ	37
4.4.1	Fyzikálně-chemické vlastnosti droždí	37
4.4.2	Chemický rozbor droždí	38
4.4.3	Biochemické zkoušky	38
4.4.4	Zkoušky jakosti z hlediska pekařského	38
4.4.4.1	Stanovení mohutnosti kynutí v těstě	38
4.4.4.2	Kvasivost droždí v těstě	39
4.4.4.3	Trvanlivost droždí	39
4.4.5	Mikrobiologické zkoušky	39
4.5	KONZERVACE DROŽDÍ	40
4.5.1	Konzervace droždí hlubokým zmrazením	40
4.5.2	Konzervace droždí sušením	41
4.6	FORMY DROŽDÍ	41
4.6.1	Lisované droždí	41
4.6.2	Tekuté droždí	42
4.6.3	Aktivní sušené droždí	42
4.6.4	Sušené instantní droždí	42
4.6.5	Granulované droždí	42

4.6.6	Mražené droždí.....	43
4.7	TYPY DROŽDÍ, KTERÉ BUDEME POUŽÍVAT.....	43
4.7.1	Uniform Paniferm (kontrolní vzorek).....	43
4.7.2	Burggeman.....	43
4.7.3	Vivo droždí.....	44
5	PŘÍDATNÉ LÁTKY V PEKÁRENSKÉ TECHNOLOGII.....	45
5.1	DĚLENÍ ZLEPŠOVACÍCH PŘÍPRAVKŮ DLE ÚČELU.....	46
5.2	DĚLENÍ ZLEPŠOVACÍCH PROSTŘEDKŮ DLE DÁVKOVANÉHO MNOŽSTVÍ.....	46
5.2.1	Zlepšující přípravky (0,1 až 10 %, většinou 1 %).....	46
5.2.2	Pekařské směsi (10 až 66 %).....	46
5.2.3	Hotové komplexní směsi (100 %).....	47
5.3	ZÁKLADNÍ ÚČINNÉ PŘÍSADY VE ZLEPŠUJÍCÍCH PROSTŘEDCÍCH.....	47
5.4	PŘÍDATNÉ LÁTKY VHODNÉ DO ZMRAZENÝCH TĚST.....	47
5.4.1	Emulgátory.....	47
5.4.1.1	Ester monoacylglycerolu s kyselinou diacetylvinnou (tzv. DATA estery) 48	
5.4.1.2	Estery sacharózy.....	49
5.4.2	Oxidační prostředky.....	49
5.4.2.1	Kyselina askorbová.....	49
6	TEXTURNÍ A REOLOGICKÉ VLASTNOSTI TĚST A PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ.....	50
6.1	TEXTURA.....	50
6.2	REOLOGIE.....	51
6.3	REOLOGIE TĚST.....	53
6.3.1	Tvorba pšeničného těsta.....	53
6.3.2	Vlivy ovlivňující reologii těsta.....	54
6.3.2.1	Míchání.....	55
6.3.2.2	Tvarování.....	55
6.3.2.3	Kynutí.....	55
7	SENZORICKÁ ANALÝZA PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ.....	57
7.1	SENZORICKÉ POSUZOVÁNÍ - ZÁKLADNÍ ZÁSADY.....	57
7.2	ODBĚR A PŘÍPRAVA VZORKŮ PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ.....	57
7.2.1	Doba a délka posuzování.....	58
7.2.2	Obecné požadavky na posuzovatele.....	58
7.3	SENZORICKÉ HODNOCENÍ PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ.....	59
7.3.1	Základní postup zkoušky.....	60
7.3.2	Senzorické hodnocení texturních vlastností při degustaci pekárenských výrobků.....	61
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	62
8	CÍL PRÁCE.....	63
9	MATERIÁL.....	64

9.1	SUROVINY PRO VÝROBU	64
9.1.1	Mouka: mouka pšeničná hladká (T 512), výrobce: Mlýn Kojetín spol. s.r.o. , ČR.....	64
9.1.2	PŘÍSADY	65
9.1.3	ADITIVA	66
10	METODIKA	67
10.1	VÝROBA PEČIVA.....	67
10.1.1	Technologický postup výroby.....	67
	• Příprava těsta.....	67
10.2	CHEMICKÁ ANALÝZA TĚST A ROHLÍKŮ PO UPEČENÍ I 3. DEN PO UPEČENÍ.....	69
10.2.1	Stanovení obsahu vody (vlhkosti) těst a rohlíků po upečení a 3. den po upečení a pH těst	69
10.2.2	Měření texturních vlastností rohlíků po upečení a 3. den po upečení	70
10.2.3	Senzorická analýza rohlíků po upečení a 3. den po upečení	71
11	VÝSLEDKY A DISKUSE.....	72
11.1	CHEMICKÁ ANALÝZA TĚST	72
	Tab. č. 3 Stanovení obsahu vody (vlhkosti) a pH u těst i po rozmrazení	72
11.2	CHEMICKÁ ANALÝZA ROHLÍKŮ	73
	Tab. č. 4 Stanovení obsahu vody (vlhkosti) u rohlíků po upečení	73
11.3	MĚŘENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ ROHLÍKŮ PO UPEČENÍ.....	74
11.3.1	Texturní vlastnosti čerstvě upečených rohlíků	74
11.3.2	Nárůst tuhosti F rohlíků 3. den po upečení	76
11.3.3	Nárůst tuhosti A rohlíků 3. den po upečení	78
11.4	SENZORICKÁ ANALÝZA ČERSTVĚ UPEČENÝCH ROHLÍKŮ.....	79
	ZÁVĚR.....	83
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	85
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	90
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
	SEZNAM TABULEK.....	92
	SEZNAM PŘÍLOH.....	93
1.	HODNOCENÍ VZHLEDU POVRCHU ROHLÍKŮ.....	95

ÚVOD

Díky trendu v oblasti výroby pečiva v posledních letech kladou jak průmysloví, tak i malí výrobci pečiva velký důraz na vysokou kvalitu a široký sortiment pečiva a pekárenských výrobků. Požadavky trhu jsou díky rozmanitosti sortimentu pečiva stále vyšší a vyšší. Požadavky jsou vysoké především na čerstvost pečiva, proto se výrobci snaží, aby pekařské výrobky dostával zákazník v co nejkratší době po upečení. Taktéž efektivita této výroby, kdy je výrobce (pekař) nucen mít neustále široký sortiment k dispozici pro své odběratele, je velmi důležitá.

Posledním trendem, jak uspokojit zákazníka, co nejčerstvějším pečivem, je umístění malých pekařských pecí přímo na jednotlivých provozovnách a pečivo dopékat (péct) přímo před zákazníkem.

Tímto většina pekařských provozoven získává konkurenční výhodu před ostatními.

Díky velkému rozmachu technologií, které umožňují výrobu mražených těst a mražených pekařských polotovarů, dnes může velká průmyslová pekárna konkurovat v čerstvosti pekařských výrobků malým pekařům.

Mrazené pečivo může být relativně dlouhou dobu skladováno bez jakéhokoliv rizika v mrazících skladech, ze kterých je postupně dle potřeby expedováno na jednotlivá prodejní místa, kde se podle potřeby a zájmu zákazníků rozpéká.

Tento způsob, kdy se mrazené polotovary dopékají přímo na jednotlivých prodejních místech je velmi efektní, jelikož jsou zde minimální požadavky na technologické vybavení jednotlivých rozpékacích míst. Na rozdíl od velmi finančně nákladného technologického vybavení pro výrobu šokově mražených pekařských výrobků a polotovarů, které je zpravidla umístěno na mateřském provozu, stačí na jednotlivých rozpékacích a prodejních místech pouze mrazící zařízení ke skladování mražených polotovarů, kynárna a pec.

Jelikož je potřeba mrazené polotovary nejprve šetrně rozmrazit, po té nechat nakynout a teprve potom upéct, je velký důraz kladen na kvalitní technologické provedení výrobku, a to jak surovin, tak i technologii zpracování.

Jedna z nejdůležitějších věcí, která nám zajišťuje vysokou kvalitu u rozpečených mražených výrobků, je droždí.

Jelikož nízké mrazicí teploty významně ovlivňují života schopnost jednotlivých buněk (kvasinek) je důležité používat typy droždí, které jsou odolné vůči nízkým teplotám a vykazují také dobré vlastnosti po rozmrazení a opětovné aktivaci kynutí. Vady pečiva, které mohou být způsobeny zmrazením a následným rozmrazením, lze částečně ovlivnit také přidáním různých typů zlepšujících přípravků, které jsou schopny eliminovat tyto vady na minimum. Správná kombinace technologického postupu a surovin jakož to mouky, droždí a zlepšujícího přípravku je velmi důležitá pro kvalitní výsledek výroby mrazeného pečiva a je zpravidla výsledkem dlouhého vývoje a výzkumu a bývá často nejdůležitějším know – how pekárny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MODERNÍ ALTERNATIVY VÝROBY PEČIVA

Pečivo je jedna z nejrozšířenějších potravin na světě a technologie výroby pečiva je jedna z nejstarších, která se dlouhodobě vyvíjela a nadále vyvíjí s novými poznatky, materiály, ingredienty i vybavením a stále novými technologiemi k lepší kvalitě. Hlavními složkami výroby pečiva jsou mouka, voda, sůl, lipidy, droždí, zlepšovače, přídatné látky [5, 6].

Čerstvé pečivo definuje příjemné aroma, jemná struktura řezu, pružná a jemná střídka a zlatohnědá kůrka. Čerstvé pekařské výrobky však mají jen omezenou dobu trvanlivosti. Během jejich skladování dochází k různým chemickým změnám – okorávání. Ztráta čerstvosti vede k tvrdnutí kůrky a střídky, ke ztrátě vůně a aroma. Tyto problémy vedou k neustálému hledání nových metod, jak nejen zvýšit kvalitu a vlastnosti pekařských výrobků, ale také zvýšit jejich trvanlivost a čerstvost. Novými postupy lze přípravu těst, kynutí těst a pečení těst od sebe vzájemně oddělit a regulovat. K tomu lze využít nových technologických postupů, chladicí a mrazicí techniky. Chlad slouží k udržení hygienické nezávadnosti, úspoře režijních nákladů, ale také jako jeden z nejšetnějších konzervačních prostředků [4, 5, 6].

1.1 Procesní kroky a jejich kroky v pekařství

Základními procesními kroky při výrobě mrazených pekařských výrobků jsou míchání, dělení, balení, zmrazení, rozmrazování, kynutí a pečení [5, 6].

1.1.1 Míchání (hnětení)

Proces, při kterém jsou všechny složky smíchány dohromady a vytváří tzv. homogenní směs [5, 6, 7].

Dnes se pro optimální vypracování těsta používají především spirálové hnětací stroje, které jsou pro dokonalé vypracování těsta naprosto optimální. Těsto se mísí ve dvou fázích. Při první fázi dochází k pomalému promísení všech surovin a jejich postupnému spojení. Voda, jejíž obsah se zpravidla v těstě minimalizuje na nejmenší možné množství, se přidává v první fázi všechna. Obsahuje-li receptura tuk, který se dávkuje do těsta při jeho hnětení, přidáváme jej těsně před koncem první pomalé fáze hnětení, aby měl lepek dostatek času

navázat dostatečné množství vody. V první fázi hnětení je tedy bílkovina hydratovaná a vytváří se matice lepku [5, 6, 7].

V druhé fázi dochází k intenzivnímu hnětení, kde se všechny suroviny vypracují v kompaktní těsto. Dochází k vypracování lepkové struktury, těsto je elastické a má požadovanou viskozitu [5, 6, 7].

1.1.2 Dělení a tvarování

Po promíchání je těsto rozděleno na části o určité hmotnosti, které se potom tvaruje pomocí různých strojů např. rohlíkovačích strojů, tvarovacích linek s vysekáváním a vykrajováním určitých tvarů a dalších linek s různými raznicemi [5, 6, 7].

1.1.3 Balení

U mrazených pekařských výrobků jsou k balení používány především plastové a hliníkové materiály. Tyto obalové materiály musí být funkční, efektivní, nepropustné, musí být odolné vůči nárazům, musí mít dostatečnou pevnost a tepelnou těsnost a také musí zabránit ztrátě vlhkosti [5, 6].

1.1.4 Zmrazení

Kousky těsta jsou okamžitě anebo po krátké fermentaci zmrazovány šokově zmrazovány dle různých technologií a následně uskladněny při vhodné teplotě. Mrazící technologie můžeme rozdělit na mechanické a kryogenní. Mrazení je moderní metoda uchovávání a prodlužování trvanlivosti výrobků. Tato metoda představuje dva procesy snížení teploty výrobků a přechod vody z kapalného skupenství do pevného, které začíná již při 1 až 3 °C teploty vody, která je v potravině obsažena [2, 3, 4, 7].

1.1.5 Rozmrazování

Zmrazená těsta před kynutím musí být rozmrazená, a to v různých teplotních a časových podmínkách. Proces rozmrazování je nezbytný pro dosažení nejlepšího výkonu těsta, protože zahrnuje dehydrataci jednak lepkové matice, ale i kvasinkových buněk. Proces rozmrazování může být ukončen při určité teplotě anebo za postupného zvyšování teploty.

Pro kvalitní postupné rozmrazování a následné kynutí se používají stop kynárny, které umožňují podle přesně stanovené teplotní křivky šetrné zvýšení teploty zmrazeného těsta z negativní teploty do pozitivní a poté v další fázi bezproblémové nakynutí výrobku. Základním principem této technologie je minimalizace rozdílu mezi teplotními rozdíly těsta z fáze zmrazeného do fáze nakynutého [5, 6, 7].

1.1.6 Kynutí

Rozmražené kusy těsta (polotovary) jsou uloženy v kynárně na určitou dobu, kde se dostávají do počáteční fáze kynutí. Během kynutí těsta (polotovarů) dochází k mnoha změnám, které jsou přisuzovány zejména aktivitě kvasinek, jejichž činnost je po šetrném rozmrazení opět aktivována. Kynutí po rozmrazení se nazývá dozrávání a zrání těsta. Správně vyzrálé těsto (polotovary) vykazují optimální reologické vlastnosti (rovnováhu pružnosti a tažnosti), čímž vznikají pekárenské výrobky s žádoucím objemem a vlastnostmi střídy [1, 5, 6].

1.1.7 Pečení

Pečení je poslední fází technologického postupu výroby pečiva. Při pečení pekařských výrobků dochází k různým chemickým, fyzikálním a biochemickým změnám (k odpařování vody, vytvoření porézní struktury, denaturaci bílkovin, želatinaci škrobu, tvorbě kůrky, tání krystalků tuků, fragmentaci buněčných stěn). Tyto změny jsou závislé na teplotě, vlhkosti vzduchu a době pečení [5, 6, 7, 27].

Během pečení se mění smyslové vlastnosti potraviny, dochází ke zlepšení sensorických a texturních vlastností pekárenských výrobků [5, 6, 7, 27].

1.2 Technologie chlazení v procesu kynutí

Technologie chlazení je poměrně mladou technologií v porovnání s mnoha tradičními postupy. Technologie chlazení se používala výhradně ke zmrazování hotových výrobků

v průběhu padesátých let, ale od sedmdesátých a osmdesátých let je využívána i pro ovlivňování průběhu kynutí. Metody chlazení lze rozdělit do několika skupin [2, 3, 4].

1.2.1 Dlouhé vedení těst

Důvodem používání této metody je zlepšení chuti a prodloužení čerstvosti v důsledku zbobtnání škrobu. Teplota ve fermentačním prostoru se pohybuje mezi 15 – 24 °C. Proces kynutí u pšeničných těst lze až o 12 hodin prodloužit, a to podle teploty těsta a vlhkostních a teplotních podmínek [55, 56, 57].

1.2.2 Řízené kynutí při nízkých teplotách

Aplikace této metody vyžaduje speciální zařízení, tzv. klima box, ve kterém je možné si automaticky nastavit teplotu od – 10 °C až do + 40 °C. Metoda spočívá ve vymísění chladného těsta, jeho tvarování a umístění těstových kusů ve fermentačním prostoru s teplotou od – 5 °C do + 5 °C. Těsto je uchováváno v silně zchlazeném, ne zmrazeném stavu [55].

1.2.3 Metoda přerušného kynutí

Tato metoda je podobná řízenému kynutí, ale proces kynutí je přerušen při teplotě, kdy těstový kus mrzne, tj. při teplotách – 7 °C a nižších. Těstový kus lze při těchto teplotách uchovávat po dobu nejvýše 72 hodin [56, 57].

1.2.4 Prodloužené kynutí

Cílem prodlouženého kynutí je zpozdít činnost kvasinek, těstové kusy vkládáme přímo do chladírny a skladujeme po dobu max. 24 hodin [56, 57].

1.2.5 Automatické kynutí

Kombinace přerušného kynutí nevykynutých těstových kusů a zpožděného kynutí. Tento postup můžeme rozdělit do fází chlazení, mražení, rozmrazování, kynutí [56, 57].

1.2.5.1 Přerušené kynutí nevykynutých zmražených těstových kusů

Po dosažení teploty v jádru cca -7°C se těstové kusy balí do sáčků a skladují se při teplotě -18°C . Rozmrazují se při teplotě v prostoru cca 60 minut. Potom kynou v kynárně cca 30 minut [56].

1.2.5.2 Přerušené kynutí vykynutých zmražených těstových kusů

Nakynuté kusy těsta se zmrazují šokově při teplotě -30 až -35°C , teplota v jádře musí být -7°C cca 30 minut, potom se těstové kusy balí do sáčků, uzavíráme a skladujeme při teplotě -18°C po dobu 2 až 3 měsíců [56].

1.3 Mražení a řízené kynutí

Moderní pekárny začínají používat technologii metody zmrazování nenakynutého, předkynutého a předpečeného pečiva. A to hlavně z důvodů provozních, časových nákladů [57].

1.3.1 Mražení

Zmrazování zamezuje stárnutí pekařských výrobků, můžeme ho definovat jako konzervaci snížením teploty pod bod mrazu na hodnotu, při které se zpomaluje nebo zastavuje průběh biochemických, fyzikálních, mikrobiálních procesů. Nejdůležitější je u mražení překonat teplotní zónu tvorby krystalů, tedy od -1 do -7°C . V rozmezí těchto teplot může dojít ke tvorbě větších krystalů, které mohou poškodit nebo potřhat strukturu těsta i pečiva.

Nejvhodnější metodou je šokové mražení, při kterém je rychle překonána teplota, při které hrozí tvorba větších krystalů [4, 5, 6, 27, 57].

Po zmražení následuje uskladnění při teplotě -18°C [27, 56, 57].

1.3.2 Řízené kynutí

Metoda, která umožňuje delší přerušení výroby, a to až na 60 hodin. Těsta musí být co nejchladnější a po vymísení co nejrychleji umístěny zabalené nebo přikryté do chladničky s teplotou okolo +5 °C [56, 57].

Při použití všech těchto postupů je nutné používat velice kvalitních surovin, zejména kvalitního droždí a také zlepšujícího přípravku, který zabraňuje vzniku velkých krystalů vody při zmrazování a zároveň zajišťovat stabilitu těsta [55, 56, 57].

1.4 Vlivy zmražení na těsto a kvalitu pečiva

Kvalita pečiva vyrobeného ze zmrazeného těsta je ovlivněna formulací těsta, procesními parametry (čas hnětení těsta, hodnoty mražení, délka skladování a intenzita rozmrazování).

Tyto faktory mohou vést ke snížení pevnosti těsta, snížení schopnosti zadržet CO₂, snížení aktivity droždí, což může vést ke snížení produkce oxidu uhličitého nebo poškození lepkové struktury, zmenšení objemu těsta a znehodnocení struktury střídy pekařských výrobků. Těmto problémům můžeme zabránit přidáním zlepšovacích přípravků [5, 6].

1.4.1 Pevnost těsta

Těsto skladované v mraženém stavu má sníženou pevnost, což způsobuje zmenšení objemu. Je to přisuzováno různým faktorům, jako je uvolňování určitých látek z kvasnic. Poničeni struktury lepku způsobená rekrystalizací ledu a redistribuce vody vyvolaná změnou vaznosti vody v těstě mohou rovněž přispět ke snížení pevnosti těsta [5, 6].

Kline a Sugihara (1968) a Hsu a kol. (1979) tvrdí, že zeslabování těsta může být způsobeno vznikem takových látek, jako je glutathion, který oslabuje těsto štěpením disulfidových vazeb v bílkovinách lepku [5, 6].

Jiní autoři (Autio a Sinda, 1992, Varriano-Marston a kol., 1980, Wolt a D'Appolonia, 1984) se naopak domnívají, že strukturální změny v mraženém a rozmraženém těstě nejsou spojeny s tvorbou těchto látek v buňkách droždí, nýbrž s nedostatkem mřížky lepku. Varriano-Marston a kol. (1980) vyslovuje hypotézu, že krystalizace ledu přispívá ke slábnutí lepkové bílkovinné sítě, a tím oslabování těsta a prodloužení času kynutí. Bylo zjištěno, že delší čas kynutí je také způsoben poškozením droždí během zamražení jako důsledku

snížené produkce plynu. Autoři dále tvrdí, že strukturální komponenty těsta, zejména bílkoviny, mohou být také drasticky změněny rekrystalizačním procesem [5, 6].

1.4.2 Struktura těsta

Berglund a kol. (1991) objevil, že formace krystalů ledu v nekvašeném těstě uchovaném 24 týdnů vedla k roztržení lepkové matice, což mělo za následek vytvoření méně souvislé roztrhané střídy [5, 6].

Poškozený škrob vyvolává lineární růst schopnosti mouky vázat vodu (Tipples, 1969) a s poškozeným škrobem v těstě je možné, že voda je z lepkové matice odváděna škrobovými zrnky [5, 6].

Poškození struktury těsta způsobené zamražením může být ilustrováno za použití elektronového mikroskopu. Těsto může být přirovnáno k pěně, ve které jsou bublinky plynu uvězněny v lepkové matici (mřížce). Mikroskopem jsou tyto bubliny vidět jako prázdná místa. Avšak přítomnost krystalů ledu vytvořených mražením může způsobit pěnovou strukturu. Nemražené těsto testováno ihned po míchání vykazovaly velmi hustou strukturu s několika kulovitými prázdnými shluky a škrobovými zrnky upevněnými v lepkové matici, ale bez krystalů ledu. Naproti tomu těsto zamražené na -20°C po 24 hodinách má pórovitou strukturu s více stejně velkými póry vytvořenými kvašením během odpočívání před mražením a krystalky ledu, které se vytvořily během hlubokého zamražení a uchování. Po uskladnění 10 týdnů v -20°C byly jednotlivé póry větší a nepravidelnější. Dlouhá lepková vlákna jsou vidět u vzorku po 24 hodinách, ne už po 10 týdnech. Tyto studie jasně ukazují, že skladování těsta v mraženém stavu po dobu několika týdnů přineslo poškození struktury způsobené pohybem vody a ledovými krystaly [5, 6].

1.4.3 Aktivita droždí po zmrazení

Hlavními problémy ve výrobě mraženého těsta je aktivita droždí tj. počet kvasinek, které jsou schopny produkovat plyn. Mražení a uchování mraženého těsta způsobuje značné snížení počtu životaschopných kvasinek, řádově poloviční množství.

Během kvašení těsta kvasinky (droždí) produkují oxid uhličitý a aromatické složky. Schopnost droždí vytvářet plyn závisí na napětí a množství kvasinek, dále na aktivitě kvasinek. Díky nedostatečnému množství zkvasitelných cukrů v pšeničné mouce musí být tyto cukry posíleny dalšími zkvasitelnými cukry produkovanými ze škrobu aktivitou α - a β -amylázy [5, 6].

Obecně platí, že šokové mražení zvyšuje schopnost produkce plynu a počet živých kvasinek, jelikož dochází pouze k jemné krystalizaci vody a tím k menšímu poškození buňky. Pomalým mražením vznikají velké krystaly ledu, které významně poškozují buněčnou stěnu a lepkovou strukturu, čímž výrazně klesá schopnost droždí vytvářet po rozmrazení při kynutí oxid uhličitý a ostatní aromatické látky [5, 6].

1.5 Minimalizace poškození zmrazením

Kvalita mražených pečárenských výrobků je ovlivněna složením a zpracováním těsta (míchání těsta, rychlost zmrazení, doba skladování, a rychlost rozmrazování). Všechny tyto faktory mohou vést ke snížení činnosti droždí, která vede ke snížení produkce CO₂ nebo poškození sítě lepku, postupné ztrátě síly těsta, odmítnutí zadržení CO₂ a tím špatnému výsledku pečení, který se projeví především malým objemem pečiva. Výslednou ztrátu síly těsta je možné přičíst např. narušení sítě lepku ledovými krystaly. Kvasinky jsou silně ovlivněny dobou fermentace před zmrazením, po zmrazení, při skladování, při rozmrazení a při kynutí těsta. Kvasinky jsou ovlivňovány především teplotními výkyvy [5, 6].

Vlastnosti droždí také hrají důležitou roli při určování životaschopnosti kvasinek a kvality výrobků. Obsah kvasinek by měl být vyšší než u receptur, které se používají pro běžného pečení, aby se překonaly potenciální ztráty aktivity v mrazu, při skladování a při jakýchkoli teplotních nepřesnostech [5, 6].

Několik způsobů, jak minimalizovat vliv mrazu na aktivitu kvasinek jsou zmiňovány v literatuře (Rouilleet al., 2000, (Nemeth, Paulley, a Preston, 1996). Tyto způsoby jako použití kvasinek odolnějších vůči mrazu, úprava technologického postupů nebo přidávání vhodných příměsí a přísad do těst určených ke zmrazení. Použití oxidačních činidel, ať už z přírodního nebo chemického původu, mají zlepšující vliv na těsto, reologii a na celkovou

kvalitu konečného produktu. Oxidační činidla vykazují zlepšující vliv na pečení tím, že zvyšují objem pečiva během prvních pár minut pečení [5, 6].

Střední až silná pekařská mouka je velmi vhodná pro výrobu zmrazeného těsta. Snížený obsah vody omezuje volnou vodu v těstě při mrazení, což omezuje formace ledových krystalů a zmírňuje její negativní dopady na kvalitu zmrazeného těsta [5, 6].

Nejdůležitějším faktorem, který určuje odpovídající údržnost a trvanlivost mrazených pekařských výrobků je skladovací teplota. Teplota skladování pekařských výrobků by měla být nižší než -18°C , ovšem teploty skladování blízké k teplotě -30°C a nižší mohou také vést k zhoršeným reakcím v těstě a tím ke ztrátě kvality. Nicméně, jiné faktory, jako je původní kvalita surovin, metoda zpracování a obalové materiály hrají také důležitou roli. Tyto tři faktory jsou obvykle definovány jako faktory PPP [5, 6].

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILOVIN

Obsah jednotlivých složek (živin) v obilovinách je různý, závisí především na druhu obiloviny. Obecně se v obilovinách vyskytují tyto složky: sacharidy, bílkoviny, tuky, vitamíny, minerálie, vláknina [13].

2.1 Sacharidy

Sacharidy tvoří hlavní podíl jednotlivých složek obsažených v obilovinách. Sacharidy obsažené v obilovinách můžeme rozdělit na:

1. Monosacharidy – glukosa, fruktosa, pentosa
2. Disacharidy – sacharosa, maltosa (maltosové číslo slouží ke zjištění cukernatosti mouky)
3. Polysacharidy – škrob, dextriny, celuloza, hemicelulosa, pentosany, slizovité látky
4. Neškrobové polysacharidy – neboli rostlinné slizy, což jsou různě zesíťované makromolekuly polysacharidů na bázi pentosanů a glykoproteinů [13].

2.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější dusíkatou látkou. Významné bílkoviny jsou prolaminy (pšeničný a žitný gliadin, ječný hordein, ovesný avenin, kukuřičný zein) a gluteliny (pšeničný glutenin, rýžový oryzein) [13].

Zvláštní postavení má bílkovina pšeničná, která s vodou tvoří pružný gel tzv. lepek viz kapitola 2.

2.3 Tuky

Tuky tvoří jen malý podíl hmotnostního zrna, jsou to nažloutlé olejovité kapaliny a jsou obsaženy v klíčcích a aleuronových vrstvách. Obsahují nenasycené mastné kyseliny (kyselinu olejovou, linolenovou) a esenciální mastné kyseliny (kyselinu linolovou). Z fosfatidů je zde obsažen fosfatidylcholin (lecitin) a fosfatidyletanolamin (kefalin). Z lipofilních barviv jsou zde obsaženy karotenoidy, z nichž je v pšenici nejvýznamnější xantofyl [13].

Tuk v obilce nemá žádný technologický význam, ale nevhodným skladováním může dojít ke žluknutí mouky (vlhkostí) [13].

2.4 Vitamíny

Vitamíny jsou obsaženy v klíčku a aleuronové vrstvě a jsou to:

Vitamin A (retinol), hlavně jeho provitamín karoten, vitamin B₁ (thiamin), vitamin B₂ (riboflavin), vitamin B₆ (pyridoxin), vitamin E (tokoferol) a vitamin PP (niacin) [13].

2.5 Minerální látky

Minerální látky v obilovinách tvoří jen malý podíl. Je zde přítomný oxid fosforečný, draselný, vápenatý a hořečnatý, z nichž největší podíl minerálií tvoří oxid fosforečný [13].

3 PEKÁRENSKÁ TECHNOLOGIE

Základní pekárenské suroviny jsou mouka, voda, sůl, tuky, cukry a droždí, dále enzymové přípravky, mléčné výrobky, emulgátory, vejce [8].

3.1 Mouka

Moukou se rozumí mlýnský obilný výrobek získaný mletím obilí a tříděným podle druhu obilí, velikosti částic a obsahu minerálních látek. Mouky jsou nejdůležitější pekárenskou surovinou, ve většině těst tvoří až 70 % hmotnosti všech surovin. Rozhodující význam má mouka pšeničná, žitná mouka se používá výhradně k výrobě chleba, výjimečně do některých druhů pečiva (dalamánky, rohlíky, croassanty, atd.). Pšeničná a žitná mouka se od sebe liší rozdílným složením. Pšeničná mouka má menší množství zkvasitelných cukrů, méně enzymů [8].

3.2 Pekařská kvalita mouk

Jakostními znaky mouk je obsah popela (minerálních látek) v mouce, dále granulace mouky (mouky hrubé, polohrubé, hladké), která vyjadřuje velikost částic podle jemnosti mletí. Z pekařského hlediska je důležitý obsah lepku (pšeničné mouky), vlhkost, síla mouky, tj. schopnost těsta zadržet kypřící plyn, vznikající při kynutí, což ovlivní jeho tvar a objem pečiva, kyselost mouky, plynotvorná schopnost mouky, podmíněná aktivitou amylolytických enzymů a množstvím zkvasitelných cukrů. Nepostradatelný doplněk fyzikálně chemických metod je pekařský pokus a spočívá v tom, že po přípravě těsta upečeme produkt a posoudíme senzorickou jakost [7, 9, 10, 11].

Pro určení pekařské jakosti je rozhodujícím znakem číslo poklesu (pádové číslo) mouky. Číslo poklesu je metoda, která hodnotí stav sacharido-amylasového komplexu v mouce a tím i vhodnost mouky pro pekařské účely [7, 9, 12].

Čerstvě namletá mouka nemá pekařskou hodnotu a získává se během skladování (dozrávání mouk) a jakost mouky je závislá na teplotě. Při dozrávání dochází ke změnám lepkového komplexu (snižuje se jeho tažnost a zvyšuje pružnost), dochází k oxidaci thiolových

skupin, k vybělení mouky (oxidace karotenových barviv vzdušným kyslíkem) a tvorbě disulfidických vazeb mezi sirnými aminokyselinami, které zpevňují lepek [7, 9, 12].

Působením lipolytických enzymů a oxidačních procesů se v mouce rozkládá tuk, a to za vzniku glycerolu a mastných kyselin. Tyto rozkladné procesy urychlují vyšší teplota a vlhkost. Výsledkem je zvýšení kyselosti mouky vlivem uvolněných mastných kyselin, hořknutí mouky způsobené oxidací nenasycených mastných kyselin vzdušným kyslíkem nebo působením enzymu lipoxygenázy za vzniku aldehydů a ketonů, které udělují mouce hořkou chuť [7, 9, 12].

Při dlouhodobém skladování se mění vlastnosti škrobu, který stárne, což má vliv na zvýšení teploty mazovatění škrobu, zvýšení odolnosti vůči rozkladným účinkům amylolytických enzymů [7, 9, 12].

3.3 Fortifikace neboli obohacování mouk

Kvalita mouk se dá také zlepšit přidáním fortifikačních látek neboli zlepšovatel. Dochází ke zlepšení vlastností mouky, tedy i k navýšení její kvality.

Fortifikace – obohacování potravin o látky, které se v potravině nacházejí v nedostatečném množství.

Základní pekařská surovina – mouka bývá fortifikována většinou vitamíny (provitamínem a vitamínem A, esenciálními mastnými kyselinami – vitamíny skupiny F a vitamínem C – kyselinou askorbovou), minerálními látkami (biogenními prvky – vápníkem, hořčíkem, železem, fosforem) a bílkovinami (mléko a mléčné produkty, sója a sójové produkty, bílkovinné koncentráty, sušené inaktivované droždí) [14].

3.4 Podrobnější charakteristika hlavních složek mouk (chemické složení mouky)

3.4.1 Bílkoviny pšeničné mouky

Bílkoviny jsou biopolymery a jsou tvořené dvaceti základními aminokyselinami. Molekuly bílkovin jsou tvořeny různě dlouhými řetězci aminokyselin spojených vzájemně peptidovou vazbou. Peptidová vazba vznikne mezi -OH skupinou z karboxylového konce jedné aminokyseliny a -NH₂ skupinou druhé aminokyseliny za současného odštěpení molekuly vody [15, 16].

Mezi nejvýznamnější aminokyseliny obilovin patří glutamin, prolin, leucin, cystein, lysin a glutamová kyselina. Jednotlivé aminokyseliny mají při tvorbě prostorové struktury těsta svůj význam a jsou určující pro reologické vlastnosti těsta [15, 16].

Glutamin tvoří největší podíl aminokyselin v pšeničné bílkovině lepku, obsahuje dvě aminoskupiny a mezi jednotlivými řetězci bílkovin může tvořit vodíkové vazby.

Prolin tvoří druhý největší podíl aminokyselin v pšeničné bílkovině lepku (cca 10 %).

Umožňuje značnou tvarovou přizpůsobivost bílkovinných řetězců při vnějších mechanických působeních, a to díky své volně otáčivé vazbě mezi karboxylovou skupinou a zbytkem molekuly (různé strukturní změny např. při hnětení, kypření, přetuzování těsta a při stavbě jeho struktury). Cystein je další významnou aminokyselinou a jeho obsah v pšeničné bílkovině lepku je velmi nízký (cca 4 %). Ve své molekule obsahuje cystein síru. Dvě molekuly cysteinu mohou vytvořit velmi pevnou disulfidovou vazbu, a tak pevně propojit sousední bílkovinné řetězce [15,16].

Leucin má jen funkční význam, který spočívá v přítomnosti jeho nepolárního řetězce v molekule. Obsah leucinu v pšeničné bílkovině lepku je kolem 7 %.

Lysin a glutamová kyselina tvoří asi 1% v pšeničné bílkovině lepku a jsou významné svými náboji. Molekula lysinu má kladný náboj a kyselina glutamová záporný náboj. Díky svému náboji se mohou zapojovat do iontových interakcí [15,16].

U bílkovin rozeznáváme 4 úrovně struktury: primární, sekundární, terciální a kvartérní.

Primární struktura proteinu je určena stanovením pořadí aminokyselin v peptidovém řetězci. Prostorovému uspořádání peptidového řetězce ve formě šroubovice nebo listu se říká sekundární struktura proteinu. Terciální struktura proteinů je prostorové uspořádání šroubovice, která nemá rovný dlouhý tvar, ale je různým způsobem zprohýbána a svinutá do klubíčka. Řada proteinových molekul je tvořena několika polypeptidovými řetězci, které vytvářejí definovanou komplexní molekulu. Uspořádání řetězců v této makromolekule označujeme jako kvartérní strukturu proteinu [15,16].

Každá molekula bílkoviny má svou specifickou strukturu, která ji umožňuje vykonávat právě tu funkci, která jí byla předurčena. Tento stav označujeme jako nativní. Dojde-li k porušení struktury na kterékoli úrovni, dochází zpravidla ke ztrátě biologické funkce bílkoviny tzv. denaturace. Denaturaci rozlišujeme vratnou nebo nevratnou, a to dle míry porušení nativní struktury. Denaturace může být způsobena fyzikálně nebo chemickým zásahem různými denaturačními činidly. Častým příkladem denaturace bílkovin je tepelná denaturace, ke které dochází při tepelné úpravě potravin a spojuje se obvykle se ztrátou vody z nabobtnalé bílkovinné struktury. Denaturace bílkovin při výrobě pečiva je jeden z hlavních biochemických dějů v procesu pečení. Z pšeničné bílkovinné struktury se stává v tomto procesu pevná a pružná prostorová síť, která tvoří nosnou kostru hotového výrobku. V obilovinách se převážně vyskytují glykoproteiny i lipoproteiny. Bílkoviny mohou být jednoduché (tvořeny pouze polypeptidovým řetězcem) anebo mohou být složené (tj. obsahují v molekule ještě jiné látky nebílkovinné povahy [15,16].

Bílkoviny mají různé funkce. Podle biologické funkce, které bílkoviny vykonávají, se v biochemii rozlišují bílkoviny strukturní (stavební), katalytické, transportní, pohybové, zásobní, obranné, senzorické, regulační a výživové [15,16].

V chemii lze bílkoviny klasifikovat z několika hledisek např. z hlediska jejich významu ve výživě, dle jejich původu, struktury, dle chemických a biochemických vlastností atd.

Nejvýznamnějšími bílkovinami z hlediska technologického jsou bílkoviny zásobní, které jsou obsaženy v endospermu obilovin (prolamin a glutamin), mají pekařské využití, jsou

nerozpustné ve vodě, ale ve vodě bobtnají a za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný gel tzv. lepek, jehož fyzikální vlastnosti určují jakost pečiva. Lepek je pružný gel a lze ho z těsta izolovat vypíráním proudem vody a tím získáme po určité době tzv. mokry lepek. Gluteninová frakce představuje asi 40 % celkového obsahu bílkovin a je považována za klíčový faktor při výrobě těsta a pečiva a to svým vlivem na viskosoelastické vlastnosti těsta. Jakostí lepku je do značné míry určena tzv. síla mouky. Chemické složení lepku a koloidně chemický stav bílkovin ovlivňují jeho fyzikální vlastnosti. Hlavní znaky určující fyzikální vlastnosti jsou: bobtnavost, pružnost, tažnost a plasticita. Tyto vnější znaky jsou projevem dvou důležitých fyzikálních vlastností, a to hydratace a dispergovatelnosti lepku v různých rozpouštědlech. Při teplotě 60 °C začíná lepek denaturovat. Záhřevem na 70 °C se projeví snížením rozpustnosti všech lepkových frakcí [7, 15,16,19, 20].

3.4.2 Škrob

Na prvním místě z hlediska hmotnostního zastoupení v mouce je škrob. Molekula škrobu se skládá z velkého množství molekul glukóz, které jsou propojeny glykosidovými vazbami. Po chemické stránce je molekula škrobu tvořena dvěma látkami rozdílné struktury, a to amylozou a amylopektinem, směsí dvou homopolysacharidů složených z molekul α -D-glukopyranozy v 4C_1 konformaci. Amylóza se skládá z glukózových jednotek spojených vazbou α -1,4 s prostorovým uspořádáním do šroubovice. Amylopektin se skládá z glukózových jednotek spojených vazbou α -1,4 a α -1,6. Vazba α -1,6 molekulu amylopektinu v prostoru rozvětňuje [15,16].

Škrob je nejdůležitější látkou ze sacharidů, jehož obsah kolísá od 50 % do 80 % v sušině a je látkou zásobní [15,16].

Škrobová zrna jsou ve studené vodě nerozpustná a tvoří suspenzi. Škrobová zrna mohou nabrat až 30% vody beze změny velikosti a tvaru částic. Charakter škrobových zrn se při stoupající teplotě zpočátku nemění až do určité teploty, kdy nastává bobtnání. Jedná se o reverzibilní proces, kdy molekuly nabudou dostatečnou energii, aby se přerušily intermolekulární vodíkové vazby [15,16].

Tato teplota se nazývá želatinizační teplota a závisí na druhu škrobu (u pšeničného škrobu začíná želatinizační teploty od 60 do 64 °C), pH prostředí, na vzájemném poměru škrobu a vody a dalších složek (bílkoviny, lipidy, cukry, soli). Změny škrobových zrn jsou v procesu želatinace nevratné [15,16].

Během bobtnání přijímá postupně škrobové zrn velké množství vody, která proniká do prostoru mezi polysacharidickými řetězci škrobu. Uspořádaná struktura škrobových zrn se naruší a vznikne tekutý škrobový maz a tím roste i viskozita, která je závislá na poměru amylozy a amylopektinu. Škrobový maz obsahuje mnohonásobně zvětšená škrobová zrna, ve kterých se nachází zbývající molekuly amylozy a většina molekul amylopektinu (po záhřevu na 90 °C) [15, 16].

Ochlazováním škrobového mazu viskozita opět roste (přítomností vyššího podílu amylozy), obnovují se vodíkové vazby mezi amylozou a amylopektinem a vytváří se pevná trojrozměrná síť zachycující velké množství vody tzv. škrobový gel. Škrobový gel je komplexním systémem želatinovaných granulí, které jsou tvořené amylozou. Při vytváření dalších intramolekulárních a intermolekulárních vodíkových můstků se struktura gelu postupně mění. Síť řetězců polysacharidů se stává hustší a vytlačí část původně zachycené vody v gelu. Tyto změny související s vlastnostmi amylozy se nazývají retrogradací (u škrobových gelů) [15, 16].

Retrogradace je ovlivňována množstvím vody ve škrobovém gelu a na teplotě (při nižších teplotách, méně jak -5°C je retrogradace inhibována, od -5 °C do pokojové teploty je retrogradace vyšší než při pokojové teplotě, při teplotách od 32 – 40°C je ještě vyšší, při teplotě kolem 65°C a vyšší k retrogradaci nedochází). Retrogradaci lze potlačit přítomností solí, cukrů, lipidů, nepříznivě se projevuje na konzistenci chleba a pečiva při skladování [15, 16].

Z chemických změn škrobu je nejdůležitější jeho hydrolýza. Při pečení chleba a objemnějšího pečiva probíhá tzv. enzymová hydrolýza škrobu endogenní α -amylázou a β -amylázou, která štěpí škrob na maltózu, ta je maltázou štěpena na glukózu a vedlejší produkt - dextriny [15, 16].

3.5 Voda

Voda je nezbytná pro tvorbu těsta a je odpovědná za jeho volnost. Pro výrobu se používá voda pitná, středně tvrdá, zdravotně nezávadná a nesmí obsahovat žádné choroboplodné bakterie. Je také důležité, aby měla správnou teplotu, aby se podpořila intenzita kvasu. Používá se pro rozpuštění cukru a soli. Je potřebná pro škrob, hydrolyzu sacharózy a je důležitá k želírování škrobu během pečení. Voda přidávaná do mouky aktivuje enzymy, zajišťuje tvorbu nové vazby mezi makromolekulami v mouce a mění reologické vlastnosti těsta. Množství přidané vody je spojeno s vlhkostí a fyzikálně-chemickými vlastnostmi mouky [7, 9, 17, 18].

3.6 Sůl

Sůl je považována za funkční látku v řadě pekařských výrobků. Posiluje lepek, řídí činnost kvasinek, podporuje akce amylázy, inhibuje účinek mouky proteázy, depolimerizuje bílkoviny komplexu lepku a v malém množství zlepšuje chuť. Kynuté těsto bez soli je lepkavé a roztéká se, naopak těsto přesolené kyne špatně a vytváří malé výrobky se špatnou pórovitostí. Ve zmrazených výrobcích sůl zpomaluje produkci oxidu uhličitého kvasinkami, brzdí a zpomaluje tak fermentaci [9, 21].

3.7 Tuk

Pro výrobu pšeničného těsta se používají úzké typy tuku, které se liší svými nutričními, chuťovými, i technologickými vlastnostmi. Mezi tyto tuky se řadí tekutý pekařský tuk, stolní margarín, tažný margarín, máslo, olej a sádlo [22, 27].

Jedlým tukem a olejem se rozumí směs triacylglycerolů, které se vyskytují za normálních podmínek v tekutém nebo tuhém stavu v závislosti na poměrném zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolů [23].

4 DROŽDÍ

Droždí neboli kvasnice je výrobek, bez kterého se neobejde výroba pečiva. U zrodu droždí stojí žijící mikroskopické organismy, které se nazývají *Saccharomyces cerevisiae*. Tyto buňky se vyskytují běžně ve vzduchu, patří mezi houbové organismy, které se v cukerném prostředí za přítomnosti vzduchu množí. Rozmnožování kvasinek je tedy podmíněno teplotou (asi 30 °C), kyslíkem a dostatečnou výživou. Základní potravou kvasinek jsou cukry – sacharidy [24].

4.1 Faktory ovlivňující výrobu droždí

Při výrobě pekařského droždí existuje mnoho faktorů, které nejen významně ovlivňují jeho výrobu, ale také mohou vést k optimalizaci celého výrobního procesu droždí. Mezi významné faktory, které výrobu droždí příznivě ovlivňují patří: kyslík, glukosa, oxid uhličitý, pH, teplota a osmotický tlak [24, 25].

4.1.1 Vliv kyslík

Přívod kyslíku je pro činnost a růst kvasinek velmi důležitý a má velký vliv na výtěžnost.

4.1.2 Glukosa

Rychleji je glukosa využívána za anaerobních podmínek (za nepřístupu vzduchu) než za aerobních podmínek (za přístupu vzduchu) a může inhibovat respiraci.

4.1.3 Vliv oxidu uhličitého

Přídavkem CO₂ do droždářských zápar dochází ke zlepšení růstu kvasinek, a to i v přítomnosti cukrů, ale příliš velký přídavek CO₂ může způsobit zastavení růstu kvasinek a navíc zvýšení tvorby etanolu [25].

4.1.4 Vliv pH

Pro činnost kvasinek se udává pH od 3,6 do 6,0 a pro růst drožděnských kvasinek je optimální pH 4,5 až 5. V průběhu kultivace pH postupně klesá a přidavkem čpavku se upravuje [25, 27].

4.1.5 Teplota

Teplota má vliv na růst a vlastnosti drožděnských kvasinek. Pro většinu drožděnských kmenů je optimální teplota mezi 30 až 36 °C.

Při nižších teplotách (kolem 30°C) je dosahováno vyšší výtěžnosti biomasy, trvanlivosti a mohutnosti kynutí [25].

4.1.6 Osmotický tlak

Při kultivaci kvasinek o vysoké koncentraci utilizovatelných látek a při přítomnosti velkého množství soli má osmotický tlak velký význam. Kultivujeme-li kvasinky v prostředí s vyšším osmotickým tlakem a vyšší růstovou rychlostí, zmenšuje se osmosenzitivita kvasinek. Čím menší osmosenzitivita kvasinek, tím je riziko nežádoucích pochodů v buňkách u hotového a skladovaného droždí nižší, naopak čím vyšší osmosenzitivita kvasinek u hotového a skladovaného droždí, tím rychleji dochází k nežádoucím pochodům v buňkách [25].

4.2 Vlastnosti pekařského droždí

Kvasinkové buňky metabolizují zkvasitelné cukry (glukóza, fruktóza, sacharóza a maltóza) za anaerobních podmínek produkují oxid uhličitý jako odpadní produkt, který se chová jako kvásek, zvyšují objem těsta. Kvasnice také podporují lepek a produkci aromatických složek [26].

Lisované nebo aktivně sušené pekařské droždí se u nás používá v pekárenském průmyslu výhradně pro výrobu pšeničného (bílého) pečiva a používá se připravovaný kvas, který obsahuje kvasinky. Přidáním kvasinek do těsta začíná velmi složitý biologický systém, jehož fermentace závisí na mnoha faktorech:

- na složení a vlastnostech mouky
- na fermentačních a jiných vlastnostech droždí (např. senzorických)
- na podmínkách pečení
- na vlivu přídavných látek do těsta (cukr, sůl aj.) [40].

Kvasinky jsou tedy používány za účelem kynutí (kypření) těsta. Jsou známé i jiné metody kypření těsta, kterými lze dosáhnout tohoto efektu např. použitím kypřících prášků obsahujících kolem 30 % hydrogenuhličitanu, z něhož se uvolňuje CO₂ pomocí kyselin přidávaných ve formě solí přímo do prášku. Výhoda těchto přidávaných kypřících prostředků je, že se do těsta dobře rozmíchají a nevýhoda je, že se oxid uhličitý vytvoří jen jednou [25, 40, 27].

4.3 Senzorické hodnocení pekařského droždí

Senzorické hodnocení pekařského droždí se provádí podle běžných zásad a vyhodnocují se statisticky. Jedná se o níže uvedené parametry [28].

4.3.1 Vzhled droždí

Stanovuje se u čerstvě rozlomeného hranolku lisovaného droždí na dvě části a pozoruje se konzistence droždí (tuhost, křehkost, plasticita a pružnost droždí) a lom droždí. Lom droždí má být rovný, hladký nebo podlouhle oblý.

Konzistence droždí ovlivňuje celkový vzhled droždí a existuje řada metod, které mohou konzistenci droždí posoudit [28].

4.3.2 Barva droždí

Barva droždí má být světlá a stálá. Barva tmavá je znakem špatného fyziologického stavu způsobeného např. poruchami ve výrobě (nesprávné dávkování živin, vyšší hodnota pH,

zvýšený obsah ethanolu v zápaře, přítomnost kontaminujících mikroorganismů). Příčinou je absorpce barviv na povrchu kvasinek, která závisí na fyziologickém stavu kvasinek. Čím je fyziologický stav kvasinek horší, tím vyšší je absorpce barviv na povrchu kvasinek [28].

4.3.3 Vůně droždí

Stanovuje se u čerstvě rozkrojeného hranolku lisovaného droždí. Vůně droždí má být typicky drožd'ová, popř. s vůní po ethylacetátu. Nepříznivými znaky bývají vůně po alkoholu (nižší trvanlivost), po amoniaku (náznak štěpení bílkovin), po sirovodíku, po mastných kyselinách (octové a máselné), pach po odpěňovacím tuku (při použití některých odpadních tuků živočišného a rostlinného původu) a pachem po plísních [28].

4.3.4 Chut' droždí

Čerstvé droždí nemá zvláštní charakteristickou chuť, ale může se u droždí vyskytnout chuť tzv. nahořklá a nakyslá, způsobená špatným opráním droždí anebo kontaminací droždí. Dále se u droždí může vyskytnout i tzv. palčivá (způsobená oxidem uhličitým) a hnilobná chuť (počátek autolyzačního pochodu) [28].

4.3.5 Rozplývavost droždí

Rozplývavost droždí se posuzuje při chuťové zkoušce. Na jazyku se droždí musí dobře rozplývat, nesmí se tvořit krupičky ani hrudky [28].

4.4 Jakost pekařského droždí

Pro posouzení jakosti pekařského droždí je nutno provést komplexní rozbor hotového výrobku, a to z hlediska fyzikálně-chemických vlastností droždí, z hlediska chemického, biochemického, mikrobiologického a zkoušek na jakost droždí z hlediska pekařského [28].

4.4.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti droždí

Z fyzikálně-chemických metod se doporučuje stanovení elektrické vodivosti droždí [28].

4.4.2 Chemický rozbor droždí

Při chemickém rozboru lisovaného droždí zjišťujeme hlavně obsah sušiny, popela, dusíku, arsenu, těžkých kovů (Cu, Pb, Sn, Zn). ČSN 56 6810 udává pro lisované pekařské droždí tyto mezní hodnoty: sušina nejm. 26 %, popel v sušině max. 9,0 %, dusíkaté látky – hrubé bílkoviny (Nx6,25) v sušině nejm. 36 %, arsenu max. 2,0 mg/kg sušiny, těžké kovy max. 2,0 mg/kg sušiny. Za průměrnou hodnotu obsahu P₂O₅ v sušině droždí se uvádí 3,1 % [28].

4.4.3 Biochemické zkoušky

Pro hodnocení aktivity pekařského droždí je důležité sledovat některé dílčí enzymové aktivity, které mají vztah k technologické aktivitě kvasinek. Především jde o stanovení aktivity α – glukosidasy (maltasy), aktivity maltasového transportního systému, aktivity β - fruktosidasy, aktivity jednotlivých enzymů EMP cyklu (celkové aktivity vyjádřené např. rychlostí tvorby CO₂ [28].

4.4.4 Zkoušky jakosti z hlediska pekařského

Z pekařského hlediska jsou nejdůležitějšími zkouškami stanovení mohutnosti kynutí v těstě, stanovení trvanlivosti a kvasivosti v těstě [28].

4.4.4.1 Stanovení mohutnosti kynutí v těstě

Mohutnost kynutí v těstě je vyjádřena dobou, za kterou těsto dosáhne určitého objemu za definovaných podmínek.

Z mouky, vody, a soli se připraví těsto při 30°C, přidá se určité množství droždí. Vše se promíchá a prohněte. Těsto se natlačí do kovové formy, která je umístěna v termostatě o teplotě 35°C. Doba kynutí se udává v minutách a počátek měření se počítá od doby přidání kvasinek. Výsledky doby kynutí jsou zaznamenávány a vyhodnocovány [28].

4.4.4.2 *Kvasivost droždí v těstě*

Stanovuje objem vzniklého CO₂ za konstantního tlaku nebo tlak CO₂ při stejném objemu.

Těsto připravované za účelem stanovení kvasivosti je méně viskózní než v případě stanovení mohutnosti kynutí, aby došlo k uvolnění CO₂ do prostoru mimo těsto. Pro stanovení kvasivosti existuje mnoho laboratorních variant, ale nejdůležitější je měření na SJA přístroji, kde měření probíhá za stálého tlaku a teploty. Hodnoty se za 90 a 180 minut odečítají [28].

Tato metoda stanovení kvasivosti je pro pekaře důležitější než metoda stanovení mohutnosti kynutí v těstě, protože nepřímě zahrnuje i proteolytické vlastnosti kvasinek [28].

4.4.4.3 *Trvanlivost droždí*

Trvanlivost droždí je důležitá vlastnost droždí, která určuje i skladovatelnost droždí. Jedná se o dobu, kterou droždí vydrží v dobrém stavu, aniž ztekutí, nebo se jinak zkazí. Lisované droždí by se mělo uchovávat při teplotě 0 – 10°C v dobře vyvětraných místnostech. Dobrou uložení droždí se zhoršuje kynutí v průměru o 1 až 2 minuty za den (u droždí s kynutím do 65 minut). Droždí v liberce by se mělo skladovat při teplotě 20 – 22°C, trvanlivost je 3 – 4 týdny, při teplotě 35°C by trvanlivost měla být nejm. 72 hodin.

Stanovení trvanlivosti droždí se provádí v malém hranolku droždí zabaleném do papíru a vloženém do Petriho misky a odečítá se při změknutí droždí [28].

4.4.5 **Mikrobiologické zkoušky**

V hotovém výrobku – v droždí se nesmí vyskytovat povlak plísní. Hotový výrobek nesmí obsahovat patogenní mikroorganismy a mikrobiální toxiny a v droždí se nesmí ani tvořit kolonie. Nepravé (kontaminující) kvasinky se v droždí mohou vyskytovat pouze v povoleném množství, a to nejvýše v množství 15 % a jejich stanovení se provádí kulti-vační metodou, a to s glukosou (zdroj uhlíku) a lysinem (zdroj dusíku) [28].

Mikrobiologické zkoušky se provádí v laboratoři, kde se hodnotí mikrobiologický vzhled buněk, počet mrtvých buněk, aglutinace, kontaminace, dále se stanovuje i počet kontaminujících kvasinek [28].

Ostatní mikrobiální zkoušky se provádí metodami ČSN 56 00 „Mikrobiologické metody zkoušení poživatin, předmětů běžného užívání a prostředí [28].

4.5 Konzervace droždí

I při dostatečné výrobě droždí se objevuje během roku určité období, kdy výroba droždí nestačí. Je nutné zajistit dostatečné rezervy droždí a to jejich konzervací. Rozlišujeme konzervaci mražením nebo snížením obsahu vody – sušením [28].

Pro pekařské účely je nutné při konzervaci zachovat prakticky nezměněnou aktivitu droždí, je tedy důležitá vysoká kvalita vstupního materiálu. Pro uchování aktivity droždí je nutné vytvořit v droždí určité biochemické a chemické předpoklady, které sníží degradovatelnost droždí (např. správný poměr mezi bílkovinami a sacharidy) [28].

4.5.1 Konzervace droždí hlubokým zmrazením

Tento způsob uchovávání droždí je ve světě rozšířen. Při způsobu této konzervace je nutno věnovat pozornost několika faktorům – v droždárnách při výrobě a následném způsobu zmrazení a v pekárnách naopak při rozmrazování [28].

Pro konzervaci droždí hlubokým zmrazením je prvním předpokladem kvalitní balené expediční droždí, které se co nejrychleji mrazí. Pomalé mrazení lisovaného droždí způsobuje v buňkách kvasinek krystalky ledu – praskání buněk, dochází tedy k poškozování kvasničných buněk a při fermentaci jsou poškozovány buňky produkovaným alkoholem, což má za následek zeslabování těsta a malý objem pečiva. Zmrazené lisované droždí se uchovává při nízkých teplotách po dobu 2 - 4 týdnů. Vhodnější je pro zmrazování droždí polosuché, které se vyrábí fluidním sušením, při kterém se odstraňuje volná voda. Při zmrazování ne-

dochází ke tvorbě krystalků ledu a tedy k poškození buněčných kvasinek. Zmrazené polosuché droždí se uchovává v chlazených prostorech 4 - 6 měsíců [28].

Ve zmrazené formě se poté droždí expeduje spotřebitelům, kteří jej mají rozmrazit, a to co nejpomaleji a nejšetrněji. Rychlé rozmrazování vede k plazmolýze, odvodňování buněk a ke změknutí liberek [28].

4.5.2 Konzervace droždí sušením

Sušení je technologická operace, při které je z materiálu odstraněno takové množství vody, aby vodní aktivita produktu bránila rozvoji kazících mikroorganismů. Při tomto způsobu konzervace je také nutno věnovat pozornost výběru vhodné šarže lisovaného droždí vyrobeného podle speciálního technologického postupu. Sušení lisovaného droždí představuje významný zásah do struktury a funkce kvasinkové buňky. V buňkách sušeného aktivního droždí dochází ke zvyšování obsahu bílkovin a zmenšuje se obsah RNA (ztráta cenných buněčných komponentů – purinových a pyrimidinových nukleotidů, řady enzymů). Aktivní sušené droždí obsahuje jen malé množství vody (7 – 10%) a biochemické pochody jsou zpomaleny, většina prakticky neprobíhá kromě dýchání. Kvasinky musí mít dostatečný energetický zdroj (zvýšit obsah sacharidů a lipidů) a také zdroje uhlíku pro dýchání. Kvasinky jsou prakticky jediným mikroorganismem, který se průmyslově suší při zachování jeho aktivity [28].

4.6 Formy droždí

4.6.1 Lisované droždí

V průmyslových zemích je lisované droždí rozšířeno nejvíce. Droždí dodávané na český trh je formováno do podlouhlých hranolů, má bílou barvu a drobivou strukturu. V jiných zemích může být barva droždí tmavší a jeho konzistence plastičtější. Droždí obsahuje 28 až 35 % sušiny a umožňuje snadné zpracování v hnětacích zařízeních [29].

4.6.2 Tekuté droždí

Tekuté droždí je proprané kvasničné mléko získané fermentací při výrobě zásilkového droždí. Obsahuje 82 až 84% vody a má mírně kyselou reakci. Jeho použití má šetřit čas, energii a obalový materiál potřebný při filtraci, homogenizaci, lisování a balení liberkového droždí [29].

4.6.3 Aktivní sušené droždí

Aktivní sušené droždí existuje ve formě kuliček, válečků, je odolné vůči teplotám. Vyrábí se z lisovaného droždí. Obsah sušiny je min 90%. Aktivní sušené droždí se rozmíchává v předepsaném množství vody (35°C) a sacharózy a krátkou dobu se regeneruje [29].

Viz kapitola 3.7.2.

4.6.4 Sušené instantní droždí

Sušené instantní droždí vzešlo z lisovaného dehydrovaného droždí, má podobu drobných granulí, které jsou vakuově zabaleny, což zaručuje stabilitu výrobku při pokojové teplotě po celou dobu záruční lhůty. Sušené instantní droždí umožňuje rychlé a rovnoměrné rozpětlení v těstě. V hnětacím zařízení se za sucha míchá přímo s moukou nebo se vsype na těsto na začátku hnětení [29].

4.6.5 Granulované droždí

Granulované droždí má formu drobných částíček, které snadno procházejí násypkami hnětacích zařízení. V průmyslových pekárnách je často mícháno s vodou za vzniku suspenze. Tu lze následně použít při automatickém dávkování surovin [29].

4.6.6 Mrazené droždí

Mrazené droždí se vyznačuje nižším obsahem sušiny, je ve formě prášku a používá se při přípravě nepředpečeného hluboce zamrazeného pečiva [29].

Viz kapitola 3.7.1.

4.7 Typy droždí, které budeme používat

Do DP bylo použito 3 typů čerstvého droždí o různé hmotnosti.

4.7.1 Uniferm Paniferm (kontrolní vzorek)

1. typ – čerstvé pekařské droždí, jehož složením je čistá kmenová kultura *Sacchomyces cerevisiae*, jehož povrch je hladký, nemazlavý, s rozlomitelnou konzistencí. Droždí je rovnoměrně béžové barvy s typickou vlastní, čerstvou vůní, bez známek cizí nepříjemné vůně nebo zápachu.

Průměrné výživové hodnoty g/100 g droždí jsou: energie 386kJ (92 kcal), bílkoviny 15g, uhlovodany 4,0g (z toho cukr 1,1g), obsah tuku je 1,8g (z toho nasycené MK 0,5g), balastní látky 7,8g, sodík 0,010g, BE 0,3g.

Droždí neobsahuje žádné alergeny ani produkty zvířecího původu.

výrobce: Uniferm GmbH & Co, KG, Germany.

4.7.2 Burggeman

2. typ droždí - – čerstvé pekařské droždí vyrobené pro zmrazení, jehož složením je čistá kmenová kultura *Sacchomyces cerevisiae*, jehož povrch je hladký, nemazlavý, s rozlomitelnou konzistencí. Droždí je rovnoměrně krémové barvy s typickou vlastní, čerstvou vůní, bez známek cizí nepříjemné vůně nebo zápachu. Pekařské droždí je živý výro-

bek, jehož vlastnosti se mohou měnit v závislosti na podmínkách skladování. Výrobek by měl být skladován v hygienických podmínkách mezi 0 – 10°C, optimální jsou 4°C ve větrací místnosti. Ode dne výroby má droždí trvanlivost 5 týdnů. Chemická analýza droždí: obsah sušiny – 31,5±2,5 %, obsah bílkovin – 47,0±3,5, obsah P₂O₅- 2,6±0,3 %. Výrobce: Algist Bruggeman N. V., Gent, Belgium

4.7.3 Vivo droždí

3. typ – čerstvé pekařské droždí, jehož složením je čistá kmenová kultura *Saccharomyces cerevisiae*, jehož povrch je hladký, nemazlavý, bez povlaku a bez jednotlivých kolonií plísní s rozlomitelnou konzistencí. Droždí je světlešedé až světle hnědé barvy, chuť a vůně bez zápachu a bez náznaku rozkladu. Průměrné výživové hodnoty g/100 g droždí jsou: energie 540kJ (129 kcal), bílkoviny 15,3g, sacharidy 14,7g, dusík 7,5 – 8,3% v sušině, sušina 29% v sušině. Fyzikální a chemické požadavky na jakost jsou v souladu s přílohou č. 12 vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 335/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písmeno a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/2007 Sb. V platném znění:

Mohutnost kynutí je max. 70 minut a obsah nepravých kvasinek *Torula*, *Mycoderma*, *Candida*, *Pichia* je přípustný jen v množství, které nepříznivě neovlivní vlastnosti droždí.

Výrobce: Lesaffre Polska, Wolczyn, Paland.

5 PŘÍDATNÉ LÁTKY V PEKÁRENSKÉ TECHNOLOGII

Přidatné látky jsou sloučeniny nebo jejich směsi, které se přidávají k potravě záměrně při výrobě, zpracování, skladování nebo balení za účelem zvýšení jejich kvality. Jde např. o prodloužení trvanlivosti, zlepšení barvy, textury, vůně, chuti, ke zlepšení výživové hodnoty a technologických vlastností. Samostatně se nepoužívají a mohou nebo nemusí mít výživovou hodnotu [30, 31, 34].

Přítomnost přídatných látek musí být uvedena na obalu (v sestupném pořadí podle klesajícího množství) názvem nebo číslem (kódem E systému Evropské unie), v některých případech s údaji o možnosti nepříznivého ovlivnění zdraví člověka.

Nejčastěji se rozeznává šest hlavních skupin přídatných látek:

- látky prodlužující údržnost
- látky upravující aroma
- látky upravující barvu
- látky upravující texturu
- látky zvyšující biologickou hodnotu
- další přídatné látky [30].

Přidatné látky se většinou kombinují do připravených zlepšovacích směsí pro jednotlivé druhy výrobků. Pro speciální druhy pečiva se používají různé druhy semen (lněné semínko, mák, slunečnice, různé druhy ořechů). Do jemného pečiva se přidávají jádroviny, kakao, konzervované ovoce a zavařeniny [9].

Ve vhodných kombinacích a dávkách mohou přispět pekařské zlepšovací prostředky ke standardizaci mouky. Uplatňují se při zvětšování objemu výrobků, zlepšování chutě a barvy, zkracování doby přípravy těst, zvyšování vaznosti mouk, při prodlužování čerstvosti výrobku aj. Každý nový přípravek musí být schválen zdravotnickými orgány příslušného státu [27].

5.1 Dělení zlepšovacích přípravků dle účelu

Zlepšující přípravek je kombinací vzájemně doplňujících se složek a vzájemně sladěných složek a to:

- enzymů, které umožňují zpracování složitých cukrů pro výživu kvasinek, hlavní skupinu tvoří amylázy
- emulgátorů, jsou to povrchové aktivní látky, které mají zlepšit strukturu lepku, na těsto
- těsto působí komplexně, zvětšují objem pečiva a jeho vláčnost a prodlužují stabilitu
- tukové emulze
- okysličovadel, která posilují lepek a mají zajistit lepší tvarovou stabilitu
- reaktantů, které umožňují získat bohatší strukturu lepku při mísení, zeslabují těsto,
- zvyšuje se tažnost a zkracuje se proces hnětení
- minerální soli, používají se jako stabilizátory kvašení
- konzervační prostředky, mají význam hlavně u balených výrobků
- hydratační přísady, zvyšují schopnost těsta i střídy vázat vodu
- složek se speciálními účinky [32].

5.2 Dělení zlepšovacích prostředků dle dávkovaného množství

5.2.1 Zlepšující přípravky (0,1 až 10 %, většinou 1 %)

Jako nosič obsahují mouku, v které jsou rovnoměrně rozptýleny mikrokomponenty, emulgátory, účinné látky (kyselina askorbová, enzymy), další procentuální zastoupení může mít sladová moučka, sušené mléko, sušená vejce, cukr [33].

5.2.2 Pekařské směsi (10 až 66 %)

Obsahují zlepšující přípravky, ale podle přání i nabídky se přidávají další nebo veškeré komponenty včetně instantního tuku a droždí. Takto připravovaná těsta se vyrábějí pouze

na záraz. Ke směsím 25 %, 30 %, 50 % se přidává zbylá část mouky, tuk a voda. Směsi obsahují aditiva podílející se příznivě na vzhledu, tvaru, barvě, chuti, vůni i objemu výrobku a snižují riziko chybného navážení surovin na minimum. V krajním případě se při mísení může dodat pouze mouka a voda [33].

5.2.3 Hotové komplexní směsi (100 %)

Ke směsi se přidává pouze voda. Hotové komplexní směsi si získávají stále větší oblibu pro jednoduché dávkování a používají se pro výrobu koblih, šlehaných hmot, litých výrobků, cereálního pečiva apod. [33].

5.3 Základní účinné přísady ve zlepšujících prostředcích

- enzymy
- emulgátory
- oxidační a redukční látky
- hydrokoloidy
- fortifikanty
- konzervanty [33].

5.4 Přídavné látky vhodné do zmrazených těst

Ke zmrazování těst jsou z přídavných látek vhodné emulgátory, oxidační látky a hydrokoloidy[7].

5.4.1 Emulgátory

Emulgátory jsou povrchově aktivní látky umožňující vznik emulzí (zejména dispergování tuků ve výrobku). V moukách působí jako kondicionéry změkčující kůrku pečiva, v cukrovinkách jako modifikátory krystalizace tuků. Účinkem emulgátorů dochází:

- k dokonalejšímu rozptýlení tuku v těstě, a tím ke zlepšení stravitelnosti výrobků
- ke zlepšení zpracovatelnosti těsta
- ke zpevnění struktury těsta
- ke zvýšení objemu pečiva,
- ke zlepšení jemnosti a pórovitosti střídy
- ke zpomalení stárnutí pečiva
- ke stabilizaci pěn [34].

Mezi nejrozšířenější emulgátory patří:

- monoacylglyceroly a diacylglyceroly
- deriváty monoacylglycerolů a diacylglycerolů
- estery sacharosy s mastnými kyselinami
- soli esteru kyseliny stearové s kyselinou mléčnou
- lecitin [35, 32].

5.4.1.1 Ester monoacylglycerolu s kyselinou diacetylvinnou (tzv. DATA estery)

V zmrazených těstech způsobuje přidavek DATA esterů nižší pevnost střídky pečiva a zpomaluje rychlost tvrdnutí. Funkce DATA souvisí s jejich interakcí se škrobem, zejména s lineární molekulou amylázy, ale také s amylopektinem. Tvoření těchto komplexů brání tvrdnutí chleba buď tím, že brání retrogradaci amylózy nebo amylopektinu. Přidavek DATA esterů dále způsobuje větší objem pečiva v porovnání s pečivem bez něj. Zlepšení se odráží v zachování lepkové struktury, jež je pravděpodobně způsobeno stabilizujícími účinky vzniklými interakcí DATA esterů s lepkovými bílkoviny. Vzniklý glutein-DATA-gliadin komplex zlepšuje stabilitu dvojvrstvy [36].

5.4.1.2 *Estery sacharózy*

Mastné kyseliny esterů sacharózy působí především na molekuly amylozy, které tvoří komplexy s helikálními molekulami amylozy během želatinace. Tyto komplexy brání retrogradaci škrobu a výsledkem je upečený výrobek s delší trvanlivostí [36].

5.4.2 Oxidační prostředky

5.4.2.1 *Kyselina askorbová*

Významnou roli v procesu pečení hraje oxidace. Přidáním oxidantů do mouky nebo těsta ve správném množství obvykle vede k lepšímu zpracování těsta a vyšší kvalitě pečiva. Oxidační prostředky během míchání převádějí SH skupiny proteinů lepku na SS vazby mezi sousedními molekulami, vybudovávají matici lepku a zajišťují silnější těsto. Obsah kyseliny askorbové výrazně snižuje lepivost těsta a přímo či nepřímo ovlivňuje strukturu a mezimolekulární interakce bílkovinných molekul v těstě. Vytvořením SS vazby v síti lepku, kyselina askorbová snižuje tažnost těsta a zvyšuje jeho pružnost [36].

6 TEXTURNÍ A REOLOGICKÉ VLASTNOSTI TĚST A PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ

6.1 Textura

Textura je jedna z nejdůležitějších charakteristických složek v určování a definování kvality zemědělských výrobků. Textura je psychofyzikální veličina, jde o složitý komplex vlastností, který vytváří většina potravin a kde jedna vlastnost ovlivňuje druhou. Mezi jednotlivými složkami existuje přímý vztah mezi chemickým složením a fyzikálními vlastnostmi. Studium textury lze rozdělit na dvě oblasti:

- studium mikro a makro struktury
- studium deformace a tahových vlastností [37, 38, 39].

Textura potravin je důležitým ukazatelem kvality a je nutné ji hodnotit. Textura je pro mnoho spotřebitelů důležitějším ukazatelem než barva a aroma výrobku. Textura má důležitou roli při určení chování a změny textury během zpracování potravin a skladování, při určení mechanického chování potraviny během konzumace a při vyhodnocení odolnosti produktu proti mechanickému účinku [37, 38, 39].

Textura potravin zahrnuje všechny mechanické, geometrické a ostatní vlastnosti výrobku, které jsou vnímané prostřednictvím mechanických, hmatových, popř. sluchových a zrakových receptorů [37, 38, 39, 49].

Základními texturními vlastnostmi jsou konzistence (souvisí se složením a deformací a zahrnuje reologické vlastnosti výrobku), tvrdost (odolnost vůči deformaci), pevnost (je identická s tvrdostí, ale někdy je používána na vyjádření schopnosti látky odolat deformaci vlivem vlastní hmotnosti) a lepivost (povrchová vlastnost, která je ve vztahu k přilnavosti mezi materiálem a sousedícím povrchem) [37, 38, 39].

Pojem texturní vlastnosti potravinářských výrobků lze vyjádřit a popsat celou škálou názvů a výrazů jako jsou např. *drobivý, mazlavý, vláčný, křehký, křupavý* a mnohými jinými ná-

zvy. Většina těchto pojmů však nemá přesný fyzikální smysl, a nejdou vyjádřit objektivních parametrů [37, 38, 39, 49].

Potraviny jsou ve fyzikálním smyslu pravá tělesa, která mají základní reologické vlastnosti jako jsou pružnost, plastičnost a viskozita [37, 38, 39].

6.2 Reologie

Reologie je vědní obor, který se zabývá zkoumáním a modelováním deformačních vlastností látek zejména studiem vztahů mezi působícími napětími a odezvou při deformování látek [26].

Obecná reologie je jedním z odvětví fyziky. Zabývá se matematickým a fyzikálním popisem chování látek za deformace při podmínkách dynamických (v průběhu deformování) a při podmínkách statických (deformovaný stav se dále nemění vnějšími silami). Reologie studuje vztahy mezi těmito třemi veličinami: napětím, kterému je materiál vystaven, konečnou velikostí deformace materiálu, a časem, resp. kombinací posledních dvou, tj. rychlostí deformace (velikost deformace za čas). Kvalitu těsta můžeme také charakterizovat popisem jeho obecně vyjádřených reologických vlastností, ale především je potřebujeme posuzovat s ohledem na změny chování při dalším mechanickém, biologickém a tepelném zpracování [7, 26, 41].

Měření reologického chování a kontrolování přesně stanovené deformace nebo napětí je použito skrze daný čas do materiálu a měření výsledné síly reakce (odezvy) nám poskytuje údaje o parametrech materiálu (tuhost, viskozita, moduly, tvrdost, síla, houževnatost, nepoddajnost) [42].

Hlavními cíli reologického měření jsou:

- získání kvantitativního popisu materiálů, mechanických vlastností,

- získání informací vztahující se k molekulární struktuře a složení materiálu,
- charakteristika a modelování materiálové výkonnosti během zpracování a kontroly
- kvality [42, 43].

Reologické měření (rheometrie) má za úkol objektivizovat metody měření reologických vlastností. Hodně těchto metod bylo v případě potravin dosud částečně nebo zcela subjektivních sensorických. Pro některé potravinářské materiály ale existuje velký počet speciálních objektivně měřících přístrojů. Výsledky se však převážně nevyjadřují jako fyzikálně definované reologické veličiny, ale pomocí empirických jednotek. U nich je pak z dávné zkušenosti známa jejich dobrá vypovídající schopnost ať již pro zpracovatelnost materiálu ve výrobě nebo pro kvalitu hotového výrobku [42, 43, 44].

Významnou roli v utváření kvalitního produktu v pekárenské technologii a v jejích příbuzných technologiích, ve kterých se pracuje s těsty, krémy, náplněmi atd. hrají mechanické vlastnosti surovin a poloproduktů. Při hodnocení surovin, poloproduktů a produktů se využívá metod a přístrojů založených na měření reologických vlastností. Zpracovatelská kvalita a texturní vlastnosti jsou vystiženy reologickými ukazateli [42, 43, 44].

Na principu měření reologických vlastností těsta je založena celá řada přístrojů (cca 20). Reologické chování těsta, event. z výsledků usuzovat na vlastnosti mouky nebo zrna mají jen některé z nich. Jiné mají jen simulovat do jisté míry určité technologické pochody. Na základě reologických měření těsta nebo suspenze mouky je cílem těchto měření předvídat chování materiálu v průběhu technologického procesu, event. získat podklady k provádění včasných provozních zásahů [42, 43, 44].

Z hlediska teorie průběhu deformace se přístroje dělí na přístroje pracující za statické deformace (těsto je pouze jednorázově deformováno rovnoměrně rostoucím napětím za ustálených podmínek) a přístroje, měřící v průběhu dynamické deformace, kdy je těsto v neustálém (většinou neustáleném) pohybu [42, 43, 44].

Z hlediska účelu lze přístroje klasifikovat na přístroje, s jejichž pomocí se zjišťují jen některé reologické charakteristiky těsta (např. kvalita mouky nebo zrna), dále přístroje, které jen simulují některé technologické pochody a přístroje, které vypovídají o obojím [42, 43, 44].

Na podstatě reologických měření jsou založeny i další přístroje, které se však nepoužívají k měření těsta, ale používají se pouze k měření suspenze mouky nebo škrobu, příp. ještě sledují průběh jejich mazovatění. Charakterizují výkyvy v aktivitě amylolytických enzymů a poškození škrobu. Významné jsou zejména pro hodnocení žitných mouk, ale rozsáhle jsou používány i při kontrole porostlosti pšenice [42, 43, 44].

Měření vlastností těsta je velice obtížné, protože se jeho fyzikální a chemické vlastnosti (vývoj vazeb mezi vodou a moukou, enzymatické reakce, relaxace těsta po míchání) mění průběžně s časem [42, 43, 44].

6.3 Reologie těst

6.3.1 Tvorba pšeničného těsta

Pšeničné těsto patří mezi první z potravinářských materiálů, u kterého se začaly sledovat reologické vlastnosti. Základem pšeničného těsta je mouka, voda, sůl a v některých případech tuk a povrchově aktivní látky. Při míchání se částice mouky a vody zvolna hydratují, ale nevytváří se hned spojitá masa těsta. Teprve při hnětení dochází ke vzájemnému styku molekul bílkovin a hydratovaných polysacharidů, což přispívá k jejich orientování a tvorbě příčných vazeb. Vytváří se tzv. trojrozměrná síť, která pšeničnému těstu dává elasticitu [42, 43, 44].

Při hnětení se v důsledku zpevňování trojrozměrné bílkovinné fáze postupně mění tekutost, tuhost a elasticita těsta. Těsto se stává vnějším vzhledem jemnějším a zdánlivě homogennějším. V době optimálního vyhnětení klade těsto nejvyšší odpor vůči deformaci (napíná-

ní). Při přehnětení (překonání optima hnětení) se těsto stává povolnější a lepivé na povrchu [42, 43, 44].

Vzhled povrchu těsta je jemný, ale po zastavení hnětení se povrch jemně orosí a získává lesklý vzhled. V průběhu zrání a kynutí těsta přispívají činnosti enzymů a účinky organických kyselin k bobtnání a změnám chemických vazeb. Je-li žádoucí ještě další mechanické promíchání, provádí se po určité době tzv. přetužení, které umožní pokračovat průběhu řadě chemických reakcí, jejichž důsledkem dochází k dosažení žádoucích reologických vlastností těsta (zpevnění prostorové sítě založené hlavně na příčných disulfidických vazbách mezi bílkovinnými řetězci, zvyšování tažnosti těsta) [42, 43, 44].

6.3.2 Vlivy ovlivňující reologii těsta

Pro stanovování reologických vlastností těsta je klíčové větvení peptidových řetězců a jejich struktura. Rozhodující vliv na kvalitu těsta má zejména odrůda pšenice pěstovaná přímo pro konkrétní druh pekárenského výrobku, nikoliv stavba rozpustných glutenových jednotek. Glutenem jsou samozřejmě ovlivněny vlastnosti těsta nejzásadněji, ale to se týká pouze nerozpustných glutenových struktur. Důležitou vlastností je odolnost vláken, která je zodpovědná za schopnost peptidových řetězců se větvit, čímž se zásadně ovlivňuje kvalita těsta. Důležité také je, aby pevnost a tvrdost vláken v těstě byla taková, aby nedocházelo k velkým deformacím, díky vznikajícím bublinkám plynu. Hodnota stability by se měla pohybovat okolo jedné. Na strukturu peptidových vláken má vliv i zvyšující se teplota, který také ovlivňuje stabilitu vznikajícího plynu a bublinek [42, 43, 44].

Reologické principy a teorie jsou určeny k tomu, abychom získali představu o změnách materiálu a jeho vlastnostech v průběhu jeho zpracování v různých fázích výroby (míchání, tvarování, kynutí, pečení).

Praktický význam reologie může spočívat v tom, že na základě zkoušení těsta během jednotlivých fází výroby můžeme předpovídat, jaká bude kvalita konečného pekárenského výrobku [42, 43, 44].

6.3.2.1 Míchání

Míchání je rozhodující operací, během které může dojít ke změnám ve struktuře viskoelastivity vlivem určité změny řetězců glutenu. Některé starší práce poukazují na to, že pro glutenovou strukturu je velmi významná především rychlost a doba míchání a důležité jsou i použité suroviny a typ míchadla. Současné práce poukazují na to, že reologické vlastnosti závisí hlavně na kroutící síle míchadla [42, 43, 44].

6.3.2.2 Tvarování

Válením se zvyšuje a zlepšuje soudružnost těsta. Vliv rozvalování těst na reologické vlastnosti je podmíněn tlakem, který na těsto vytváříme, nemělo by také docházet k mechanickému poškození těsta. Rozvalování musí být adekvátní k použitému druhu těsta. Nejvíce poznatků takto bylo získáno k chlebu. Čím je těsto rozvalováno (přetužováno) více, tím se v chlebovém těstu více tvoří vhodná struktura glutenu a těsto získává na pružnosti [42, 43, 44].

Do některých pekařských výrobků se přidává máslo nebo i jiný tuk. Pak procesem rozvalování těst se válením usměrňuje tloušťka těsta i finálního výrobku. Střídavým používáním tuku a opakovaným válením se docílí vrstvené struktury takovýchto výrobků. Reologické vlastnosti jsou zcela rozdílné ve srovnání s chlebovým těstem. Těsto je méně pružné a snáze se trhá na menší kousky [42, 43, 44].

6.3.2.3 Kynutí

Při kynutí dochází k mnoha změnám. Správně vyzrálé těsto vykazuje optimální reologické vlastnosti (optimální rovnováhu v tažnosti a pružnosti). Během zrání těsta dochází

k několika reakcím. Pro pekařský průmysl jsou důležité vlastnosti jako mechanická odolnost těst, pevnost a tvorba plynu. Pevnost těsta ovlivňuje proces kvašení. Bublinky mohou být menší, tenčí, více stabilní a z těsta nejsou tolik prchavé. Těsta s vhodnou pevností jsou po upečení dobře a správně drobivé (tzv. malé bublinky plynu, užší stěny buněk) a lépe nakypřené. [42, 43, 44].

7 SENZORICKÁ ANALÝZA PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ

Senzorická analýza je vědecká disciplína, která za posledních víc jak 70 let prošla rozsáhlou evolucí. Na počátku byly aplikovány jen relativně jednoduché postupy kontroly kvality v několika málo provozovnách, ale dnes už je sensorická analýza jedna z neodmyslitelných součástí vývoje a výzkumu, a je nezastupitelnou součástí hodnocení jakosti surovin, polotovarů a hotových výrobků v potravinářském průmyslu.

Senzorické hodnocení lze také chápat jako spojení mezi spotřebitelem a potravinářskou technologií.

Senzorická analýza – věda, která se zabývá hodnocením organoleptických vlastností výrobků prostřednictvím lidských smyslů (různé podněty, vnímání, identifikování), které používají spotřebitelé k výběru výrobku na trhu [45].

7.1 Senzorické posuzování - základní zásady

Pro přípravu vzorků, jejich předkládání a při sensorickém hodnocení je nutné dodržovat určité zásady, obecné pokyny a požadavky na přístroje, které jsou použity při sensorické analýze. Tyto zásady sensorického hodnocení vyplývají z normy *ČSN ISO 6658 Sensorická analýza – Metodologie – Všeobecné pokyny*. [46].

7.2 Odběr a příprava vzorků pro sensorické hodnocení

Pro sensorické hodnocení je odběr vzorků uveden ve vyhlášce Ministerstva zemědělství 211/2004 Sb., v platném znění, o metodách zkoušení a způsobu odběru kontrolních vzorků.

Při sensorickém hodnocení výrobků je nutno dodržet podmínku respektování data jejich použitelnosti anebo data jejich minimální trvanlivosti. Výrobky s prošlou dobou použitelnosti nesmí být uvedeny po uplynutí této doby do oběhu [46].

Vzorky pro sensorickou analýzu se podávají bez úprav popř. po porcování, dávkování, při pokojové teplotě a tak, aby byly dodrženy stejné podmínky pro všechny posuzovatele (tj.

při stejné teplotě, v odpovídajícím čase, v dostatečném množství). Podávat se nesmí vzorky oschlé, vyčichlé, zhnědlé, rozmražené [46].

Při sensorické analýze je důležité, aby se zachovala anonymita vzorků. Pozorovatel nesmí vědět jaký vzorek, od jakého výrobce byl předložen k sensorickému hodnocení, mohlo by se stát, že dojde k ovlivnění vlastního hodnocení [46].

Nádoby, ve kterých vzorky podáváme, mají být z neutrálního materiálu, aby nevyvolávaly různé pachy nebo pachutě. Nejlepším materiálem je porcelán, sklo nebo nádoby z nerezavějící oceli. Příbory jsou nejvhodnější z nerezavějící oceli, výjimečně plastové. Pro hodnocení některých nápojů jsou používány degustační sklenice [46].

7.2.1 Doba a délka posuzování

Nejvhodnější dobou k posuzování se doporučuje doba mezi 9 až 11 hodinou dopoledne a od 14 do 16 hodin odpoledne a mělo by trvat nejdéle 2 – 3 hodiny a při degustaci mezi jednotlivými zkouškami se doporučují 20 – 30 minutové přestávky [46].

Počet podávaných vzorků se řídí složitostí úkolu. Při degustaci se nedoporučuje podávat více než 4 – 6 vzorků najednou, při složitějších a náročnějších stanoveních dokonce jen 3 vzorky [46].

Při posuzování texturních vlastností lze předkládat až 15 vzorků, u porovnávání barvy až 20 vzorků a při posuzování vůně 10 – 15 vzorků [46].

7.2.2 Obecné požadavky na posuzovatele

Nejvyšší schopnost k sensorickému posuzování bývá mezi 18 až 40 lety. Posuzovatel má být před hodnocením poučen o významném hodnocení, způsobu hodnocení a případných dopadech a během degustace nemá být rozptylován, s dalšími posuzovateli se nesmí domlouvat. Posuzovatel by neměl být unaven, nachlazen, nemocen nebo pod vlivem léků.

Hodinu před degustací nesmí kouřit (ani během degustace), nesmí jíst kořeněné pokrmy a pít alkoholické nápoje nebo kávu[46].

7.3 Senzorické hodnocení pekárenských výrobků

Při sensorické hodnocení pekárenských výrobků jsou prvotním místem hodnocení považovány ústa. V ústech dochází k rozmělnění vzorku vlivem síly, kterou působíme na vzorek. Podměty vznikající v ústní dutině jsou dále přenášeny do mozku, kde dochází k vyhodnocení sensorické jakosti [49, 50].

Při sensorickém hodnocení se musí dodržet určité podmínky, které zajišťují standardizaci měření. Mezi tyto podmínky patří vhodná zkušební místnost, která obsahuje zkušební prostor, přípravný prostor, kancelář, šatnu, odpočívárnu a WC. Ve zkušební místnosti by měla být teplota pro hodnocení sensorických parametrů okolo 18 – 23 °C a vlhkost by se měla pohybovat okolo 75 %. Při hodnocení je nejvýznamnějším činitelem samotný hodnotitel, který by měl vyhovovat výběrovým kritériím [49, 50].

Při sensorickém hodnocení pekárenských výrobků se posuzují dvě skupiny znaků, a to vnější a vnitřní znaky. Vnější znaky se hodnotí zrakem a hodnotí se tvar výrobku, vzhled, barva výrobku a struktura kůrky. Hlavními vnitřními znaky jsou vlastnosti střídy a textura výrobku (pórovitost, struktura a pevnost řezu, vůně a chuť výrobku) [49, 50].

Vzhled a tvar výrobku by měl být pravidelný, neporušený, optimálně klenutý, bez ostrých hran, zaoblený, celistvý s dostatečným objemem. Naopak by vzhled a tvar výrobku neměl být nepravidelný, deformovaný, rozlámaný s patkami, bočně vyboulený, pomačkaný, plochý a neměl by mít malý objem[49, 50].

Kůrka by měla být stejnoměrná dle druhu pečiva, dále křehká, jiskrná, porcelánová, neporušená, přiměřeně moučná, čistá a měla by pozvolna přecházet do střídy. Nežádoucí je, aby byla připálená, spálená, příliš bledá, skrvnitá, sloupnutá, rozervaná, puchýřová, provalená, oddělená od střídy, plesnivá, znečištěná, s roztrženým spodkem, tvrdá a gumovitá. Znakem dobrého vypečení a vychlazení chleba jsou jemné prasklinky v ostře ohraničených čtvercových ploškách [49, 50].

Střída by měla být stejnorodá, barvou odpovídající druhu pečiva, bez stínů a vlhkých míst, pevná, pružná, celistvá, bez trhlin, po celé ploše čistá, vláčná a měla by mít pravidelné póry. Neměla by mít nestejnorodé barvy, neměla by být nedostatečně propečená, lepkavá, mazlavá, nepravidelně pórovitá, tvrdá, nedostatečně zpracovaná, s vlhkým kruhem, drobitvá, plesnivá, nitkovitá, znečištěná a neměla by obsahovat cizí předměty [49, 50].

Vůně by měla být výrazná, lahodná, aromatická a odpovídající použitým surovinám. Naopak by neměla být zatuchlá, plesnivá, kyselá a s cizím pachem.

Chuť by měla být výrazná, přirozeně aromatická po použitých surovinách a odpovídající druhu pečiva. Neměla by být nepříjemná, nahořklá, kyselá, příliš slaná, neslaná a nepříjemná [49, 50].

7.3.1 Základní postup zkoušky

Senzorická zkouška se skládá ze dvou částí. V první části je vzorek podroben analytickým testům, kde se provádí rozdílová zkouška a zkoušky popisující kvalitu.

V druhé části je vzorek hodnocen pomocí „požitkářských“ vlastností a popisujeme chuť vzorku, šťavnatost, vůni [49, 50].

7.3.2 Senzorické hodnocení texturních vlastností při degustaci pekárenských výrobků

Při sensorickém hodnocení texturních vlastností hodnotíme např. tvrdost, soudružnost, pružnost, přilnavost, lámavost, žvýkatelnost a gumovitou [49, 50].

Tvrdost - degustovaný vzorek se vloží mezi stoličky nebo mezi jazyk a patro a rovnoměrně se skousne. U této vlastnosti neposuzuje se síla potřebná ke stlačení potraviny.

Soudržnost – degustovaný vzorek se vloží mezi stoličky, stlačí a posuzuje se rozsah deformace před prasknutím.

Pružnost – degustovaný vzorek se vloží mezi jazyk a patro (je-li polotuhý) nebo mezi stoličky (tuhý) a částečně stlačí, zruší se síla a posuzuje se stupeň a rychlost návratu do původního stavu.

Přilnavost – degustovaný vzorek se umístí na jazyk, přitlačí na patro a posuzuje se síla potřebná k jeho odstranění.

Lámavost – degustovaný vzorek se vloží mezi stoličky, rovnoměrně se skousne, až se rozdrobí, zlomí nebo roztříští. Posuzuje se síla, při které se vzorek rozpadne.

Žvýkatelnost – degustovaný vzorek se vloží do úst a zpracovává se jedním žvýknutím za 1s silou srovnatelnou s tou, která je potřebná pro proniknutí gumovitou cukrovinkou za 0,5 s. Posuzuje se energie nebo počet žvýknutí potřebný k úpravě vzoru vhodného k polknutí.

Gumovitost – degustovaný vzorek se vloží do úst a zpracovává se jazykem proti patru. Posuzuje se rozsah manipulací, nezbytných k rozmělnění potravy [49, 50].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo porovnání účinků 2 typů droždí na kvalitu mrazených rohlíků. U pekařských výrobků (rohlíků) bylo cílem zjistit vliv jednotlivých typů droždí na jejich chemické, texturní a organoleptické vlastnosti.

V rámci chemických analýz běžného pšeničného těsta byl zkoumán vliv jednotlivých druhů droždí na obsah vody (vlhkost), pH (aktivní kyselost).

V rámci chemických analýz pekárenských výrobků bylo prováděno stanovení obsahu vody (% sušiny).

V rámci měření texturních vlastností byl sledován vliv jednotlivých typů droždí na tuhost pekárenských výrobků (rohlíků).

V rámci zjištění kvality pekárenských výrobků (rohlíků) s přidáním jednotlivých typů droždí byly provedeny sensorické analýzy, které zahrnovaly pořadový preferenční test a hodnocení jednotlivých sensorických charakteristik (barva, vady povrchu, pórovitosti střídy, křehkosti, vláčnosti, gumovitosti, chuti a vůni).

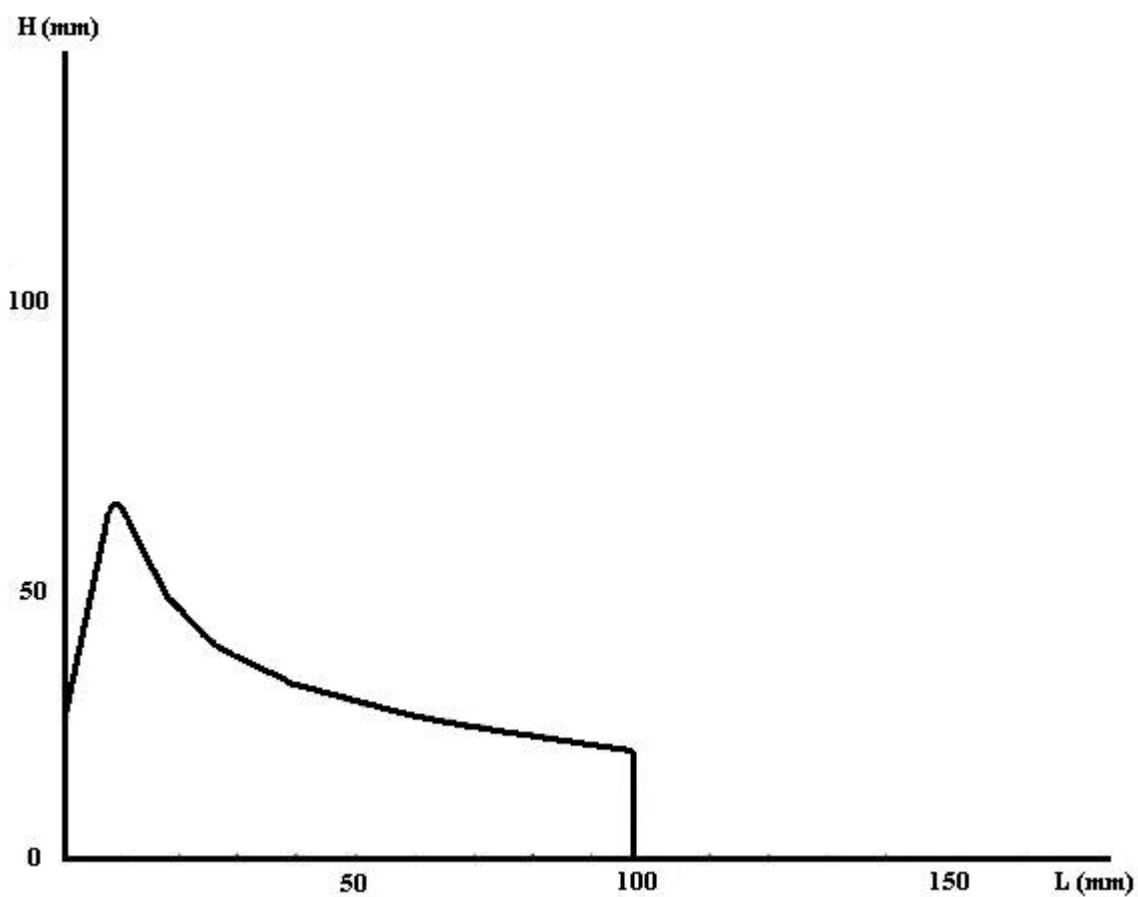
Pro cíle, kterých jsme chtěli dosáhnout, jsme stanovily následující úkony:

- Teoretický popis chemického složení pšeničné mouky, droždí, soli, oleje a zlepšujícího přípravku.
- Popsat vliv jednotlivých typů droždí na pšeničné těsto a pekárenské výrobky.
- Vyrobit pšeničná těsta s jednotlivými typy droždí.
- Chemické rozbor: obsah vody u těst a pekárenských výrobků (rohlíků), pH u těst.
- Texturní vlastnosti: měření pevnosti (tuhosti) pekárenských výrobků (rohlíků).
- Sensorická analýza: provést analýzu u pekárenských výrobků (rohlíků).

9 MATERIÁL

9.1 Suroviny pro výrobu

9.1.1 **Mouka:** mouka pšeničná hladká (T 512), výrobce: Mlýn Kojetín spol. s.r.o. , ČR



Obr. č. 1 Alveografická křivka mouky

Tab. č. 1 Parametry mouky T 512

Parametr	Jednotka	Hodnota
Vlhkost	%	14,70
Číslo FN – pádové číslo	s	312
Popel	%	0,55
Lepek v sušině – obsah mokrého lepku v sušině	%	31,7
P – pevnost (max. tlak nutný k deformaci těsta) při CH	mmH ₂ O	72
L – tažnost (délka křivky) při CH	mm	100
G – index nafouknutí ($2,226 \cdot \sqrt{L}$)	-	22,3
W – deformační energie (síla mouky) při CH	10E – 4J	213
P/L – konfigurační poměr křivky při CH	-	0,72
Ie – stupeň elasticity při CH	%	49,2

9.1.2 PŘÍSADY

Pro výrobu těsta byly použity níže uvedené přísady:

Sůl – vakuová sůl jedlá, nejodovaná, složení: chlorid sodný, proti spékavá přísada E 535 – ferrokyanid sodný, (Solivary Trade, s.r.o. , Prešov, Slovensko), olej – jedlý rafinovaný slunečnicový olej, složení: jedlý rafinovaný slunečnicový olej vyrobený lisováním extrakcí rafinací slunečnicových semen (SETUZA, a.s., Žukovova 100, 400 03 Ústí nad Labem)

Droždí (byla přidávána v dávkách: 30 g.kg⁻¹, 50 g.kg⁻¹. a 70 g.kg⁻¹)

1. typ – čerstvé pekařské droždí, složení: čistá kmenová kultura *Sacchromyces cerevisiae*, výrobce: Uniferm GmbH & Co, KG, Germany
2. typ – čerstvé pekařské droždí Vivo, složení: čistá kmenová kultura *Sacchromyces cerevisiae*, výrobce: Lesaffre Polska, Wolczyn, Poland
3. typ - čerstvé pekařské droždí Bruggeman FT Bakers' Yeast, složení: čistá kmenová kultura *Sacchromyces cerevisiae*, výrobce: Algist Bruggeman N.V., Gent, Belgium

9.1.3 ADITIVA

Do těst bylo dále přidáváno aditivum Frosty v dávce 20 g.kg⁻¹

Frosty – zlepšující přípravek pro výrobu pečiva určeného k zamrazování, složení: přírodní pšeniční kvas, emulgátory: E 472e – estery monoglyceridu s kyselinou mono- a diacetyl-vinnou (DATEM), E 471 – mono- a diglyceridy mastných kyselin z jedlých tuků α -amyláza, E 300 – kyselina askorbová, výrobce: Irca S.r.l., Gallarate, Italia

10 METODIKA

10.1 Výroba pečiva

Pro jednotlivé analýzy bylo připraveno 28 vzorků pšeničného rohlíkového těsta. Jednalo se o kontrolní vzorek s droždím Uniferm (vyroben z těchto surovin – mouka, sůl, droždí, voda, tuk a zlepšující přípravek Frosty v množství 20 g.kg^{-1} . Do ostatních vzorků byly přidávány místo droždí Uniferm další 2 typy droždí, a to droždí Vivo v dávkách 30 g.kg^{-1} ., 50 g.kg^{-1} . a 70 g.kg^{-1} nebo droždí Bruggeman v dávkách 30 g.kg^{-1} ., 50 g.kg^{-1} . a 70 g.kg^{-1} .

10.1.1 Technologický postup výroby

• Příprava těsta

Tab. č. 2 Dávkování surovin

Surovina	Množství [g.kg^{-1}]	Množství [g]
Mouka T 512	1000	2000
Sůl	20	40
Olej	50	100
Frosty	20	40
Voda	500	1000
Droždí Uniferm (kontr.vz.)	40	80
Droždí Vivo (3 %)	30	60
Droždí Vivo (5 %)	50	100
Droždí Vivo (7 %)	70	140
Droždí Burggeman (3 %)	30	60
Droždí Burggeman (5 %)	50	100
Droždí Burggeman (7 %)	70	140

- Příprava polotovarů

Dávkování surovin: mouku T 512, sůl, droždí, frosty, olej a vodu jsme navážili a výjma oleje vložili do hnětacího stroje, olej se přidal do těsta až po 2 minutách mísení.

Vypracování těsta probíhalo na spirálovém hnětači RE – 22 (ALBA, spol. s.r.o., Hořovice ČR). Mísení probíhalo při teplotě těsta 19 °C. Celková doba hnětení činila 8 minut, z toho k promísení surovin byly použity pomalé otáčky po dobu 3 minut, během této doby byl přidán olej, poté následovalo hnětení těst po dobu 5 minut pomocí rychlého chodu hnětacího stroje, abychom dobře vypracovali lepek. Těsto zrálo po dobu 15 minut při teplotě 25 °C na pracovním stole pekárny zakryto speciální folií proti okorání.

Jednotlivá těsta byla rozválena a dělena na 30 ks klonků těst o hmotnosti 60g. Ihned po dělení byly jednotlivé klonky tvarovány na válcovém rohlíkovacím stroji (Topos, a.s., Královská 777, 407 77 Šluknov). Vytvarované polotovary rohlíků, které byly osázeny jednotlivě na perforované plechy byly uloženy do vozíků a zavezeny do mrazícího boxu (MTH, Fojtách, Velký Ořechov, ČR), kde při teplotě – 28 °C byly promrazovány po dobu 30 minut na teplotu jádra – 7 °C. Polotovary rohlíků, které byly mrazeny při teplotě - 28°C , byly po 30 minutách při teplotě jádra – 7°C baleny v prostředí mrazící komory do speciálních PE sáčků určených ke skladování mrazených polotovarů. Takto zabalené polotovary byly označeny a uloženy do skladovacího mrazáku při teplotě – 22°C na dobu 7 dnů.

- Pečení polotovarů

Zabalené polotovary byly vyjmuty ze skladovacího mrazáku při teplotě - 22°C, byly rozbaleny a jednotlivé polotovary vyskládány na hliníkové perforované pečící plechy a ty byly uloženy do pečících vozíků. Vozíky s polotovary byly ponechány v prostředí pekařského provozu po dobu 20 minut při běžné teplotě 25°C a relativní vlhkosti 65 %.

Rozmrazené polotovary rohlíků byly po 20 minutách zavezeny do boxové nerezové kynárny (Kornfeil spol. s.r.o., Čejč, ČR). Polotovary kynuly po dobu 45 minut při teplotě 38°C a relativní vlhkosti 75 %.

Dobře nakynuté polotovary byly zavezeny do plynové boxové rotační horkovzdušné pece (Rotomax Computer, Kornfeil spol. s.r.o., Čejč, ČR). Doba pečení polotovarů byla 13 mi-

nut v režimu program pečení rohlíků, při teplotě pece 260°C, která byla zapařena 3,5 l vody. Po celou dobu pečení byly zavřeny tahy pece, pečení probíhalo v páře.

Upečené rohlíky se nechaly samovolně zchladnout v prostředí expedice pekárny při teplotě 23°C a relativní vlhkosti 60 %. Celková doba chlazení byla 30 minut. Tato doba chlazení byla stanovena na základě sensorické kontroly, tak aby při následných sensorických analýzách vybraných posuzovatelů nedocházelo k nežádoucím efektům jako je: nadměrná deformace čerstvého pečiva, nadměrná teplota čerstvého pečiva a degradace vůně čerstvého pečiva.

10.2 Chemická analýza těst a rohlíků po upečení i 3. den po upečení

10.2.1 Stanovení obsahu vody (vlhkosti) těst a rohlíků po upečení a 3. den po upečení a pH těst

Celkový obsah vody byl stanoven chemickou analýzou při 130 °C dle České technické normy ČSN ISO 56 0116-3 (1995). Obsah vody je definován jako úbytek hmotnosti vzorku zjištěný za podmínek specifikovaných touto metodou [50]. Stanovení bylo opakováno celkem dvakrát, přičemž každý vzorek byl měřen pětkrát. Výsledek byl uveden jako aritmetický průměr \pm směrodatná odchylka.

Aktivní kyselost (pH) byla měřena pomocí vpichového pH metru (Gryf 209 S) za laboratorní teploty, tj. 25 ± 1 °C. Každý vzorek byl měřen pětkrát a výsledek byl uveden jako aritmetický průměr \pm směrodatná odchylka [50].

10.2.2 Měření texturních vlastností rohlíků po upečení a 3. den po upečení

- Měření bylo prováděno a opakováno na texturním analyzátoru TA.XT plus (O. K. SERVIS BioPro, s.r.o., Praha) celkem dvakrát, přičemž každý vzorek byl měřen nejméně pětkrát. Vzorky byly testovány při 23 ± 2 °C. Zjišťovanou vlastností byla tuhost u vzorků čerstvě upečeného jemného pečiva a dále pak u pečiva tři dny po upečení. Měřeny byly parametry tuhosti, kdy tuhost (F) je síla potřebná k dosažení deformace nebo penetrace výrobkem, neboli pík síly během kompresního cyklu, tuhost (A) – celková síla potřebná k deformaci.
- **Měření probíhalo za tohoto nastavení texturního analyzátoru:**
- Režim: měření síly stlačení
- Varianta: návrat na začátek
- Rychlost před testem: 1 mm.s^{-1}
- Rychlost testu: $1,7 \text{ mm.s}^{-1}$
- Rychlost po testu: $10,0 \text{ mm.s}^{-1}$
- Průchod vzorku sondou (vzdálenost): 10 mm
- Příslušenství: AACC 36mm sonda s poloměrem (P/36)

Popis experimentu:

- Vzorky jsou odebírány ze sáčků těsně před zkouškou, nařezány na stejně široké plátky o tloušťce cca 25 mm a každý z nich pak umístěn centrálně po měřící sondu. Vzhledem k tomu, že sonda postupuje dolů do vzorku, dojde ke zvýšení síly. Čím je hodnota síly vyšší, tím je vzorek tužší. Pevnost je vlastnost, která se mění s délkou doby použitelnosti, tj. čerstvé vzorky vyžadují obvykle méně síly ke stlačení střídy v porovnání se stejným typem vzorku vyrobeného předchozí den. Plocha pod křivkou je míra celkového množství práce spojené s provedením testu. Plocha o vyšší hodnotě značí, že vzorek je tužší [52]. Vzorky byly do 3. dne uchovány zabalené v sáčcích při pokojové teplotě.

10.2.3 Senzorická analýza rohlíků po upečení a 3. den po upečení

Senzorické analýzy rohlíků byly provedeny pro zjištění kvality a jakosti rohlíků s 2 typy droždí přidávaného o různých dávkách. Těchto analýz se zúčastnil panel tzv. vybraných posuzovatelů, který se skládal ze studentů a zaměstnanců Fakulty technologické, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a zaměstnanců firmy TOPEK, s.r.o., Topolná [53]. Senzorická analýza byla provedena celkem dvakrát, a to u čerstvě upečených rohlíků, tak u rohlíků tři dny po upečení.

Jednotlivé vzorky byly předkládány anonymně pod písmeny A-G, kdy (A - kontrolní vzorek s droždím Uniferm v dávce 40 g .kg⁻¹ mouky, B -vzorek s droždím Vivo v dávce 30 g .kg⁻¹mouky, C -vzorek s droždím Vivo v dávce 50 g .kg⁻¹mouky, D- vzorek s droždím Vivo v dávce 70 g .kg⁻¹mouky, E-vzorek s droždím Bruggeman v dávce 30 g .kg⁻¹mouky, F-vzorek s droždím Bruggeman v dávce 50 g .kg⁻¹mouky, G-vzorek s droždím Bruggeman v dávce 70 g .kg⁻¹mouky) při pokojové teplotě 23 ± 2 °C. Posuzovatelé provedli nejprve pořadový preferenční test, tzn., že seřadili vzorky rohlíků od nejpreferovanějšího až po nejméně preferovaný v pořadí od 1 do 5, kdy 1 představoval vzorek nejpreferovanější a 5 vzorek nejméně preferovaný. Senzorické hodnocení se skládalo z posuzování jednotlivých vzorků rohlíků pomocí jakostních číselných (ordinálních) stupnic s charakteristikou každého stupně. První stupeň byl označen jako „vynikající“ a poslední stupeň odpovídal úrovni „nevyhovující“. Tímto způsobem byly posuzovány tyto charakteristiky: barva, vady povrchu, pórovitost střídy, gumovitost, křehkost, vláčnost, chuť a vůně [54].

Statistické vyhodnocení

Výsledky chemické analýzy těst a finálních výrobků, texturní analýzy finálních výrobků a senzorické analýzy finálních výrobků byly vyhodnoceny pomocí programu STATISTICA CZ [statistický program, CD-ROM]. Ver. 9.1. Tulsa (USA): Statsoft, Inc. a dále senzorická analýza finálních výrobků byla navíc vyhodnocena pomocí programu Statka 25.

11 VÝSLEDKY A DISKUSE

11.1 Chemická analýza těst

Jednotlivé chemické analýzy těst s přidavkem různých typů droždí byly porovnávány se standardem, čímž bylo těsto s droždím Uniferm (kontrolní těsto).

Tab. č. 3 Stanovení obsahu vody (vlhkosti) a pH u těst i po rozmrazení

Vzorky s přidavky droždí (g.kg ⁻¹)							
	A	B	C	D	E	F	G
Obsah vody (%)	46,89 ± 0,02 ^f	45,79 ± 0,04 ^b	45,28 ± 0,08 ^a	46,38 ± 0,10 ^e	46,01 ± 0,06 ^c	47,09 ± 0,02 ^g	46,24 ± 0,13 ^d
pH	4,93 ± 0,01^a	4,97 ± 0,01^b	4,91 ± 0,00^a	4,81 ± 0,01^d	5,02 ± 0,01^c	5,02 ± 0,00^c	4,99 ± 0,01^b
pH*	5,01 ± 0,01^e	5,04 ± 0,00^a	4,99 ± 0,01^d	4,95 ± 0,01^b	5,09 ± 0,01^f	5,03 ± 0,01^a	4,97 ± 0,01^c

pH* rohlíkové těsta po rozmrazení při + 7 °C

Cílem bylo zjistit, jakým způsobem jednotlivé typy droždí s různým dávkováním ovlivňují celkový obsah vody v pšeničném těstě a pH pšeničných těst před zmrazením a po rozmrazení při teplotě +7°C .

Z výše uvedených lze s 95% pravděpodobností říci, že mezi jednotlivými těsty s různými typy droždí ve sledovaném parametru obsah vody je nepatrný rozdíl. Obsah vody u těst s přidavkem droždí Vivo v dávkách 30 g.kg⁻¹, 50 g.kg⁻¹ a 70 g.kg⁻¹ se oproti droždí Uniferm (kontrolní vzorek) snížil. Obsah vody u těst s přidavkem droždí Bruggeman v dávkách 30 g.kg⁻¹, 50 g.kg⁻¹ a 70 g.kg⁻¹ byl podobný kontrolnímu vzorku nebo se nepatrně zvýšil.

U pH těst jsme zjišťovali aktivní kyselost těst pře mrazením i po rozmrazení při teplotě +7°C.

S 95% pravděpodobností z výše naměřených hodnot vyplývá, že aktivní kyselost u těst před zmrazením byla v porovnání s těsty, u kterých bylo pH měřeno po rozmrazení při teplotě +7°C nižší skoro u všech vzorků těst. Výjimkou bylo těsto s přidavkem droždí Brug-

geman v dávce 70 g.kg^{-1} . U tohoto vzorku došlo k mírnému nárůstu pH rozmrazeného těsta při teplotě $+7^\circ\text{C}$. Porovnáme-li kontrolní vzorek těsta, a to jak u těst před zmrazením, tak i u těst po rozmrazení při teplotě $+7^\circ\text{C}$ s ostatními vzorky těsta s přísady jednotlivých typů droždí vidíme, že s rostoucím přídatkem droždí Vivo, se pH oproti kontrolnímu vzorku snížilo. Naopak je tomu u vzorků těst s přísady droždí Bruggeman, kdy došlo k mírnému nárůstu pH oproti kontrolnímu vzorku. Tentýž trend můžeme pozorovat u těst po rozmrazení při teplotě $+7^\circ\text{C}$

Mírné odchylky od standardu (kontrolního těsta) lze připsat různé aktivitě kvasinek čili odlišné produkci CO_2 .

11.2 Chemická analýza rohlíků

Jednotlivé chemické analýzy rohlíků s přísadou různých typů droždí byly porovnávány s kontrolním vzorkem, čímž bylo těsto s droždím Uniferm,

Celkový obsah vody v jednotlivých vzorcích rohlíků uvádí tabulka

(Tab. č. 4).

Tab. č. 4 Stanovení obsahu vody (vlhkosti) u rohlíků po upečení a 3. den po upečení

Obsah vody (%)	VZORKY							
		A	B	C	D	E	F	G
po upečení	$27,21 \pm 0,06^b$	$26,36 \pm 0,04^a$	$26,36 \pm 0,05^c$	$29,22 \pm 0,03^d$	$29,83 \pm 0,04^g$	$29,46 \pm 0,03^e$	$29,52 \pm 0,05^f$	
3. den po upečení	$24,65 \pm 0,06^a$	$24,63 \pm 0,09^a$	$25,83 \pm 0,12^b$	$26,38 \pm 0,07^c$	$27,69 \pm 0,09^e$	$28,59 \pm 0,08^f$	$27,30 \pm 0,30$	

Cílem bylo zjistit, zda přidavek jednotlivých typů droždí v různých dávkách ovlivňuje celkový obsah vody v čerstvě upečených rohlících.

Z výše uvedených hodnot lze s 95% pravděpodobností konstatovat, že přidavek jednotlivých typů droždí s různým dávkováním ovlivnil celkový obsah vody ve vzorku. Lze vidět rozdíly od kontrolního vzorku i mezi jednotlivými vzorky rohlíků. Porovnáme-li kontrolní vzorek s ostatními vzorky s přidavky jednotlivých typů droždí o různém dávkování, můžeme říct, že vzorky s přidavky jednotlivých typů droždí o různém dávkování vykazovaly nárůst vody (vlhkosti) u vzorků rohlíků s přidavky droždí Bruggeman, mírný u vzorků s přidavky droždí Vivo, hlavně u nejvyšší přidané dávky, a to u vzorků rohlíků čerstvě upečených i 3 den po upečení.

11.3 Měření texturních vlastností rohlíků po upečení

11.3.1 Texturní vlastnosti čerstvě upečených rohlíků

Tuhosti jednotlivých vzorků čerstvě upečených rohlíků jsou uvedeny v tabulkách (Tab č. 5).

Tab. č. 5 Tuhost jednotlivých vzorků rohlíků po upečení s kontrolním vzorkem

Vzorky s přidavky droždí (g.kg ⁻¹)								
		A	B	C	D	E	F	G
po upe- čení	T(F)	4,40 ± 0,78 ^a	5,05 ± 0,50 ^c	3,87 ± 0,47 ^{a,b}	4,44 ± 1,36 ^a	5,16 ± 0,68 ^c	3,52 ± 0,66 ^b	2,89 ± 0,51 ^d
	T(A)	1,22 ± 0,22 ^a	1,52 ± 0,21 ^b	1,11 ± 0,13 ^a	1,42 ± 0,50 ^b	1,58 ± 0,24 ^b	1,07 ± 0,17 ^{a,c}	0,87 ± 0,16 ^c
3. den po upečení	T(F)	14,56 ± 1,28 ^d	16,42 ± 1,62 ^f	12,40 ± 0,85 ^{a,b}	13,33 ± 2,63 ^{b,c}	14,03 ± 1,18 ^{c,d}	11,87 ± 1,63 ^a	10,43 ± 0,64 ^e
	T(A)	6,35 ± 0,74 ^{d,e}	6,93 ± 0,93 ^e	5,07 ± 0,41 ^{a,b}	5,57 ± 1,32 ^{a,c}	6,01 ± 1,01 ^{c,d}	5,16 ± 0,83 ^a	4,41 ± 0,55 ^b

Cílem bylo zjistit, zda přidavek jednotlivých typů droždí v různých dávkách ovlivňuje celkovou tuhost jednotlivých vzorků čerstvě upečených rohlíků.

Z výše uvedených hodnot lze s 95% pravděpodobností říci, že přidavek jednotlivých typů droždí s různým dávkováním ovlivnil tuhost (A, F) vzorků čerstvě upečených rohlíků. U vzorků rohlíků s přidavkem droždí Vivo můžeme vidět rozdíl mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s nejmenším přidavkem tohoto droždí. Porovnáním kontrolního vzorku s ostatními vzorky s přidavky droždí Bruggeman o různém dávkování jsou vidět rozdíly mezi vzorky v tuhosti (F) a můžeme říct, že vzorky s přidavky jednotlivých typů droždí o různém dávkování měly menší tuhost (s rostoucím přidavkem droždí Bruggeman se tuhost (F) snižovala). Vzorky s přidavky droždí Vivo měly stejnou tuhost (F) jako kontrolní vzorek. Srovnáme-li vzorky v tuhosti (A), lze s 95% pravděpodobností říci, že vzorky rohlíků s přidavky droždí Vivo mají stejnou nebo nepatrně vyšší tuhost (A) (vzorky B, D) než kontrolní vzorek a u vzorků se zvyšujícím se přidavkem droždí Bruggeman se tuhost (A) snížila (patrně hlavně u vzorku G)

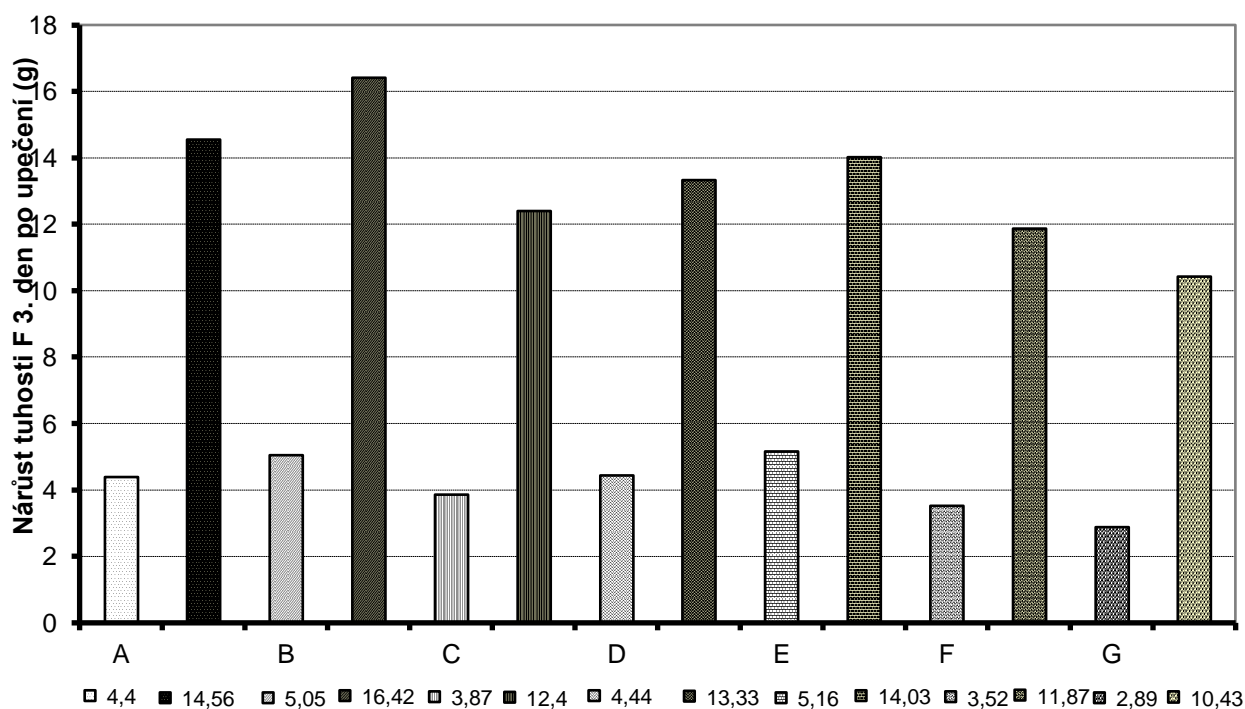
Další cílem bylo zjistit, zda přidavek jednotlivých typů droždí v různých dávkách ovlivňuje tuhost (A, F) jednotlivých vzorků rohlíků 3. den po upečení.

Z výše uvedených hodnot lze s 95% pravděpodobností konstatovat, že přidavek jednotlivých typů droždí s různým dávkováním ovlivnil tuhost (A, F) vzorků rohlíků 3. den po upečení. Porovnáme-li kontrolní vzorek s ostatními vzorky s přidavky jednotlivých typů droždí o různém dávkování můžeme říct, že vzorky s přidavky jednotlivých typů droždí o různém dávkování měli menší tuhost (F) se zvyšujícím se přidavkem 3. den po upečení. Navíc vzorky s přidavky droždí 50 g.kg^{-1} a 70 g.kg^{-1} se již nelišily v tuhosti (F) u obou typů droždí (tuhost se již dále nesnižovala). Z pohledu tuhosti (A), vzorky s přidavky droždí Vivo vykazovaly nižší tuhost než kontrolní vzorek kromě vzorku s nejnižším přidavkem, který měl stejnou tuhost (A). Vzorky s přidavky 50 g.kg^{-1} a 70 g.kg^{-1} droždí Vivo se již v tuhosti nelišily. Vzorky s přidavkem 50 g.kg^{-1} a 70 g.kg^{-1} droždí Bruggeman měli také nižší tuhost (A).

Celkově lze říci, že tuhost (A, F) rohlíků se s přidavky droždí Bruggeman snižovala více než s přidavky droždí Vivo. Naše výsledky jsou v souladu s tvrzením autorů Kline a Sugihara (1968) a Hsu a kol. (1979), kteří tvrdí, že těsto skladované v mraženém stavu má sníženou pevnost, což způsobuje zmenšení objemu u finálních výrobků. Je to přisuzováno různým faktorům, jako je uvolňování určitých látek z kvasnic. Poničení struktury lepku

způsobené rekrytalizací ledu a redistribuce vody vyvolané změnou vaznosti vody v těstě může rovněž přispět ke snížení pevnosti těsta. Dále jsme také v souladu i s tvrzením autorů Varriano-Marston a kol. (1980), kteří vyslovují hypotézu, že krystalizace ledu přispívá ke slábnutí lepkové bílkovinné sítě, a tím oslabování těsta a prodlužování času kynutí. Bylo zjištěno, že delší čas kynutí je také způsoben poškozením droždí během zamražení jako důsledku snížené produkce plynu. Autoři dále tvrdí, že strukturální komponenty těsta, zejména bílkoviny, mohou být také drasticky změněny rekrytalizačním procesem.

11.3.2 Nárůst tuhosti F rohlíků 3. den po upečení



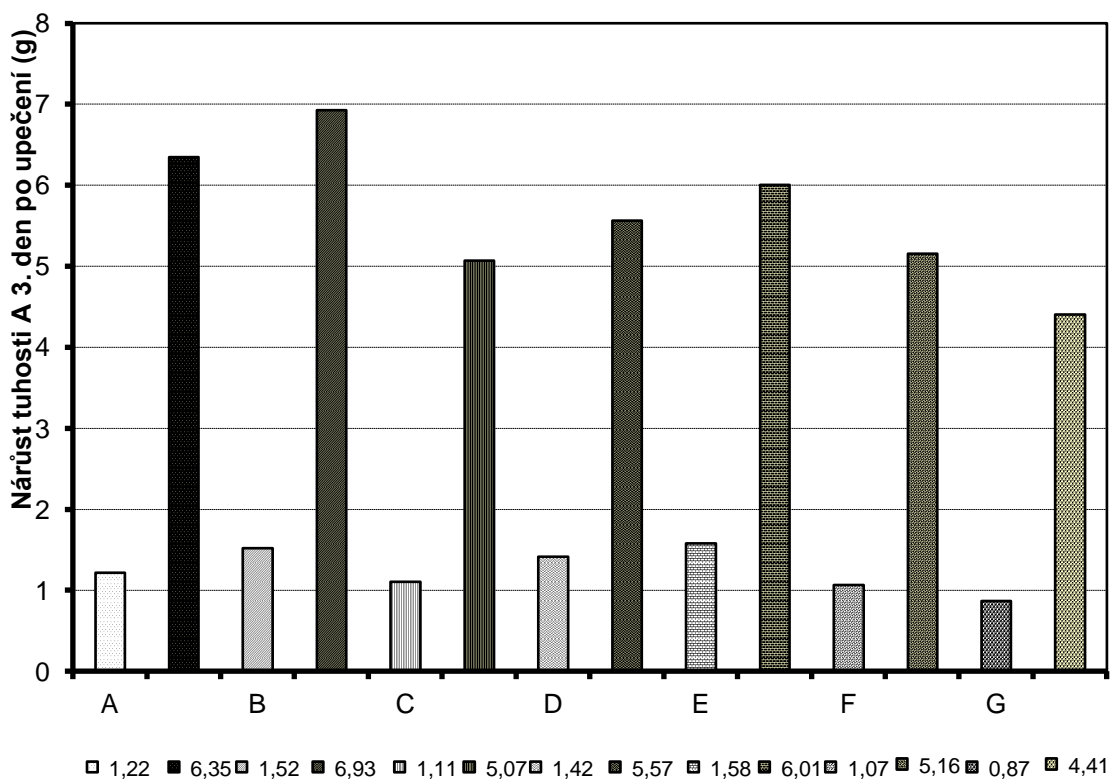
Obrázek 2 Nárůst tuhosti (F) rohlíků 3. den po upečení oproti rohlíkům čerstvě upečeným v závislosti na přidavku jednotlivých druhů droždí.

Cílem bylo zjistit, zda přidavek jednotlivých typů droždí o různém dávkování ovlivnil celkový nárůst tuhosti (F) jednotlivých vzorků rohlíků 3. den po upečení oproti čerstvě upečeným vzorkům rohlíků.

Z výše uvedených hodnot lze s 95% pravděpodobností konstatovat, že přidavek jednotlivých typů droždí s různým dávkováním ovlivnil tuhost (F) vzorků rohlíků 3. den po upečení oproti čerstvě upečeným rohlíkům. Porovnáme-li kontrolní vzorek s ostatními vzorky s přísady jednotlivých typů droždí o různém dávkování můžeme říct, že vzorky s přísady jednotlivých typů droždí vykazovaly menší nárůst tuhosti 3. den po upečení. Srovnáme-li vzorky jednotlivých typů droždí mezi sebou, můžeme říct, že mezi nimi navzájem také existují rozdíly v tuhosti u rohlíků 3. den od upečení.

Nejvyšší nárůst tuhosti u vzorků s přísady droždí Vivo můžeme vidět u vzorku s nejnižším přísadkem (B). Další dva vzorky s přísady 50 g.kg^{-1} a 70 g.kg^{-1} droždí Vivo měli stejný nárůst v tuhosti 3. den po upečení. U všech vzorků rohlíků s přísady droždí Bruggeman můžeme vidět nižší nárůst tuhosti než u vzorků s droždím Vivo. Nejvyšší nárůst v tuhosti lze sledovat u vzorku s nejnižším přísadkem droždí Bruggeman a se zvyšujícím se přísadkem droždí se nárůst tuhosti snižoval (vzorky F a G).

11.3.3 Nárůst tuhosti A rohlíků 3. den po upečení



Obrázek 2 Nárůst tuhosti (A) rohlíků 3. den po upečení oproti rohlíkům čerstvě upečeným v závislosti na přidavku jednotlivých druhů droždí.

Cílem bylo zjistit, zda přidavek jednotlivých typů droždí o různém dávkování ovlivnil celkový nárůst tuhosti (A) jednotlivých vzorků rohlíků 3. den po upečení oproti čerstvě upečeným vzorkům rohlíků.

Z výše uvedených hodnot lze s 95% pravděpodobností konstatovat, že přidavek jednotlivých typů droždí s různým dávkováním ovlivnil tuhost (A) vzorků rohlíků 3. den po upečení oproti čerstvě upečeným rohlíkům. Porovnáme-li kontrolní vzorek s ostatními vzorky s přidavky jednotlivých typů droždí můžeme říct, že vzorky s přidavky jednotlivých typů droždí vykazovaly menší nárůst v tuhosti (A) 3. den po upečení. Lze také opět vidět i rozdíly v nárůstu tuhosti (A) mezi jednotlivými vzorky rohlíků. Můžeme říci, že se zvyšujícími

se přísady droždí Bruggeman byl nárůst tuhosti nižší. To samé tvrzení platí i pro vzorky s přísady droždí Vivo s tím rozdílem, že nárůst tuhosti byl něco málo vyšší než u vzorků s přísadkou droždí Bruggeman.

11.4 Senzorická analýza čerstvě upečených rohlíků

Výsledky sensorické analýzy čerstvě upečených rohlíků uvádí tabulka (Tab č. 6)

Tab č. 6 Výsledky sensorické analýzy čerstvě upečených rohlíků

Organoleptické vlastnosti	Medián vzorků													
	Po upečení							3. den po upečení						
	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
Barva	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	3 ^a	3 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a
Vady povrchu	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	3 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a
Pórovitost střídy	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a
Gumovitost	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	4 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a
Křehkost	2 ^a	2 ^a	3 ^a	2 ^a	2 ^a	3 ^a	2 ^a	4 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a
Vláčnost	2 ^a	2 ^a	3 ^a	2 ^a	2 ^a	3 ^a	2 ^a	4 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a
Chuť	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a
Vůně	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	3 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a	2 ^a

*Hodnoty mediánu, které mají ve všech sloupcích v indexu stejné písmeno se výrazně neliší ($P \geq 0,05$); každá skupina byla hodnocena zvlášť.

Pro vyjádření sensorických znaků byla použita ordinální stupnice: Barva: 1 – zlatohnědá s pravidelnými barevnými přechody po 5 – světlá žlutá s nevýraznou barvou, bílá; Vady povrchu (olupování): 1 – jemná parcelace, olupování kůrky nepatrné po 5 – výrazná parcelace se zcela chybějícími částmi kůrky; Pórovitost rohlíků: 1 – vynikající (pravidelná pórovitost) po 5 – velmi špatná (střídka tuhá a hutná, téměř bez pórů); Gumovitost (pružnost): 1 – nepatrná po 5 – velmi vysoká; Křehkost: 1 – velmi vysoká po 5 – nepatrná; Vláčnost (vlhkost výrobku): 1 – velmi vysoká po 5 – nepatrná (suchý výrobek); Chuť: 1 –

velmi dobrá po 5 – nevýrazná s intenzivní pachutí; Vůně: 1 – velmi příjemná po 5 – silný cizí pach.

Cílem sensorické analýzy bylo zjistit, zda přídavek definovaných jednotlivých typů droždí v různém dávkování přímo ovlivňuje vybrané organoleptické vlastnosti mrazených a poté čerstvě upečených pekárenských výrobků (rohlíků) či výrobků 3. den od upečení.

Uvedený pořadový test preferencí (součty pořadí) jednotlivých vzorků rohlíků byl sestaven tak, že čím byl nižší součet pořadí, tím vyšší preference vzorek A-G obdržel. Na základě výsledků tohoto testu nebyl jednoznačně ohodnocen žádný ze vzorků jako nejvíce preferovaný. Z výsledků pořadového testu preferencí více než přesvědčivě vyplynulo, že všichni posuzovatelé neshledali výraznější rozdíly u čerstvě upečených výrobků a i u výrobků 3. den po upečení. Domnívám se, že právě proto jednotliví posuzovatelé neupřednostňovali žádný z výše uvedených vzorků, jelikož se mezi jednotlivými vzorky neprojevil žádný zásadní rozdíl. Posuzovatelé jsou zvyklí na chuť tohoto typu- běžného pšeničného pečiva.

S 95 % pravděpodobností nebyl shledán žádný statisticky významný rozdíl ve sledovaných charakteristikách. Lze tedy říci, že posuzovatelé hodnotili vzorky stejně z pohledu barvy, vad povrchů, pórovitosti střídy, gumovitosti, křehkosti, vláčnosti, chuti a vůně.

Jsme v souladu s tvrzením autora Adamem, M. (1988), který říká, že vzhled a tvar výrobku by měl být pravidelný, neporušený, optimálně klenutý, bez ostrých hran, zaoblený, celistvý s dostatečným objemem. Naopak by vzhled a tvar výrobku neměl být nepravidelný, deformovaný, rozlámaný s patkami, bočně vyboulený, pomačkaný, plochý a neměl by mít malý objem, dále kůrka by měla být stejnoměrná dle druhu pečiva, dále křehká, jiskrná, porcelánová, neporušená, přiměřeně moučná, čistá a měla by pozvolna přecházet do střídy. Nežádoucí je, aby byla připálená, spálená, příliš bledá, skrvnitá, sloupnutá, rozervaná, puchýřová, provalená, oddělená od střídy, plesnivá, znečištěná, s roztrženým spodkem, tvrdá a gumovitá. Střída by měla být stejnorodá, barvou odpovídající druhu pečiva, bez stínů a vlhkých míst, pevná, pružná, celistvá, bez trhlin, po celé ploše čistá, vláčná a měla by mít pravidelné póry. Neměla by mít nestejnorodé barvy, neměla by být nedostatečně propečená, lepkavá, mazlavá, nepravidelně pórovitá, tvrdá, nedostatečně zpracovaná,

s vlhkým kruhem, drobivá, plesnivá, nitkovitá, znečištěná a neměla by obsahovat cizí předměty. Vůně by měla být výrazná, lahodná, aromatická a odpovídající použitým surovinám, bez známek cizího pachu, kyselosti, zatuchlosti, plesnivosti.

Chuť by měla být výrazná, přirozeně aromatická po použitých surovinách a odpovídající druhu pečiva. Neměla by být nepříjemná, nahořklá, kyselá, příliš slaná, neslaná a nepříjemná.

Hodnocení rohlíků

Vizuálním hodnocením jednotlivých pekárenských výrobků z běžného pšeničného těsta, rohlíků jsme dospěli k tomuto závěru. Olupování kůrky od střídky bylo u všech hodnocených vzorků zaznamenáno jako nepatrné. Hodnocení parametru patrné olupování kůrky a zcela chybějící části kůrky se vyskytovalo naprosto minimálně. Kůrka byla u všech vzorků rohlíků dobře vyvinuta a pevně spojena se střídkou. U hodnocených vzorků označených A, B, C, D a E byla kůrka zlatohnědá pouze u vzorků F a G byl patrný vyšší podíl světlých a tmavých bodů. Nutno dodat, že barevné odchylky mohou být také způsobeny nerovnoměrnou cirkulací horkého vzduchu v rotační boxové peci, kde i malé nepřesnosti v osazení výrobků na pečící plechy mohou ovlivnit pravidelnost ve vybarvení kůrky.

Parcelace u jednotlivých vzorků pekárenských výrobků z běžného pšeničného těsta, rohlíků byla hodnocena jako málo výrazná, jemná.

Míra olupování kůrky a parcelace u jednotlivých výrobků byla zcela v mezích požadavků, které mají na tento parametr pečiva pekárenské provozy. V pekárenském provozu nadměrné olupování kůrky a parcelace, díky další manipulaci tyto pekárenské výrobky zcela znehodnocuje.

Vizuálním hodnocením pórovitosti jednotlivých pekárenských výrobků z běžného pšeničného těsta, rohlíků jsme dospěli k tomuto závěru. Pórovitost byla u vzorků označených A, B, C, D, E, F, G, jako velmi dobrá s malým počtem nepravidelných pórů. U jednotlivých vzorků rohlíků byly jen velmi omezeně nalezeny chyby ve struktuře střídky. Větší pór je zpravidla důsledkem technologického zpracování, kdy aplikátor mouky, který je součástí rohlíkovacího stroje zaprašuje stáčecí válce, aby nedošlo k nežádoucímu nalepení těsta na

tyto válce, aplikuje větší množství mouky, která se zavine do výrobku a vytvoří vzduchovou bublinu. Pravidelná pórovitost je známkou správného technologického postupu, kdy těsto je dobře vypracováno, dochází k vytvoření ideální lepkové struktury, také teplota je rovnoměrná. Díky správnému teplotnímu režimu kynárny, kdy nejsou polotovary vystaveny nadměrné vlhkosti a teplotě a nedochází k překotnému kynutí a zrání těsta. Dochází k optimálnímu vývoji struktury střídky tedy pórovitosti.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zjistit, zda má přídavek jednotlivých typů droždí o různém dávkování vliv na vybrané chemické vlastnosti (obsah vody a aktivní kyselosti – tedy pH) pšeničného těsta a vybrané chemické (obsah vody), texturní (tuhost) a sensorické (barva, vady povrchu, pórovitost střídy, gumovitou, křehkost, vláčnost, chuť a vůně) vlastnosti čerstvě upečených rohlíků a rohlíků tři dny po upečení. Pro analyzování jednotlivých parametrů bylo připraveno 28 vzorků běžného pšeničného rohlíkového těsta. Jednalo se o kontrolní vzorek s droždím Uniferm (vyroben z těchto surovin – mouka, sůl, droždí, voda, tuk a zlepšující přípravek Frosty v množství 20 g.kg^{-1}). Do ostatních vzorků byly přidávány další 2 typy droždí, a to droždí Vivo v dávkách 30 g.kg^{-1} , 50 g.kg^{-1} a 70 g.kg^{-1} a droždí Bruggeman v dávkách 30 g.kg^{-1} , 50 g.kg^{-1} a 70 g.kg^{-1} .

Chemická analýza výrobků z běžného pšeničného těsta prokázala, že u těst s přídavkem droždí Vivo v dávkách 30 g.kg^{-1} , 50 g.kg^{-1} a 70 g.kg^{-1} se obsah vody oproti droždí Uniferm (kontrolní vzorek) snížil. Obsah vody u těst s přídavkem droždí Bruggeman v dávkách 30 g.kg^{-1} , 50 g.kg^{-1} a 70 g.kg^{-1} byl podobný kontrolnímu vzorku nebo se nepatrně zvýšil.

U pH těst bylo zjištěno, že aktivní kyselost u těst před zmrazením byla v porovnání s těsty, u kterých bylo pH měřeno po rozmrazení při teplotě $+7^\circ\text{C}$ skoro u všech těst s přídavkem jednotlivých typů droždí.

Výjimkou bylo těsto s přídavkem droždí Bruggeman v dávce 70 g.kg^{-1} . U tohoto vzorku došlo k mírnému nárůstu pH rozmrazeného těsta při teplotě $+7^\circ\text{C}$. Lze tedy konstatovat, že přídavek droždí Bruggeman v dávce 70 g.kg^{-1} jako jediný ze všech zkoumaných ovlivňuje ve větší míře vlhkost a pH pekařského výrobku.

Chemická analýza rohlíků prokázala, že vzorky s přídavky jednotlivých typů droždí o různém dávkování vykazovaly nárůst vody (vlhkosti) u vzorků rohlíků s přídavky droždí Bruggeman, mírný u vzorků s přídavky droždí Vivo, hlavně tedy u nejvyšší přidané dávky, a to u rohlíků čerstvě upečených. Obdobných výsledků jsme dosáhli u rohlíků 3. den po upečení, které prokázaly, že vzorky s přídavky jednotlivých typů droždí o různém dávkování vykazovaly také nárůst vody (vlhkosti) u vzorků rohlíků s přídavky droždí Bruggeman a

mírný nárůst vody (vlhkosti) u vzorků s přísádky droždí Vivo, také hlavně u nejvyšší přídávané dávký.

Z daných výsledků vyplynulo, že přísádek jednotlivých typů droždí s různým dávkováním ovlivnil tuhost (A, F) čerstvě upečených rohlíků. U vzorků rohlíků s přísádkem droždí Vivo se tuhost rohlíků se zvyšujícími se přísádky snižovala pomaleji než u vzorků s jednotlivými přísádky droždí Bruggeman a to u rohlíků po upečení i 3. den po upečení. Tyto závěry potvrzují i grafické výsledky popisující nárůst tuhosti 3. den po upečení u vzorků rohlíků s jednotlivými přísádky droždí Vivo nebo Bruggeman.

Senzorická analýza ukázala, že posuzovatelé neshledali výraznější rozdíly u čerstvě upečených rohlíků a rohlíků 3. den po upečení v barvě, vadách výrobků, pórovitosti střídy, křehkosti, vláčnosti, gumovitosti, chuti a vůni.

Na základě výsledků této diplomové práce a osobních praktických znalostí z pekárenského oboru mohu konstatovat, že rozdíly ve výsledcích u jednotlivých vzorků nebyly tak výrazné, aby u technologie mrazení výrobků z běžných pšeničných těst bylo nezbytně nutné používat droždí Bruggeman, které sice vykazovalo nejlepší výsledky v udržení vlhkosti a však z hlediska cenového rozdílu by výrazně navýšilo náklady na výrobu.

Osobně bych doporučoval použití droždí Bruggeman například u vícevrstvných a speciálních výrobků a u výrobků, které mohou být na pekařském trhu realizovány za vyšší ceny, kde je zákazník ochoten připlatit za kvalitu.

Pro běžnou výrobu základního sortimentu běžného pečiva bych používal droždí Vivo, popřípadě droždí Uniferm, jelikož výsledky, kterých jsme dosáhli, byly srovnatelné a pro tento sortiment naprosto dostačující.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HUI, Y. H. *Food Biochemistry and Food Processing*. 1. vyd. Oxford: Backwell, 2006. 769 s. ISBN 9780813803784.
- [2] ŘEZÁČ, J. Vliv zmrazení na těsto a pečivo (I.). *Pekař cukrář*. 2009, roč. IXX, č. 4, s. 11.
- [3] ŘEZÁČ, J. Vliv zmrazení na těsto a pečivo (II.). *Pekař cukrář*. 2009, roč. IXX, č. 5, s. 10, 11.
- [4] ŘEZÁČ, J. Zařízení a technologie pro chlazení, mražení a expedici výrobků. *Pekař cukrář*. 2009, roč. IXX, č. 8, s. 17-25.
- [5] SELOMULYO, V. O., ZHOU, W. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. *Journal of Cereal Science*. 2007, č. 45, s. 1–17.
- [6] GIANNOU, V., KESSOGLOU V., TZIA, C. Laboratory of Food Chemistry and Technology: Duality and safety characteristic of bread made from frozen dough. *Trends in Food Science & Technology*. 2003, č. 14, s. 99-108.
- [7] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. *Základy pekárenské technologie*. 1. vyd. Praha: Pekař a cukrář s.r.o. Odborné nakladatelství a vydavatelství jako obchodní společnost Podnikatelského svazu pekařů a cukrářů v ČR, 2003, 363 s. ISBN 80-902922-1-6.
- [8] Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a prováděcí vyhlášky, vyhl. Mze č. 333/1997 Sb. ve znění vyhl. č. 268/2006 Sb.
- [9] KUČEROVÁ, J., *Technologie cereálií*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004, 141 s. ISBN 978-80-7157-811-6.
- [10] HAMPL, B., a kolektiv. *Obecná chemická technologie III.: Přehled potravinářského a kvasného průmyslu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1962, 456 s.
- [11] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006, 178 s. ISBN 80-7318-372-2.

- [12] SLUKOVÁ, M. *Kvalitativní ukazatele pšenice a pšeničných mouk*. [online].
[cit. 2011-05-01]. Dostupný z WWW:
<[http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant TRP/dokumenty/06.pdf](http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant_TRP/dokumenty/06.pdf)>.
- [13] SKOUPIL, J. *Suroviny a polotovary pro cukrářskou výrobu*. Společenstvo cukrářů České republiky, Brno, 2005, 367s.
- [14] BENEŠOVÁ, L. a kolektiv. *Potravinářství IV*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 1997, 155 s. ISBN 80-85120-56-9
- [15] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*, Praha: SNTL, 1983.
- [16] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 1*, 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 368 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [17] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění zákona č. 301/2009 Sb.
- [18] DRDÁK, M., STUDNICKÝ J., MÓROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J., *Základy potravinářských technologií*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 1996, 512 s. ISBN 80-967064-1-1.
- [19] HOSENEY, R. C. St. Paul, Principle of Cereals Science and Technology, AACC, 1994.
- [20] LASZTITY, R. RATON, B. *The Chemistry of Cereals proteins*, CRC Press, 1984.
- [21] KOTRBA, D., SALAQUARDA, J. Sůl: významná pochutina i surovina. *Pekař cukrář*. 2010, roč. XX, č. 10, s. 14.
- [22] IREKS ENZYMA s.r.o. Prvotřídní tuky v sortimentu Ireks Enzyma. *Pekař cukrář*. 2010, roč. XX, č. 8, s. 22-24.
- [23] Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a prováděcí vyhlášky, vyhl. Mze č. 77/2003 Sb. ve znění vyhl. č. 78/2005 Sb.

- [24] DOBIÁŠ, L., DOBIÁŠOVÁ, S., MALACHOVÁ, K., SEMAN, M. Vybrané kapitoly z mikrobiologie, Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. 1999. 276s. ISBN 80-7042-776-0.
- [25] RYCHTERA, M., UHER, J., PÁČA, J., *Lihovarství, drožděrenství a vinařství II.* část, Praha: VŠCHT v Praze, 1986, 132-136s. ISBN 80-7080-117-4.
- [26] KADLEC, P. *Procesy potravinářských a biochemických výrob.* 1. vyd. Praha: VŠCHT v Praze, 2003. 308 s. ISBN 80-7080-527-7.
- [27] MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J. *Technologie pro 4. Ročník střední průmyslové školy studijního oboru zpracování mouky.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1988, 240 s.
- [28] RYCHTERA, M., UHER, J., PÁČA, J., *Lihovarství, drožděrenství a vinařství II.* část, Praha: VŠCHT v Praze, 1986, 168-175s. ISBN 80-7080-117-4.
- [29] <http://www.vseodrozdi.cz/cs/index.php>
- [30] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin.* 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. 164 s. ISBN 80-7013-435-6.
- [31] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3.* 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 368 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [32] PELIKÁN, M., HŘIVNA, L., HUMPOLA, J. *Technologie sacharidů.* Brno: MZLU BRNO, 1999. 152s.
- [33] ŠEDIVÝ, P. Přípravky a směsi pro výrobu běžného pečiva. *Pekař cukrář.* 2009, roč. IXX, č. 3, s. 13-15.
- [34] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3.* 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 368 s. ISBN 80-902391-5-3.

- [35] ZHENG, H., MORGENSTERNT, M. P., CAMPANELLA, O. H., LARSENT, N. G. Rheological properties of dough during mechanical dough development, *Journal of Cereal Science*, 32, 2000, 293-306.
- [36] SELOMULYO, V. O., ZHOU, W. Frozen bread dough: Effects of Freezing storage and dough improvers. *Journal of Cereal Science*. 2007, č. 45, s. 1–17.
- [37] KILCAST, D. *Texture in food : Volume 2: Solid foods*. Woodhead Publishing, Woodhead publishing in food science and technology, Cambridge, 525. ISBN 0-8493-2537-4.
- [38] KRKOŠKOVÁ, B., *Textura potravin*. ALFA s SNTL, Bratislava, 1986, 193 s., ISBN 63- 003-86.
- [39] BOURNE, M. C. *Food Texture and Viscosity*. Academic Press, New York, 1982, 427. ISBN 0-12 -119062-5.
- [40] RYCHTERA, M., UHER, J., PÁČA, J., *Lihovarství, droždářství a vinařství II*. část Praha: VŠCHT v Praze, 1986, 138s. ISBN 80-7080-117-4.
- [41] VALENTAS, K. J., ROTSTEIN, E. et al. *Handbook of Food Engineering Practice*. 1. vyd. New York: CRC Press LLC, 1997, 718 s. ISBN 0-8493-8694-2.
- [42] *Journal of cereal Science*: článek: Rheology and the breadmaking process.
- [43] DOBRASZCZYK, B. J., 1997, Development of a new dough inflation system to evaluate dough. *Cereal Food World* 42, 516-519.
- [44] DOBRASZCZYK, B. J., ROBERTS, C. A., 1994. Strain hardening and dough gas cell-wall failure in biaxial extension. *Journal of Cereal Science* 20, 265-274s.
- [45] *Sensory analysis*. [online]. [cit. 2011-05-01]. Dostupný z WWW: < <http://www.biosystemes.com/sensory-analysis.php> >.
- [46] BUŇKA, F., HRABĚ, J. VOSPĚL, B. *Senzorická analýza potravin I*. 2. vyd. Zlín: UTB, 2010, 157s. ISBN 978-80-7318-887-0.
- [47] JAROŠOVÁ, A. *Senzorické hodnocení potravin*. MZLU, Brno, 2001, 84.

ISBN 80-7157-539-9.

- [48] INGR, I., POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H. *Senzorická analýza potravin*. MZLU, Brno, 1997, 101. ISBN 80-7157-283-7.
- [49] ADAM, M. *Manuál fyzikálních vlastností potravin*. Středisko technických informací potravinářského průmyslu Výzkumného ústavu potravinářského průmyslu, Praha, 1988, 59. ISBN 4-0949-892.
- [50] ČSN ISO 56 0116-3 *Metody zkoušení pekařských výrobků – Část 3: Stanovení obsahu vody*
- [51] SKOUPIL, J., LECJAKSOVÁ, Z. *Chemické kontrolní metody pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mouky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988, 280 s.
- [52] *Firmness measurement of croissants by cutting* [online]. [cit. 2011-3-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.stablemicrosystems.com>>.
- [53] ČSN ISO 8586-1 *Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů – Část 1: Vybraní posuzovatelé*.
- [54] KŘÍŽ, O., BUŇKA, F., HRABĚ, J. *Senzorická analýza potravin II*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2007, 127 s. ISBN 978-80-7318-494-0.
- [55] ŘEZÁČ, J. Vliv zmrazení na těsto a pečivo (III.). *Pekař cukrář*. 2009, roč. IXX, č. 7, s. 11.
- [56] BOZDĚCH, V. Nové technologické postupy a chladicí metody v pekárnách. *Pekař cukrář*. 2009, roč. IXX, č. 7, s. 20-21.
- [57] HLINECKÝ, I. Mražení a řízené kynutí. *Pekař cukrář*. 2009, roč. IXX, č. 7, s. 22-23.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Tzn.	To znamená
Tj.	To jest
α	Alfa
β	beta
Např.	například
Příp.	Případně
- OH	Hydroxylová skupina
- NH ₂	Amidová skupina
CO ₂	Oxid uhličitý
pH	Aktivní kyselost
Cu	Měď
Pb	Olovo
Sn	Cín
Zn	Zinek
ČSN	Česká technická norma
DATA	Kyselina diacetylvinná
SH	Thilová skupina
SS	Disulfidová skupina
P	Pevnost
L	Tažnost
G	Index nafouknutí
W	Deformační energie (síla mouky)
P/L	Konfigurační poměr
Ie	Stupeň elasticity

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Alveografická křivka mouky.....	62
Obrázek 2 Nárůst tuhosti (F) rohlíků 3. den po upečení.....	74
Obrázek 3 Nárůst tuhosti (A) rohlíků 3. den po upečení.....	75

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 Parametry mouky T 512.....	63
Tab. č. 2 Dávkování surovin.....	65
Tab. č. 3 Stanovení obsahu vody (vlhkosti) a pH u těst i po rozmrazení.....	70
Tab. č. 4 Stanovení obsahu vody (vlhkosti) u rohlíků po upečení a 3. den po upečení.....	72
Tab. č. 5 Tuhost jednotlivých vzorků rohlíků po upečení s kontrolním vzorkem.....	73
Tab. č. 6 Výsledky sensorické analýzy čerstvě upečených rohlíků.....	77

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Senzorické hodnocení vzorků rohlíků

Příloha P II: fotografie rohlíků

Příloha P I: Senzorické hodnocení vzorků rohlíků

Jméno:

Datum:

Číslo protokolu:

Zadání: U sedmi předložených vzorků rohlíků proveďte sensorická hodnocení

1. Seřadte vzorky podle pořadového preferenčního testu do pořadí od č. 1 (nejpreferovanější) až po č. 7 (nejméně preferovaný)

Označení vzorku	A	B	C	D	E	F	G
Pořadí							

1. HODNOCENÍ VZHLEDU POVRCHU ROHLÍKŮ

Odpovídající hodnocení zakřížkujte

a) Barva

Vzorek	Zlatohnědá s pravidelnými barevnými přechody	Zlatohnědá s nepravidelnými barevnými přechody	Zlatohnědá s tmavými nebo světlými body	Světležlutá bledá s nepravidelnými tmavými místy	Světležlutá bledá s nevýraznou barvou, bledá
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

b) Vady povrchu (olupování)

Vzorek	Jemná parcelace, olupování kůrky nepatrné	Výrazná parcelace, olupování kůrky nepatrné	Jemná parcelace s patrným olupováním kůrky	Výrazná parcelace s patrným olupováním kůrky	Výrazná parcelace se zcela chybějící částmi kůrky
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

c) Pórovitost střídky

Vzorek	Vynikající (pravidelná pórovitost)	Velmi dobrá (malý počet nepravidelných pórů)	Dobrá prů- měrná	Špatná (hut- ná střídka s minimálními póry)	Velmi špat- ná (střídka tuhá a hut- ná, téměř bez pórů)
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

2. HODNOCENÍ KONZISTENCE ROHLÍKŮ

a) Gumovitost (pružnost)

Vzorek	Nepatrná	Malá	Střední	Značná	Velmi vysoká
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

b) Křehkost

Vzorek	Velmi vysoká	Značná	Střední	Malá	Nepatrná
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

c) Vláčnost (vlhkost výrobku)

Vzorek	Velmi vysoká	Značná	Střední	Malá	Nepatrná (suchý výrobek)
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

3. CHUŤ ROHLÍKŮ

a) chuť

Vzorek	Velmi dobrá	Dobrá	Nevýrazná	Nevýrazná s mírným náznakem pachutí	Nevýrazná s intenzivní pachutí
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

4. VŮNĚ ROHLÍKŮ

a) vůně

Vzorek	Velmi příjemná	Příjemná	Neutrální	Slabý cizí pach	Silný cizí pach
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

Definice jednotlivých bodů pětibodové stupnice pro hodnocení rohlíků

Stupeň	Označení stupně (jakosti)	Definice stupně
1	<i>Vynikající</i>	Rohlík má chuť a vůni po použitých surovinách, čistou bez cizích pachů a příchutí, dostatečně výraznou, jemnou a lahodnou. Výrobek má správnou čerstvou chuť pečiva. Textura (konzistence) rohlíků je vláčná, jemná na skusu, velmi dobře polykatelná.
2	<i>Velmi dobrá</i>	Chuť a vůně po použitých surovinách, čistá. Zcela bez cizích příchutí, připouští se méně výrazná vůně. Textura rohlíků je vláčná, dobře polykatelná, měkká, homogenní.
3	<i>Dobrá, průměrná</i>	Výrobek má průměrnou jakost, objevují se drobné vady v hodnoceném znaku, které však nijak výrazně neovlivní jakost. Vůně a chuť je prázdnější, málo výrazná, málo harmonická. Textura je vláčná, dobře kousatelná, měkká, homogenní.
4	<i>Špatná</i>	Výrobek má různé odchylky od standardní jakosti, s jistými výhradami je však přijatelný. Chuť je nesourodá, kyselejší, slanější, cizí příchutí, cizí kvasniční zápach aj. Textura rohlíků je suchá nebo příliš mazlavá, střída nepropečená, slabě rozpadavá nekonzistentní apod.
5	<i>Velmi špatná, nevyhovující</i>	Výrobek je netypické chuti (např. přesolený, příliš kyselý s kvasničnou či cizí příchutí), vůně je cizí, netypická, po plísni, zatuchlá apod. Textura je suchá, rozpadavá nebo silně mazlavá, těžko nejedlá, odpuzující, gumovitá aj.

Příloha P II: fotografie rohlíků



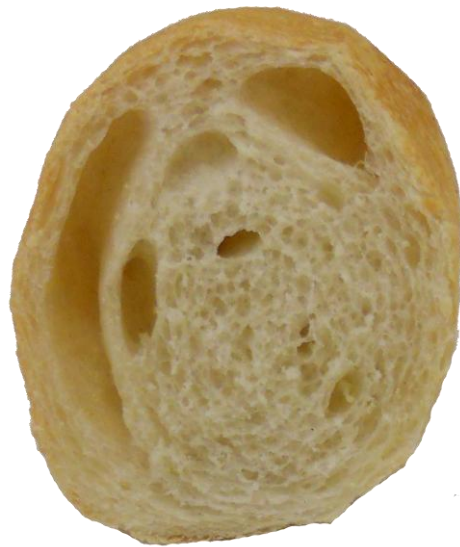
Obr. 4 Rohlík A (2592 x 195 px, 600 dpi)



Obr. 5 Řez rohlíku A (2592 x 195 px, 600 dpi)



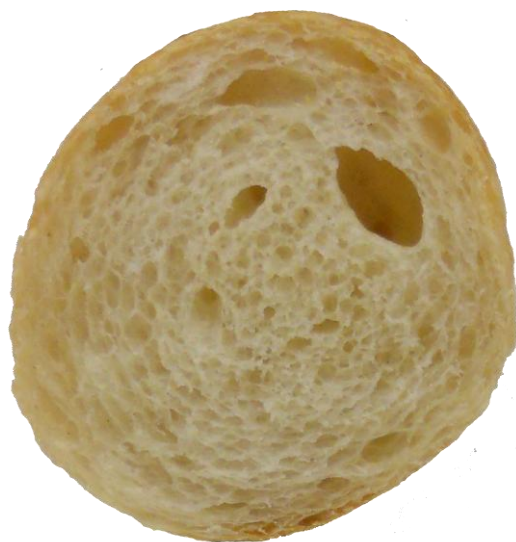
Obr. 6 Rohlík B (2592 x 195 px, 600 dpi)



Obr. 7 Řez rohlíku B (2592 x 195 px, 600 dpi)



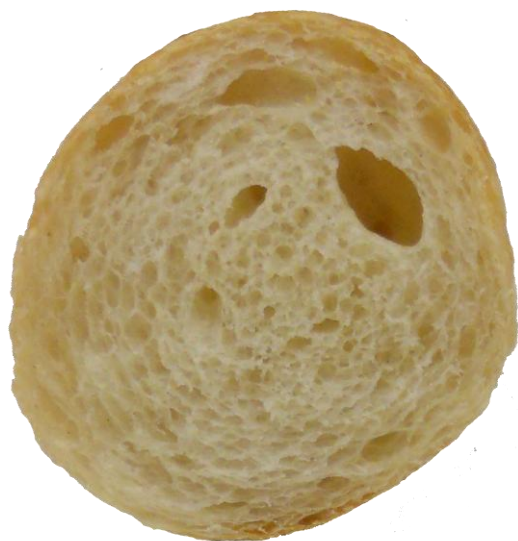
Obr. 8 Rohlík C (2592 x 195 px, 600 dpi)



Obr. 9 Řez rohlíku C (2592 x 195 px, 600 dpi)



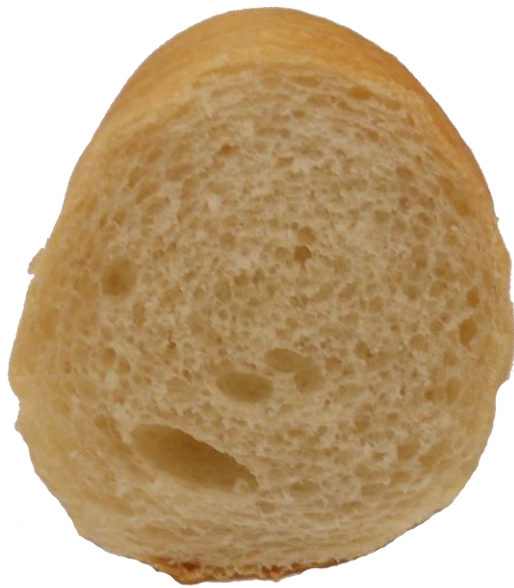
Obr. 10 Rohlík D (2592 x 195 px, 600 dpi)



Obr. 11 Řez rohlíku D (2592 x 195 px, 600 dpi)



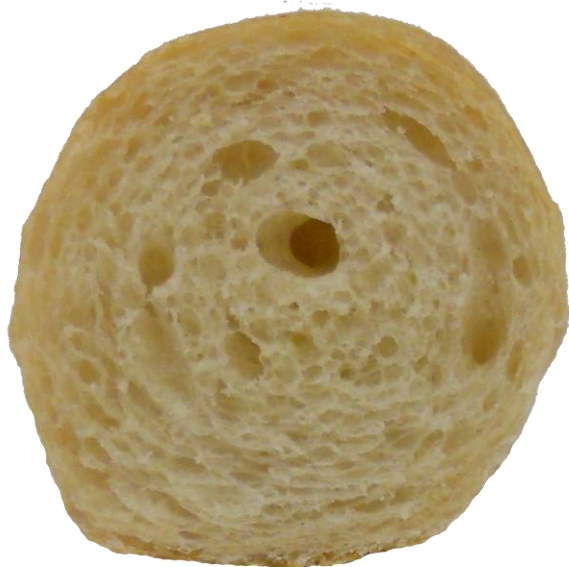
Obr. 12 Rohlík E (2592 x 195 px, 600 dpi)



Obr. 13 Řez rohlíku E (2592 x 195 px, 600 dpi)



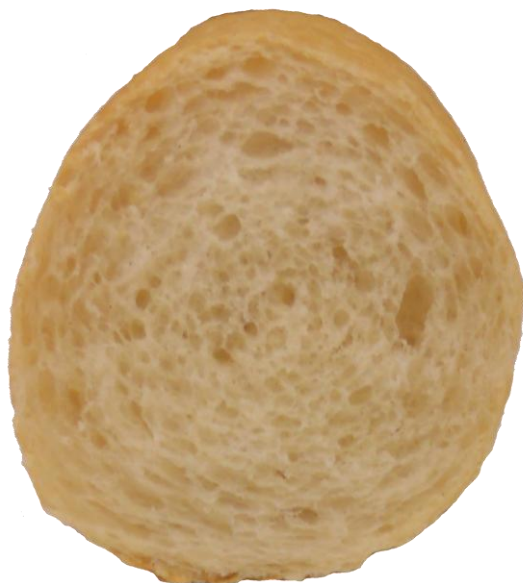
Obr. 14 Rohlík F (2592 x 195 px, 600 dpi)



Obr. 15 Řez rohlíku F (2592 x 195 px, 600 dpi)



Obr. 16 Rohlík G (2592 x 195 px, 600 dpi)



Obr. 17 Řez rohlíku G (2592 x 195 px, 600 dpi)

