Vliv částečné záměny sacharosy za cukerné roztoky na kvalitu vánoček

Bc. Martina Hrabalíková

Diplomová práce
2011

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Martina HRABALÍKOVÁ**
Osobní číslo:	**T09537**
Studijní program:	**N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Téma práce:	**Vliv částečné záměny sacharosy za cukerné roztoky na kvalitu vánoček**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. **Charakterizace surovin.**
2. **Technologie výroby vánočkového těsta.**
3. **Senzorická analýza.**
4. **Reologické vlastnosti pekárenských výrobků.**

II. Praktická část

1. **Metodika stanovení sušiny.**
2. **Metodika stanovení pH.**
3. **Senzorické hodnocení.**
4. **Reologická měření vánoček.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. Základy pekárenské technologie, Pekař a cukrář, s. r. o., Praha 2003.
[2] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin 1, 3. vydání, OSSIS, Havlíčkův Brod 2009.
[3] CAUVAIN, S., YOUNG, L. Baking problems solved, Woodhead Publishing in Food Science and Technology, Cambridge 2001.
[4] OWENS, G. Cereals processing technology, Woodhead Publishing in Food Science and Technology, Cambridge 2001.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavlína Pečivová, Ph.D.**
Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **25. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **20. května 2011**

Ve Zlíně dne 21. března 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta technologická
L.S.

doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: HRABALÍKOVÁ MARTINA Obor: THEVP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 11.5.2011

Martina Hrabalíková

[1)] zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:
(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

V diplomové práci byly sledovány vlivy cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit používaných spíše na přípravu mražených krémů. Tato aditiva byla námi použita pro výrobu vánoček. Složení pšeničného těsta bylo upraveno použitím sacharosy a cukerných roztoků (tj. těsto A – 1000 g mouky, 120 $g.kg^{-1}$ sacharosy, 0 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku; těsto B – 1000 g mouky, 100 $g.kg^{-1}$ sacharosy, 20 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku; těsto C - 1000 g mouky, 90 $g.kg^{-1}$ sacharosy, 30 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku; těsto D - 1000 g mouky, 80 $g.kg^{-1}$ sacharosy, 40 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku a těsto E – 1000 g mouky, 70 $g.kg^{-1}$ sacharosy, 50 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku).

Částečná náhrada sacharosy způsobila nepatrné snížení sušiny a nepatrné zvýšení pH v těstech. Cukerné roztoky neovlivnily tuhost pšeničných těst. Lepivost byla snížena přídavkem cukerného roztoku Revolution fruit (30 – 50 $g.kg^{-1}$) oproti kontrolnímu vzorku.

Tuhost vánoček měřená v den upečení se s přídavkem cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit nelišila od vánočky bez přídavku těchto aditiv.

Třetí den po upečení přídavek cukerného roztoku Revolution cream nezměnil tuhost výrobků. Avšak větší přídavky aditiva Revolution fruit (40 a 50 $g.kg^{-1}$) způsobily zvýšení tuhosti, tedy tyto vánočky proti kontrolnímu vzorku rychleji tvrdly.

Senzorickým zhodnocením nebyly zjištěny změny v organoleptických vlastnostech výrobků bez přídavku a s přídavkem cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit.

Klíčová slova: těsto, tuhost, lepivost, cukerný roztok, vánočka

ABSTRACT

My work monitored the effects of sugar solutions Revolution cream and Revolution fruit used for preparing of ice cream. These additives were used for producing of „vánočka“ by us. The composition of wheat flour dough was modified by using of sucrose and sugar solutions (i.e. the dough A – 1000 g of flour, 120 $g.kg^{-1}$ sucrose, 0 $g.kg^{-1}$ sugar solution; the dough B – 1000 g of flour, 100 $g.kg^{-1}$ sucrose, 20 $g.kg^{-1}$ sugar solution, the dough C – 1000 g of flour, 90 $g.kg^{-1}$ sucrose, 30 $g.kg^{-1}$ sugar solution, the dough D – 1000 g of flour, 80 $g.kg^{-1}$ sucrose, 40 $g.kg^{-1}$ sugar solution and the dough E – 1000 g of flour, 70 $g.kg^{-1}$ sucrose, 50 $g.kg^{-1}$ sugar solution).

Partial replacement of sucrose slightly decreased dry matter and slightly increased pH. Sugar solutions did not influence firmness of wheat flour dough. Stickiness was decreased by the addition of Revolution fruit (30 – 50 $g.kg^{-1}$) according to control dough.

Firmness of „vánočka“ with sugar solutions Revolution cream and Revolution fruit did not different from control product on the day after baking.

On the third day after baking, the addition of sugar solution Revolution cream did not change firmness of products. But the additive Revolution fruit in higher amounts (40 and 50 $g.kg^{-1}$) caused an increase in firmness, i.e. products in comparison to the control product quickly became hard.

Sensory analyses did not show any changes in organoleptic characteristics of products with and without the addition of sugar solutions Revolution cream and Revolution fruit.

Keywords: dough, firmness, stickiness, sugar solution, „vánočka“

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí práce paní Ing. Pavlíně Pečivové, PhD. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, kterými mi pomáhala při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat panu technologovi Ing. Jaroslavu Švachovi za praktickou pomoc v pekárně a cenné rady z oblasti pekárenské praxe a dále pánům majitelům Ing. Miroslavu Lapčíkovi a Ing. Bronislavu Lapčíkovi pekárny Topek s.r.o., Topolná za umožnění výroby vánoček, a také zaměstnancům pekárny Topek s.r.o., Topolná za pomoc při senzorickém hodnocení vánoček.

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

OBSAH

ÚVOD **12**

I TEORETICKÁ ČÁST **13**

1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SUROVIN NA VÝROBU VÁNOČEK **14**

1.1 MOUKA 14

1.1.1 Sacharidy 15
1.1.2 Škrob 16
1.1.3 Amylolytické enzymy 19
1.1.4 Pentosany 19
1.1.5 Dusíkaté látky 20
1.1.6 Lepek 22
1.1.7 Lipidy 24
1.1.8 Vitamíny a minerální látky 24

1.2 DROŽDÍ 25

1.3 SLADIDLA 27

1.3.1 Přírodní sladidla 28

1.4 ADITIVA 30

1.4.1 Revolution cream 31
1.4.2 Revolution fruit 31

1.5 TUKY 31

1.5.1 Rostlinné oleje 32
1.5.2 Margariny a rostlinná másla 32

1.6 JEDLÁ SŮL 32

1.7 VEJCE A VAJEČNÉ PRODUKTY 33

2 TECHNOLOGIE VÝROBY VÁNOČKOVÉHO TĚSTA **34**

2.1 PŘÍMÉ VEDENÍ TĚST 34

2.2 MÍSENÍ 35

2.3 KYNUTÍ 36

2.4 PEČENÍ 36

2.4.1 Fyzikální přeměny 37
2.4.2 Koloidní, biochemické, fyzikálněchemické a chemické změny 37
2.4.3 Mikrobiologické změny 38

2.5 CHLADNUTÍ 39

3 SENZORICKÉ HODNOCENÍ PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ **40**

4 REOLOGICKÉ VLASTNOSTI PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ **44**

4.1 REOLOGICKÉ VLASTNOSTI PŠENIČNÝCH TĚST 44
4.2 LEPIVOST 45
4.3 TUHOST 45
4.4 TEXTURNÍ ANALYZÁTOR TA.XT*PLUS* 46
II PRAKTICKÁ ČÁST 47
5 CÍL PRÁCE 48
6 MATERIÁL A METODIKA 49
6.1 CHARAKTERISTIKA SUROVIN A PŘÍSTROJŮ 49
6.1.1 Charakteristika použitých surovin 49
6.2 EXPERIMENTÁLNÍ VÝROBA VÁNOČEK 52
6.2.1 Příprava těsta na záraz 52
6.2.2 Hnětení 53
6.2.3 Dělení a tvarování 53
6.2.4 Kynutí 53
6.2.5 Pečení 54
6.3 CHEMICKÁ ANALÝZA TĚST 54
6.3.1 Stanovení sušiny 54
6.3.2 Stanovení aktivní kyselosti - pH 54
6.4 REOLOGICKÁ ANALÝZA 55
6.4.1 Statistické vyhodnocení reologického měření 57
6.5 SENZORICKÁ ANALÝZA VÁNOČEK 57
6.5.1 Statistické vyhodnocení senzorické analýzy 58
7 VÝSLEDKY A DISKUZE 59
7.1 CHEMICKÁ ANALÝZA 59
7.1.1 Sušina těsta 59
7.1.2 pH těsta 60
7.2 REOLOGIE 60
7.2.1 Reologie těst 61
7.2.2 Reologie vánoček 64
7.3 SENZORICKÉ HODNOCENÍ 70
7.3.1 Hodnocení série vánoček s náhradou části sacharosy aditivem Revolution cream 70
7.3.2 Hodnocení série vánoček s náhradou části sacharosy aditivem Revolution fruit 71
EKONOMICKÁ STRÁNKA NÁHRADY SACHAROSY 74
ZÁVĚR 76
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 78
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 84
SEZNAM OBRÁZKŮ 85
SEZNAM TABULEK 86

SEZNAM PŘÍLOH.....87

ÚVOD

Potravinářský průmysl čelí výzvě produkovat chutné potraviny, které jsou v souladu se stavem zdraví a životním stylem populace. Pekaři, technologové a vědci také čelí problému s prodloužením čerstvosti pečiva. [1] Tyto požadavky spotřebitelů tak zajišťují opakovatelnost koupě. To vyžaduje, aby výzkum stanovil spolehlivá data o volbách potravin spotřebiteli a jejich vnímání s cílem vyvinout nové potravinové produkty a navrhovat nový způsob výroby stávajících potravin. Vyžadují se nové a účinné strategie založené na stravě s ohledem na optimalizaci lidského zdraví a snížení rizika či oddálení vzniku nemocí souvisejících s výživou. [2]

Jako potravina zajišťuje cukr podstatnou dávku celkového příjmu energie. Vysoká úroveň spotřeby cukru, zejména ve vyspělých zemích, je dána širokou nabídkou průmyslově vyráběných potravin, jako jsou čokoláda a cukrovinky, nealkoholické nápoje, mlékárenské výrobky, zmrzliny, jamy, sirupy, pečivo, sušenky, cukrářské výrobky aj. Zbývající část cukru se spotřebuje v domácnostech, kde se používá k přímému slazení kávy a čaje, k pečení a při vaření.[3] Proto se tato práce zabývá možností částečné náhrady sacharosy za cukerné roztoky jako zlepšujícího přípravku textury a senzorických vlastností pekařských výrobků.

Cukr na jedné straně činí potraviny mnohem atraktivnější a chutnější, zatímco na druhé straně, zvláště při jeho vysoké spotřebě, je často uváděna souvislost mezi konzumací cukru a výskytem onemocnění. Jedná se např. o tvorbu zubního kazu, obezity, diabetes, specifické onemocnění kůže, trávicího traktu a kloubů, kardiovaskulární onemocnění, hypoglykémii, nesoustředěnost aj. [3] Kromě podílu na rozvoji zubního kazu však neexistuje jasný důkaz, který by ukázal na nebezpečný vliv sacharosy na lidské zdraví. [2] Výrobky z obilovin představují důležitou skupinu sytících potravin [1]. Jsou základní složkou výživy lidstva a v našich podmínkách kryjí asi 60 % výživy. Jako potravina každodenní potřeby jsou pekárenské výrobky zdrojem sacharidů a rostlinných bílkovin v naší stravě. Navíc dodávají lidskému organismu vitaminy skupiny B a minerální látky. [4] Právě proto byl vybrán zástupce pekárenských výrobků – vánočka pro zjištění, zda je možno nahradit sacharosu za cukerné roztoky, které snižují množství sacharosy ve výrobcích.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SUROVIN NA VÝROBU VÁNOČEK

Mezi základní pekařské suroviny patří mouka, voda, droždí a sůl. [5] Ostatní přísady jako cukr, tuky, máslo, mléko, vejce atd. jsou pomocné suroviny. Vzájemný poměr surovin, výrobní postup a výtěžnost byly určeny příslušnými recepturami (normami), kterými se při výrobě svých výrobků pekárna Topek řídí.

Jemným pečivem se dle vyhlášky rozumí pekařské výrobky získané tepelnou úpravou těst nebo hmot s recepturním přídavkem nejméně 8,2 % bezvodého tuku nebo 5 % cukru na celkovou hmotnost použitých mlýnských výrobků, popřípadě plněné různými náplněmi před pečením nebo po upečení marmeládou, džemem nebo povidly nebo povrchově upravené sypáním, polevou nebo glazurou. [4], [6], [7]

1.1 Mouka

Ačkoli každá složka receptury má určitý vliv na tvorbu těsta anebo produktu, mouka jako nejvíc zastoupená složka si vyžaduje obzvlášť starostlivý výběr. [8]

Dle vyhlášky 333/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů se moukou rozumí mlýnský obilný výrobek získaný mletím obilí a tříděný podle velikosti částic, obsahu minerálních látek a druhu použitého obilí. [6], [7], [9]

Základní pekárenskou obilovinou je pšenice vzhledem k mimořádné kvalitě jejích bílkovin, které jsou schopny vytvořit nakypřenější strukturu a vyšší klenbu pečeného výrobku než bílkoviny z kterýchkoliv jiných obilovin. [2]

Z čerstvě rozemleté mouky se nemohou dosáhnout dobré pekařské výsledky. Mouka musí 3 až 4 týdny odležet, aby dostatečně vyzrála. Výrobky z dobře vyzrálé mouky mají velký objem, jsou klenuté, střída je pružná, rovnoměrně pórovitá. [10]

Pro přípravu kynutého těsta je vhodná mouka hladká, polohrubá a celozrnná. Z hlediska výživových hodnot je nejlepší mouka celozrnná nebo alespoň výše vymletá (odstraněna menší část povrchové slupky) – obecně mouky tmavé (tmavší). [11]

Množství vody v mouce je obvykle 13 až 15 %. Podle ČSN 560512 (1973) nesmí být vyšší jak 15 %. Největší podíl v pšeničné mouce tvoří sacharidy (68 až 75 %), a to monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. [8], [12]

1.1.1 Sacharidy

Monosacharidy jsou základními stavebními jednotkami oligo- a polysacharidů. Volné se vyskytují ve zralých obilných zrnech pouze v nepatrném množství a to především v klíčku. Do mouky se jich dostává jen málo (max. 1 – 3 % na moku). [13], [14] Obsah monosacharidů a oligosacharidů ve střední části zrna je mnohem menší jako v klíčku, obalových vrstvách a aleuronové vrstvě. Z toho vyplývá, že mouka s nižším procentem vymletí bude obsahovat méně vlastních cukrů. [8]

Monosacharidy a také di-, tri- a vyšší oligosacharidy vznikající degradací škrobu jsou v obilovinách v nízkých koncentracích. Pšeničná mouka obsahuje 100 – 900 $mg \cdot kg^{-1}$ glukosy a 200 – 800 $mg \cdot kg^{-1}$ fruktosy (maltosy bývá 500 – 1000 $mg \cdot kg^{-1}$, sacharosy 1000 - 4000 $mg \cdot kg^{-1}$, rafinosy 500 – 1700 $mg \cdot kg^{-1}$, dalších oligosacharidů 0,4 – 1,6 %). [15]

V cereálních výrobcích je obsah monosacharidů proměnlivý. Závisí na stupni hydrolýzy škrobu, na množství případně přidaných sacharidů apod. [15]

Nejdůležitějšími monosacharidy v obilovinách jsou: pentosy — arabinosa, xylosa, ribosa; hexosy — glukosa, fruktosa, galaktosa, manosa. Vedle uvedených existuje ještě celá řada dalších, méně často se vyskytujících pentos a hexos. [14]

Oligosacharidů existuje velké množství, pro naše technologie jsou nejznámější a nejvýznamnější maltosa a sacharosa. Ve zralém, neporušeném a suchém zrnu se vyskytují ve velmi nízkých koncentracích. Pouze klíček obsahuje vyšší množství sacharosy. Maltosa vzniká jako předposlední produkt hydrolýzy škrobu (před glukosou) a u narušeného škrobu se vyskytuje ve větším podílu. Vedle ní mohou jako výsledek velkého narušení škrobu být přítomny nízkomolekulární dextriny, které se svými chemickými vlastnostmi také blíží maltose. [14]

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin polysacharidy. Biochemická role polysacharidů v rostlině a v semenu je podstatně jednodušší než úloha bílkovin. Omezuje se na dvě základní funkce – funkci zásobní

a stavební (zástupce s funkcí stavební je např. celulosa, která se jako součást potraviny považuje za nerozpustnou vlákninu [16]). Zásobní polysacharidy, jejichž typickým představitelem je v rostlinné říši škrob, znamenají pro organismy zdroj či rezervoár energie. [14]

1.1.2 Škrob

Mezi fyziologicky, technologicky i ekonomicky nejvýznamnější polysacharidy patří škrob $(C_6H_{10}O_5)_n$. [3]

Škrob se vyskytuje v zrnu a v mouce ve formě škrobových zrn o velikosti od cca 10 do 50 μm. [17], [18] Škrob tvoří podstatnou část mouky, což představuje asi 80 % její sušiny. [18] V obilném zrně je soustředěný v endospermu. [19], [20], [21] Škrob je bílý, lesklý prášek bez chuti a vůně, ve vodě, alkoholu, etheru, benzinu nerozpustný. [3]

Hlavními složkami škrobu jsou amylosa (20 – 25 %) a amylopektin (75 – 80 %), jejichž poměrné zastoupení určuje jeho rozdílné vlastnosti projevující se především v různé schopnosti mazovatění. [8], [19], [20], [21] Amylosa a amylopektin se liší i relativní molekulovou hmotností (amylosa: řádově 10^6 Da, amylopektin 10^7 – 10^8 Da), přičemž v obou frakcích se vyskytují molekuly různých molekulových hmotností. [8], [14], [18]

Amylosa se skládá z glukosových jednotek spojených do dlouhých spirálovitě stočených lineárních řetězců vazbou α-(1→4). [16], [19] Rozpouští se v horké vodě [22] a vytváří čirý, málo viskózní roztok, který při zahřátí netvoří maz. [3], [8], [23] Amylosa se barví roztokem jodu modře. Základ její struktury tvoří maltosové jednotky spojené vazbou (1→4) v dlouhé lineární řetězce spirálovitě svinuté. Relativní molekulová hmotnost amylosy se pohybuje v širokých mezích, od 40 000 do 150 000 kDa, takže molekula obsahuje 250 až 1000 glukosových jednotek. [3]

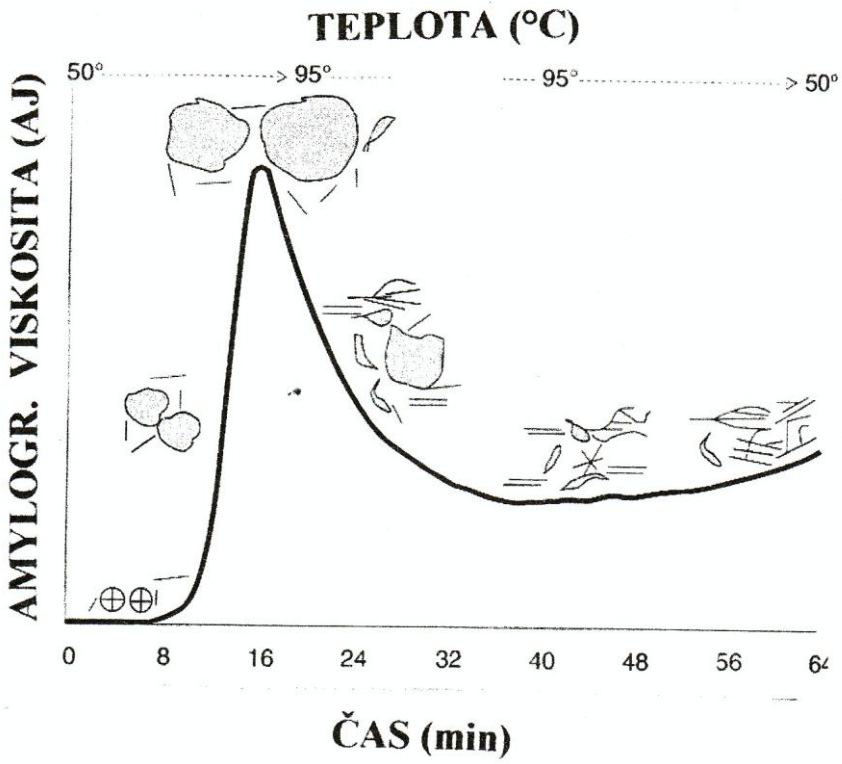
Amylopektin má rozvětvenou strukturu, skládá se z glukosových jednotek spojených do řetězců vazbou α-(1→4), ale průměrně na každou desátou až dvanáctou glukosovou jednotku se vazbou α-(1→6) přiřazuje další řetězec. Amylopektin se ve studené vodě nerozpouští, zahřátím však vytváří viskózní roztok, mazovatí. Amylopektin obsahuje i malé množství esterově vázané kyseliny fosforečné. [8] Jodem se barví fialově. Skládá se asi z 3 000 glukosových zbytků a jeho relativní molekulová hmotnost je kolem 500 000 kDa. Glukosové zbytky však netvoří pouze řetězce přímé, ale i rozvětvené.

Rozvětvení řetězce nastává průměrně asi po 20 glukosových jednotkách (literatura [19] uvádí, že „k rozvětvení dochází průměrně jednou na každých 25 glukosových zbytků“), takže se v molekule amylopektinu vyskytuje asi 150 vazeb (1→6). [24]

Škrob je látkou v obilkách i mouce nejhojnější a jeho význam je vedle pšeničného lepku pro cereální technologii zcela zásadní. [13], [18] Z fyzikálních vlastností škrobu jsou nejvýznamnější schopnost bobtnání, mazovatění a retrogradace. [16], [18] Retrogradace způsobuje změny chuti a textury upečeného výrobku. [25]

Bobtnáním a mazovatěním umožňuje škrob amylolytickou činnost, tedy zabezpečuje uhlíkatou živinu pro kvasné mikroorganismy, rozhodujícím podílem se účastní tvorby střídy tím, že váže vodu uvolněnou po denaturaci bílkovin. [26] Vlastnosti škrobu ovlivňuje mimo jiné stupeň a způsob poškození škrobového zrna. Poškození škrobu mechanickým opracováním se principielně nehodnotí jako poškození v běžném smyslu a až do určité hranice nepředstavuje negativní vlastnost. Má pozitivní význam pro bobtnání mouky, zrychlení a zvýšení tvorby plynu, zvýšení výtěžnosti. [8]

Škrobová zrna jsou ve vodě nerozpustná. Ve studené vodě mírně bobtnají, přičemž přijímají asi 30 % vody (vztaženo na hmotnost škrobu). Bobtnání však nabývá na intenzitě se zvyšující se teplotou a pokračuje i při stejné teplotě s časem. Při jedné teplotě ihned nezmazovatí všechen škrob, ale úplné zmazovatění je dokončeno až v určitém rozmezí teplot a po určité době. Zrno postupně přijímá vodu a posléze začne ztrácet svou původní strukturu. Průběh mazovatění škrobu je vysvětlen na obrázku 1, kde jsou změny viskozity na amylolytické křivce současně ilustrovány změnami geometrického uspořádání škrobových zrn. Na počátku zahřívání zrna jen bobtnají a tím zvětšují svůj objem. V důsledku toho stoupá viskozita suspenze. Při dalším zahřívání se do vody uvolňují molekuly amylosy a rozrušují se plně nabobtnalé části škrobového zrna (zbylého nejvýšemolekulárního amylopektinu). Když zmazovatí veškerý nerozpustný škrob, začíná viskozita při neustálém míchání směsi klesat. Pokud se vzniklý gel nechá chladnout (na obrázku od cca 35. minuty), začnou se spolu zpětně asociovat molekuly amylosy aamylopektinu a viskozita se zvyšuje. [13], [16], [18]



Obr. 1 Znázornění změn škrobových zrn při mazovatění škrobu během jeho zahřívání [13]

V pekařském těstě však v průběhu pečení nikdy nedojde k úplnému mazovatění škrobových zrn. Dochází především k bobtnání zrn a jen jejich povrch může pravděpodobně zmazovatět, neboť k úplnému zmazovatění není v těstě dostatek vody. [13] [14], [18] Předpokládá se, že helixy amylosy jsou před pečením rovnoměrně poskládány mezi amylopektinovými rozvětveními („keříčky“). Po zahřátí dojde k nabobtnání a částečnému rozpouštění amylosy, a tudíž k jejímu neuspořádanému rozptýlení do gelu. Uamylopektinu se určité rozrušení krystalického uspořádání struktury projeví jen „rozevřením“ jeho struktury. Při chladnutí dochází nejprve k uspořádání amylosových řetězců, a v delším čase při tzv. stárnutí výrobků pak i ke zpětnému uspořádání amylopektinové krystalické struktury. Po ochlazení dojde k vytvoření pružného škrobového gelu, který je hlavním nositelem vláčnosti a vody obsažené ve střídě výrobků. Gel posléze, zejména při nižších teplotách, uvolňuje část vody a ztrácí svoji původní pružnost. Postupná retrogradace (rekrystalizace) škrobu způsobuje do značné míry stárnutí pečiva. [16], [18]

Produkty neúplné hydrolýzy škrobu označujeme jako dextriny. Jsou to amorfní, bezbarvé nebo nažloutlé látky, rozpustné ve vodě, nerozpustné v alkoholu. [24] S vodou dávají silně lepivé, viskózní suspenze. [22]

1.1.3 Amylolytické enzymy

Škrob může být biochemicky hydrolyzován amylolytickými enzymy tzv. amylasami. [2] Amylasy jsou enzymy štěpící škrob až na maltosu a glukosu. [22]

Škrob je hydrolyzovatelný amylolytickými enzymy α-amylázou (α-1,4-glukan-4-glukanhydrolasa) a β-amylázou (α-1,4-glukan-maltohydrolasa). [8]

V mouce ze zdravého pšeničného zrna se nevyskytuje volná α-amylasa, anebo jen v bezvýznamném množství. Ve větším množství se vyskytuje β-amylasa. Aktivita α-amylasy se během růstu zrna zvyšuje a zráním se ireverzibilně snižuje. Až během klíčení je možné zaznamenat opětovný vývoj její aktivity. Mouky z přerostlého zrna mají velký obsah α-amylasy. [8]

Obsah amylas v mouce souvisí se stupněm vymletí. Výše vymleté mouky mají větší obsah amylas. Amylasy jsou aktivnější v čerstvě vymletých moukách, jejich aktivita se s časem odležení mouk snižuje. [8]

α-amylasa štěpí 1,4-glykosidové vazby v libovolném místě řetězce (endoglykosidasa). β-amylasa štěpí 1,4-glykosidové vazby, odštěpuje však maltosu od neredukujícího konce řetězce, ale jen do bodu větvení polymeru (exoglykosidasa). Účinkem α-amylasy na škrob se tvoří především dextriny s menší relativní molekulovou hmotností, kromě toho vzniká maltosa, další oligosacharidy a glukosa. Dextriny a oligosacharidy se vlivem β-amylasy dále hydrolyzují. Při amylolytickém působení na škrob β-amylasou se tvoří většinou maltosa a menší množství vysokomolekulárních (tzv. hraničních) dextrinů. β-amylasa mnohem účinněji působí na dextriny jako na pšeničný škrob. α-amylasa je metaloprotein, který v molekule obsahuje ion vápníku. Jeho přítomnost je nevyhnutelná na katalytickou aktivitu a na stabilitu konformace. [8]

1.1.4 Pentosany

Z dalších polysacharidů se v pšeničné mouce vyskytuje 1 až 3 % pentosanů. [8]

Pentosany se definují jako polymery obsahující v molekulách podstatný podíl pentos (nejvíce arabinosy a xylosy), vedle kterých však obsahují i jiné sloučeniny. Jde o pestrou skupinu látek, kterou lze v zásadě rozdělit na pentosany nerozpustné ve vodě – tzv. hemicelulosy, jež doprovázejí celulosu v buněčných stěnách, a na rozpustné pentosany neboli slizy. [2], [14]

1.1.5 Dusíkaté látky

Z dusíkatých látek jsou nejdůležitější bílkoviny (proteiny), které ovlivňují vlastnosti mouky, výrobku a jejich výživovou hodnotu. Molekuly proteinů jsou tvořeny vždy různě dlouhými řetězci aminokyselin spojených vzájemně tzv. peptidovou vazbou. [13]

Pšeničná mouka obsahuje 7-13 %, ale také až 15 % bílkovin. Asi z 20 % je reprezentují ve vodě rozpustné bílkoviny (cytoplazmatické proteiny, enzymy s aktivitou α- a β-amylasy, proteasy, lipasy, fytasy, lipoxygenasy aj. enzymy) a 80 % bývá prolaminů a glutelinů. Tyto rezervní, ve vodě nerozpustné, proteiny jsou nejvýznamnějšími proteiny pšenice. [15], [27]

Relativní molekulová hmotnost bílkovin dosahuje hodnot řádově stovek až tisíc milionů Da. [13]

V cereálních bílkovinách se v malém množství vyskytuje volně především lyzin, tryptofan a methionin, mnoho kyseliny glutamové, prolinu a leucinu. [8], [18] Z výživového hlediska se zařazují do skupiny neplnohodnotných proteinů, u kterých jsou některé esenciální aminokyseliny nedostatkové. [27]

V bílkovině mouky i těsta mají velký význam thiolové skupiny a disulfidové vazby. Z hlediska reologických vlastností těsta je velmi důležitý vzájemný poměr disulfidových vazeb a thiolových skupin, jako i jejich dynamiky. [8]

Kromě kovalentních disulfidických vazeb existuje v gluteninové makromolekule celá řada dalších vazeb. Daleko nejpočetnější jsou vodíkové vazby (vzhledem k velkému obsahu glutaminu v obilné bílkovině) mezi volnými skupinami bez nábojů (-OH, $-NH_2$), které jsou velmi slabé, ale vzhledem k jejich velkému počtu významně stabilizují strukturu těsta. Zároveň umožňují poměrně snadnou mobilitu vazeb při vnějších působeních na těsto při jeho tvorbě a zpracování. Dalším typem jsou vazby iontové mezi kyselými a basickými skupinami aminokyselin. Kyselé skupiny jsou u kyselin glutamové a asparagové, basické u lysinu, histidinu, argininu a tryptofanu. Početně je jich mnohem méně než vazeb

vodíkových. Při přiblížení dvou sousedních hydrofobních řetězců aminokyselin se vytvářejí hydrofobní vazby na bázi Van der Waalsových a jiných sil. Těchto vazeb se mohou zúčastnit valin, leucin, isoleucin, alanin, tyrosin, fenylalanin, cystein (Jeho dvě molekuly mohou vytvořit velmi pevnou disulfidovou vazbu, a tak pevně propojit sousední bílkovinné řetězce. Obsah cysteinu v lepkové bílkovině je nízký kolem 4 %.), cystin, prolin, methionin a glycin. Rovněž tyto vazby nejsou pevné a jsou snadno mobilní. Pokud je bílkovina ve vodě, uplatňují se hydrofilní síly, které mohou vytvořit glutamin, asparagin, serin a threonin. [13], [18]

Prolin tvoří druhý největší podíl aminokyselin v pšeničné lepkové bílkovině (cca 10 %). Prolin díky svojí volně otáčivé vazbě mezi karboxylovou skupinou a zbytkem molekuly umožňuje značnou tvarovou přizpůsobivost bílkovinných řetězců při vnějších mechanických působeních. V důsledku toho jsou možné různé strukturní změny při hnětení, kypření, přetužování těsta a při stavbě jeho struktury. Funkční význam leucinu spočívá v přítomnosti nepolárního řetězce v jeho molekule. Obsah leucinu v lepkové bílkovině je kolem 7 %. Obsah glutamové kyseliny a lysinu se v lepkové bílkovině pohybuje kolem 1 %. Uvedené aminokyseliny jsou významné díky svému náboji (mohou se zapojovat do iontových interakcí). Glutamová kyselina nese záporný náboj, molekula lysinu má kladný náboj. [18]

V roce 1907 publikoval Osborne frakcionaci pšeničných proteinů na základě jejich rozpustnosti v různých rozpouštědlech. Bílkoviny tak byly rozděleny do čtyř skupin [13], [18], [27]:

- albuminy (neutrální bílkoviny dobře rozpustné ve vodě)
- globuliny (slabě kyselé bílkoviny nerozpustné ve vodě, ale rozpustné ve zředěných roztocích solí)
- prolaminy (bílkoviny nerozpustné ve vodě, ale rozpustné ve zředěných roztocích solí, kyselin a zásad a v 70% etanolu, nekoagulují za tepla), kam se především řadí rostlinné bílkoviny obsahující značné množství vázaného prolinu a glutaminu a neobsahují lysin, jejichž příkladem je pšeničný gliadin
- gluteliny (jsou stejně tak jako prolaminy nerozpustné ve vodě, ale rozpustné ve zředěných roztocích solí, kyselin a zásad, od prolaminů se liší tím, že jsou

nerozpustné v etanolu a teplem koagulují, obsahují značné množství glutamové kyseliny), jejichž příkladem je pšeničný glutenin.

Nejdůležitějšími složkami bílkovin pšeničné mouky jsou gliadin (40 až 50 %) a glutenin (34 až 42 %). Jejich význam se zakládá na tvorbě lepku. Hydrofilní vlastnosti bílkovin jsou základem pro tvorbu lepku a těsta. [8], [21]

1.1.6 Lepek

Mouka poskytuje s vodou těsto, jehož základem je kromě škrobu viskoelastická lepivá hmota složená ze dvou třetin z vody a z jedné třetiny z hydratovaných gliadinových a gluteninových proteinů zvaná lepek nebo také gluten. Typické viskoelastické vlastnosti propůjčují lepku gluteniny, jejichž molekuly jsou schopné tvořit třírozměrnou síť, na jejímž vzniku se uplatňují různé druhy vazeb mezi gluteninovými molekulami (významné jsou zejména vodíkové vazby zprostředkované nejčastěji zbytky glutaminu, dále iontové a hydrofobní interakce aminokyselin). Gliadinové molekuly mají na viskoelastické vlastnosti těsta spíše jen modifikující účinek. Hlavním faktorem, který určuje kvalitu mouky, však je vzájemný poměr obou proteinů. [15]

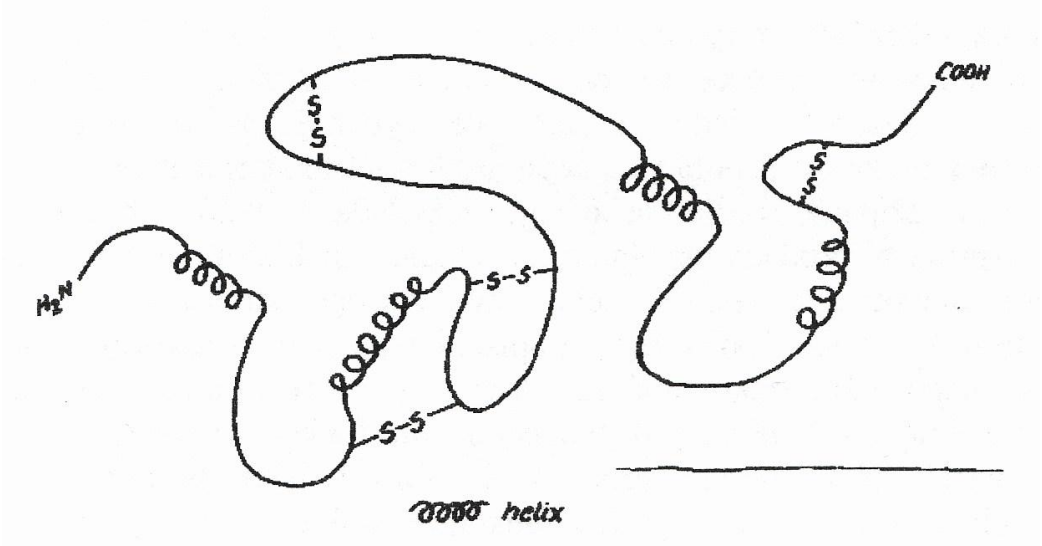
Gliadinové proteiny mají relativní molekulovou hmotnost 30 až více než 100 kDa, obvykle mezi 60 – 80 kDa. Obsahují velké množství glutaminu (36 – 45 %), prolinu (14 – 30 %), poněkud méně asparagové a glutamové kyseliny a neobvykle málo bazických aminokyselin argininu, lysinu a histidinu. Malý obsah kyselých a bazických aminokyselin s polárními postranními řetězci souvisí s malou rozpustností gliadinů. [15]

Gluteniny mají vyšší relativní molekulovou hmotnost, obvykle od 40 kDa do 20 000 kDa, nejčastěji kolem 2 000 kDa, neboť jsou tvořeny polypeptidovými řetězci spojenými disulfidovými vazbami. [15]

Pšeničné gliadiny a gluteniny bobtnají pouze omezeně a za současného vložení mechanické energie na hnětení za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří houbovitou, pružnou, tažnou hmotu – lepek. Vzhledem k tomu, že pšeničná mouka je v podstatě rozdrcený endosperm, při hnětení pšeničné mouky s vodou dochází právě ke vzniku lepku a ten tvoří vlastní „kostru“ těsta. [1], [8], [13], [14]

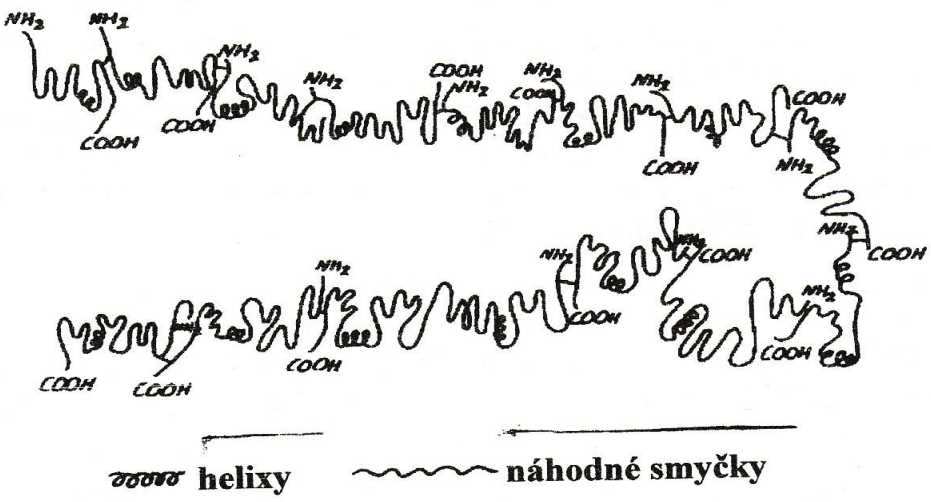
Dosud navržené představy o struktuře gliadinu byly založeny na modelu uvedeném na obrázku 2. Předpokládá se jeden spojitý řetězec bílkoviny, tvořený zčásti úseky helixů

az části náhodnými ohyby. Helixy jsou udržovány vodíkovými vazbami, kterých je velké množství, ale jednotlivě nemají velkou pevnost. Ohyby řetězce jsou drženy pevnými disulfidickými vazbami. [13]



Obr. 2 Představa struktury gliadinu [13]

Glutenin je naopak představován jako složitý komplex tvořený mnoha řetězci různé velikosti. Schematickou představu znázorňuje obrázek 3. Nízkomolekulární řetězce jsou uvnitř také udržovány disulfidickými a vodíkovými vazbami, ale navenek jsou s ostatními řetězci spojeny kromě toho vodíkovými vazbami a udržovány hydrofobními silami. Vysokomolekulární složky mají dva druhy disulfidických vazeb: intrařetězcové obdobně jako gliadin a interřetězcové, které udržují pevnou a pružnou strukturu. [13]



Obr. 3 Schematické znázornění modelu propojení složek gluteninu [13]

Vysoký obsah prolinu prakticky znemožňuje tvorbu helikální sekundární struktury obou druhů proteinů. Molekuly gliadinů a gluteninů proto obsahují jen krátké úseky α-helixů spojené úseky s neorganizovanou sekundární strukturou. V oblastech α-helixů se vyskytují 1 – 2 cysteinové zbytky vzájemně spojující podjednotky do dlouhých řetězců. Podobně jako v živočišném proteinu elastinu se v gliadinech a gluteninech nachází velké množství polypeptidových úseků známých jako reverzní smyčky nebo β-otočky, které jsou uspořádány do tzv. β-spirál. [15]

Na jakost mouky a její pečivost má vliv především množství, jakost a vlastnosti lepku. [4] Na přípravu pekařských kynutých výrobků se používá mouka se silným lepkem. [18] Lepek v mouce ovlivňuje tuhost, tažnost, kyprost a pórovitost těsta, udržuje i jeho tvar. [4] Charakteristické fyzikální vlastnosti lepku a těsta pružnost a tažnost jsou podmíněné především bílkovinami. [8], [21]

1.1.7 Lipidy

Z lipidů jsou v mouce důležité tuky (triacylglyceroly) a doprovodné látky přírodních tuků (např. fosfolipidy, glykolipidy, steroly, karotenoidy, tokoferoly). V moukách vymletých na 70 % je množství lipidů asi 2 %, nejvíc se jich vyskytuje v otrubách a klíčku. Tedy jejich množství v mouce závisí na výšce vymletí. [8]

Přítomnost nenasycených mastných kyselin v mouce (olejová, linolová, linolenová) ovlivňuje tuhost lepku. Nasycené mastné kyseliny (palmitová, stearová) působí spíše opačně. Napříč tomu mastné kyseliny na lepek se střední a horší jakosti působí příznivě. [8]

Největší podíl lipidů tvoří nenasycené mastné kyseliny a z nich kyselina linolová. Z nasycených mastných kyselin se vyskytuje kyselina palmitová a malé množství kyseliny stearové a myristové. [8]

1.1.8 Vitamíny a minerální látky

I množství vitamínů a minerálních látek v moukách se zvětšuje se stupněm vymletí (jak je zřejmé z tabulky 1). [8]

Pečivo obsahuje především vitamíny skupiny B (pomáhá tělu přeměnit potraviny na energii efektivně), železo (pro přepravu kyslíku do celého těla), zinek (pro růst nových buněk,

hojení a boj proti infekci), antioxidanty jako vitamín E a selen (které chrání buňky před poškozením toxické látky, včetně kouře a znečištění) a fytonutrienty (rostlinné látky, které pomáhají chránit proti nemoci). [28]

Mnohé minerální látky jsou v určitých koncentracích toxické, avšak ve stopových množstvích jsou nepostradatelné. [8]

Tab. 1 Obsah vitaminů a minerálních látek v různých druzích pšeničné mouky [11]

Obsah v mg na 100 g	**Celozrnná mouka**	**Hrubá mouka**	**Polohrubá a hladká mouka**
Vitamin B_1	0,395	0,334	0,143
Vitamin B_2	0,113	0,085	0,058
Kys. nikotinová	3,94	2,5	0,58
Vápník	35,0	29,0	18,0
Fosfor	310,0	138,0	90,0
Železo	3,9	2,2	1,2
Hořčík	123,0	75,0	16,0

1.2 Droždí

Nenakypřená těsta se k pečení dnes téměř nepoužívají. Kdybychom ze syrového těsta udělali kusy a upekli je, získali bychom pečivo s tvrdou a silnou kůrkou, uvnitř značně vlhké, bez pórů, lepivé, bez výrazné chuti, poněvadž se nedá propéci. V této formě by bylo pečivo špatně stravitelné. Teprve nakypřené těsto, prostoupené kypřícím plynem, který v něm vytváří při pečení velké množství pórů ohraničených tenkými stěnami, můžeme dokonale propéci. [29]

Máme-li vyrobit z těsta pečivo větších rozměrů a různých tvarů, pak je nezbytné je nakypřit. Můžeme použít způsobu fyzikálního, chemického a biologického. [29]

Většina výrobků ze skupiny běžného i jemného pečiva se vyrábí z kynutých těst. Tato těsta se kypří biologicky – droždím, tj. prakticky čistou kulturou kvasinek *Saccharomyces cerevisiae Hansen*. [30] V těstě vyvolávají ethanolové kvašení, což je složitá biochemická

přeměna, na jejímž konci je ethanol a oxid uhličitý (kypřící plyn). [11] [31], [32] Průběh této reakce lze zkráceně vyjádřit rovnicí:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2 +$ energie. [1], [17], [30]

Během kvasného procesu se uvolňuje oxid uhličitý, který významně ovlivňuje kvalitu výrobků. Intenzita vývinu CO_2 závisí na vlastnostech droždí (kvasinek), na složení substrátu (těsta) a na fyzikálně chemických podmínkách prostředí. Vytvářený oxid uhličitý nakypřuje těsto, ovlivňuje texturu střídy a zejména objem výrobků. [5], [33]

Kritériem pro hodnotu pekařského droždí je jeho barva, vůně, chuť, mohutnost kynutí v těstě a trvanlivost lisovaných liberek. [34]

Aby byly kvasinky v dobrém fyziologickém stavu, zaručujícím účinnost kypření, je nutno při výrobě těst dodržovat určité podmínky – technologické parametry. Kvasinkám nejlépe vyhovuje prostředí řídké a teplota kolem 30 °C. (Kdybychom chtěli podporovat množení kvasinek, volili bychom teplotu o 5 °C nižší a nechali je déle působit, ale to není u pšeničného těsta na rozdíl od žitných kvasů nutné, protože ve formě lisovaného či sušeného droždí dodáváme kulturu dostatečně koncentrovanou.) [30]

Kvasinky rodu *Saccharomyces cerevisiae* mají schopnost zkvašovat celou řadu cukrů: sacharosu, glukosu, fruktosu, mannosu, maltosu a maltotriosu. Kvasinky v těstě rozkládají přidaný cukr – sacharosu – na glukosu a fruktosu, které rychle prokvášejí. V další fázi kvasného procesu i maltosu (ta je nejprve permeasovým systémem – α-glukosidpermeasou vnesena do buňky a zde maltasou – α-glukosidasou rozložena na 2 molekuly glukosy). [33]

Při delší době kvašení se metabolity kvasinek hromadí v jejich okolí v takové koncentraci, že se pro kvasinky stávají toxické. Proto je třeba zrající těsta v určitých intervalech přetužovat: část kvasných plynů se tím vypudí a nahradí se kyslíkem, čímž se činnost kvasinek oživí, a navíc se těsto homogenizuje. [30]

Lisované pekařské droždí obsahuje 70 až 75 % vody, 40 až 55 % bílkovin, 2 až 5 % tuku, 6 až 9 % popela (P, K), 40 % glykogenu, celulosy a slizů. Droždí s vyšším obsahem bílkovin než 50 % má sníženou trvanlivost. [33]

1.3 Sladidla

Sladidla jsou látky pocházející z přírodních zdrojů anebo vyrobené synteticky, které mají sladkou chuť a používají se na slazení. [8]

Sacharidy jsou sloučeniny odvozené od alifatických polyhydroxyaldehydů a polyhydroxyketonů. Nízkomolekulární nesubstituované sacharidy, např. glukosa, fruktosa, sacharosa, laktosa, mají sladkou chuť a často se označují jako cukry. [35] Sladivost některých sacharidů je uvedena v tabulce 2.

Obecný vzorec sacharidů je $C_n(H_2O)_n$. Podle počtu stavebních jednotek je rozdělujeme na monosacharidy, oligosacharidy (obsahují 2-10 monosacharidových jednotek) a polysacharidy (obsahují 11 až desítky tisíc monosacharidových jednotek). Monosacharidy jsou bezbarvé krystalické látky dobře rozpustné ve vodě. [20], [36]

Jednoduché cukry jsou dále v těle rozkládány jako rychlý zdroj energie. [21]

Tab. 2 Sladivost některých sacharidů [23]

Sacharid	**Sladivost [%]**
Rafinosa	15
D-laktosa	25
D-maltosa	40
D-galaktosa	50
D-glucitol	55
D-glukosa	56
Sacharosa	100
Invertni cukr	85
D-fruktosa	132

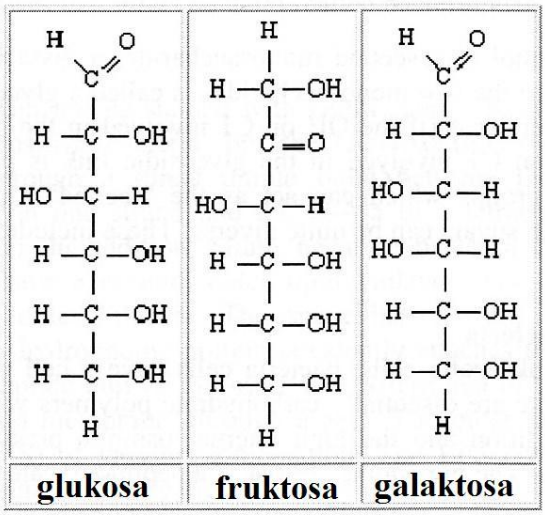
1.3.1 Přírodní sladidla

Přírodními sladidly se rozumí ve vodě rozpustné sladce chutnající látky na bázi přírodních sacharidů, stanovené vyhláškou 76/2003 Sb. [7], [9] Nejpoužívanějšími přírodními sladidly jsou sacharosa, fruktosa a glukosa. [8]

Cukr se dodává do běžného pečiva v malém množství (1 až 1,5 % na hmotnost zpracované mouky) a má význam pouze jako kvasný substrát (náhrada zkvasitelných cukrů chybějících mouce). V jemném pečivu má navíc funkci sladidla a dávkuje se v množství 13 až 15 %. V tomto množství výrazně zvyšuje osmotický tlak v těstě, takže je nutno zvyšovat dávku množství droždí na 5 až 9 % (podle receptury). Vysoká koncentrace cukru kromě toho omezuje schopnost mouky koloidně vázat vodu, takže při výrobě jemného pečiva je nutno počítat se sníženou vazností mouky. Cukr působí též rychlejší hnědnutí kůrky (intenzivnější karamelizací a Maillardovou reakcí). [29]

Cukr je vyčištěná krystalizovaná sacharosa upravená zejména do krystalů, moučky, kostek, homolí, popřípadě doplněná přídatnými látkami, látkami určenými k aromatizaci nebo kořením.

Nedodržíme-li správné množství cukru v poměru k ostatním potravinám, je těsto těžké, cukr se nesnadno rozpouští, snižuje bobtnavost lepku, mazovatění škrobu, ale i uvolňování oxidu uhličitého. Zvýšením dávky cukru též těsto řídne, pečivo je měkké a během pečení nebo po upečení klesne. [4]



Obr. 4 Vzorce monosacharidů [21]

D-glukosa

D-glukosa (hroznový cukr, dextrosa, škrobový cukr [19], [20], [37]) $C_6H_{12}O_6$ (viz obr. 4) se používá krystalická (monohydrát glukosy), ale vyskytuje se i v ovoci, v medu a sirupech. Kromě hydrolýzy sacharosy vzniká při kyselé nebo enzymatické hydrolýze škrobu. V takto získaných sirupech se v roztoku vyskytují i dextriny a maltosa. Glukosa je bílá krystalická látka snadno rozpustná ve vodě, méně sladká než sacharosa (viz tab. 2). [37] Je velmi lehce stravitelná. Čistý hroznový cukr, Glukopur, se doporučuje při nechutenství, ve stáří pro zvýšení odolnosti, po operacích. [35]

Neutrální roztoky glukosy se zahříváním mění, při teplotě 100 °C začínají vytvářet produkty denaturace, při teplotě 115 °C se tvoří oxymethylfurfural, kyselina levulová a mravenčí. Při teplotě 125 °C přibývají rozkladné produkty a tvoří se huminové látky. Kromě funkce sladidla se podílí na reakcích neenzymatického hnědnutí a prodlužuje trvanlivost perníků. Lehce se zkvašuje kvasinkami. [8]

D-fruktosa

D-fruktosa (ovocný cukr, levulosa) [37] $C_6H_{12}O_6$ (viz obr. 4) je nejsladším cukrem (viz tab. 2) a má nejvyšší rozpustnost [35] (rozpustnost fruktosy je větší než glukosy). Vyskytuje se i v ovoci, medu, [37] je možné ji získat ze sacharosy či glukosy. Používá se v krystalické formě (i když obtížně krystalizuje [37]) anebo v tekuté formě jako sirup. Krystalky fruktosy jsou hygroskopické. Velmi dobře se rozpouští ve vodě. Stáčí rovinu polarizovaného světla doleva (odtud název levulosa). [19] V porovnání se sacharosou a glukosou je fruktosa tepelně nejlabilnější. Rozkládá se na furfural, kyselinu mravenčí, formaldehyd, kyselinu pyrohroznovou a různé hnědé tzv. huminové látky už při teplotách nižších než 100 °C. [8]

Ovocný cukr, fruktosa, se může používat u hraničních diabetiků, kteří nesmí sladit sacharosou. [35]

Sacharosa

Rafinovaný cukr, cukr řepný anebo třtinový [20], [38] $C_{12}H_{22}O_{11}$ (0- β- D-fruktofuranosyl-α-D-glukopyranosid) patří mezi nejpoužívanější sladidla. Sacharosa je disacharid složený z 1 molekuly glukosy spojené k jedné molekule fruktosy. [21], [37] Je to neredukující disacharid. Rafinovaný cukr je bílé barvy, popřípadě se slabým nažloutlým odstínem. Má

sladkou chuť bez cizích příchutí a pachů. Rafinovaný cukr musí obsahovat nejméně 99,70 % sacharosy. [8], [9], [38]

Vedle své funkce sladidla je cukr látkou dodávající potravinám objem, upravuje jejich texturu, působí jako konzervační činidlo, ochucovadlo, fermentační substrát a dotváří zbarvení kůrky. [1], [3]

Při zahřívání se sacharosa postupně destruuje, přičemž vznikají různé barevné látky. Proces karamelizace se začíná urychlovat při teplotě 140 °C a úměrně se zvyšuje s teplotou. Barva sacharosy se mění ze žluté na hnědou. Při teplotě 160 až 190 °C karamelizace probíhá velmi rychle a tvoří se černé huminové látky. Topí se při teplotě 160 až 188 °C. [8]

Invertní cukr

Sacharosa se již při teplotě místnosti poměrně rychle hydrolyzuje. Tato hydrolýza se nazývá inverzí (= změna optické otáčivosti) [38] a probíhá podle rovnice:

$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$. [8], [35]

Rozpuštěná sacharosa se hydrolyzuje na ekvimolární směs svých základních složek pravotočivé D-glukosy a silně levotočivé D-fruktosy katalytickým vlivem vodíkových iontů. Název invertní cukr pochází z dob, kdy se považoval za chemického jedince. [8], [20], [35]

Podle poměru glukosy a fruktosy je dána jeho sladivost a tuhost. [35] Směs sacharosy s invertem se rozpouští ve vodě snadněji než sacharosa sama. [38]

1.4 Aditiva

Potravinářské přídatné látky, potravinová aditiva, jsou takové sloučeniny nebo směsi, které se přidávají k potravině při výrobě, zpracování nebo balení s cílem zvýšit její kvalitu (prodloužení trvanlivosti, zlepšení chuti, vůně, barvy, textury, výživové hodnoty, technologických vlastností). Některá aditiva mohou být i přirozenou součástí potraviny. Jako potraviny se samostatně nepoužívají, nemusí mít výživovou hodnotu. [35]

1.4.1 Revolution cream

Revolution cream je sirup, který je zatím používán na přípravu základní směsi mléčné zmrzliny. Skládá se z invertního cukru, glukosového sirupu a maltodextrinu. Jeho výhody jsou:

- Má možnost vytvářet krémovitost a hladkost,
- Stabilizuje získané vlastnosti, tj. prodlužuje trvanlivost,
- Snižuje nadměrnou sladkost a zvýrazňuje chuť.

1.4.2 Revolution fruit

Sirup Revolution fruit se zatím používá na přípravu základní směsi ovocné zmrzliny. Skládá se z invertního cukru, glukosového sirupu a maltodextrinu. Mezi jeho výhody patří:

- Vytváří krémovitější a hladké směsi,
- Prodlužuje trvanlivost,
- Zvyšuje nášleh,
- Snižuje nadměrnou sladkost a zvýrazňuje ovocnou chuť.

1.5 Tuky

Při výrobě těsta ovlivňuje použitý tuk jeho křehkost, jemnost a někdy i křupavost výrobku. Dodává výrobkům typickou vůni a chuť. [4], [8], [11]

Všechny tyto vlastnosti závisí od druhu a množství tuku, jako i od toho, jak se tuk do těsta přidává (emulze). Příznivý vliv tuku na jakost těsta a výrobků ve velké míře závisí od toho, jak je v těstě emulgovaný a rovnoměrně rozdělený. [8]

Tuk i v menších dávkách způsobuje rychlejší vývin těsta, to znamená, že snižuje spotřebu energie při hnětení. [30] Množství tuků by však mělo být vzhledem k jejich vysoké energetické hodnotě přiměřeně nízké. [11]

Tuku se do běžného pečiva dávkuje méně – kolem 3 % (maximálně 9 % do máslového rohlíku), proto běžné pečivo rychleji vysychá. Jemné pečivo s obsahem tuku 10 % a více má podstatně delší trvanlivost. Větší dávky tuku (podobně jako větší dávky sacharosy) mají

i některé negativní technologické důsledky: snižují vaznost mouky a zhoršují podmínky pro kvašení. Proto se musí kombinovat s vyššími dávkami droždí. [30]

Tuk přidaný do recepturní směsi obaluje jemným filmem částečky tuhé fáze hlavně mouky, čímž kromě jiného i zadržuje vzduch, který obaloval částečky tuhé fáze uvnitř těsta. Proces má pozitivní vliv na křehkost výrobku. Vytvořením jemného filmu okolo moučných bílkovin a škrobu zabraňuje přístupu vody k nim, a tak omezuje jejich bobtnání. Tenká vrstvička tuku mezi elementy bílkovin umožňuje jejich „klouzání“, tím se zlepší plastičnost lepku. S působením tuků se spojují viskózní vlastnosti těsta, i schopnost relaxace lepku a těsta. Při tvorbě lepku mají důležitou funkci i nenasycené mastné kyseliny, interakce lipidů s bílkovinami, škrobem, případně jinými složkami. [8]

1.5.1 Rostlinné oleje

Rostlinné oleje se používají i do kynutých těst, všude tam, kde je zvyk na máslo nebo margarin. Slunečnicový olej je považován za nejvhodnější. Oleje za studena lisované (panenský) se do těst nedávají. Jednak se nestálé látky při pečení teplem zničí, jednak jsou tyto oleje dosti aromatické. [11]

1.5.2 Margariny a rostlinná másla

Pro přípravu kynutých těst se používají margariny pro tepelné zpracování. Za nejvhodnější jsou považovány margariny na bázi slunečnicového oleje, připravené bez konzervačních přísad. [11]

1.6 Jedlá sůl

Jedlá sůl je základní součástí pečiva. Napomáhá řídit kvašení pro správný objem pečiva a texturu. [5], [8], [11], [17] Ve velké míře ovlivňuje reologické vlastnosti těsta a také i finální výrobek. [17] Sůl se rozpouští pomaleji v těstě než ve vodě, proto se doporučuje používat do těsta jen jemně mletou sůl nebo její roztok. Chuť výrobku se nezvýrazní jen vlastní slanou chutí, ale i synergickým působením soli na vnímání chuti jiných chuťových složek. Kromě toho sůl ovlivňuje i biochemické, koloidní, mikrobiologické procesy probíhající v těstě. Vliv soli na bílkoviny se projevuje zpomalením jejich hydratace, a tím i zpomalením bobtnání, až dehydratací. Těsto je pevnější a kratší. Vaznost mouky se

přídavkem soli snižuje, zvyšuje se čas vývinu těsta a podstatně se zvyšuje stabilita těsta, zvyšuje se schopnost zadržovat plyny. Sůl jako silný elektrolyt působí na iontovou sílu a reakci vodní fáze těsta, tím i na aktivitu amylas a proteinas. Přídavkem soli do těsta se brzdí proteolýza. Sůl zvyšuje teplotu začátku mazovatění škrobu. [8] Kvasný proces je přídavkem soli inhibován úměrně její koncentraci. [8], [11]

1.7 Vejce a vaječné produkty

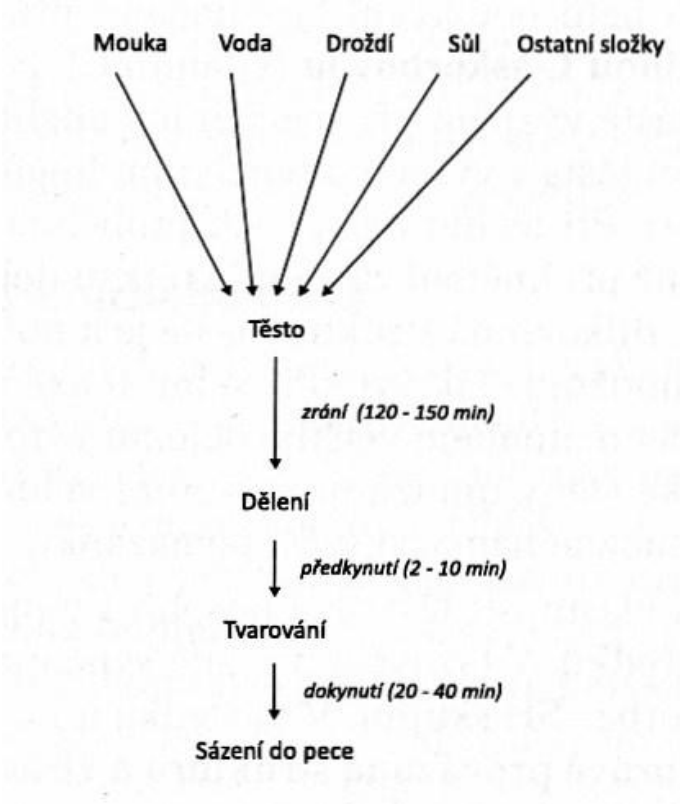
Vejce a vaječné produkty pozitivně ovlivňují reologické vlastnosti těsta a ostatní jakostní znaky výrobku (konzistenci, chuť, vůni, barvu). Vejce při pečení vytvářejí spolu s moučnými bílkovinami strukturu pečiva. Vaječný albumin při mísení zkypřuje těsto, protože má schopnost tvořit pěnu. Během pečení tvrdne, ovlivňuje křehkost výrobku. Lecitin vyskytující se ve žloutku emulguje tuky přidávané do těsta. [4], [8]

2 TECHNOLOGIE VÝROBY VÁNOČKOVÉHO TĚSTA

Příprava těsta je jednou z nejdůležitějších technologických operací. Při ní se vytváří základní předpoklady pro získání jakostního výrobku. Kvalitu výrobku předurčuje několik základních charakteristik: surovinové složení, vytvoření správného koloidně-chemického systému těsta se správnými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi pro celé další zpracování, u téměř všech výrobků správné nakypření a konečně správné tepelné zpracování (upečení). [14]

2.1 Přímé vedení těst

Jak je z obr. 5 zřejmé, při přímém vedení těsta se všechny složky dávkují současně a ihned se vymíchává a vyhněte těsto. V českých zemích se tento způsob přípravy tradičně nazývá „na záraz“. Výhodou tohoto postupu je značné zjednodušení technologického postupu. [10], [14]



Obr. 5 Přímý způsob vedení těsta (uvedené časy jsou pouze orientační) [2]

Nevýhodou vedení kynutého těsta na záraz je zvyšování přídavku droždí a prodlužování zrání těsta. Výhodou je zkrácený pracovní postup, menší požadavky na kvasný prostor a úspora elektrické energie. [10], [14]

2.2 Mísení

Mísení je důležitou operací při výrobě těst. Na době a rychlosti mísení závisí struktura lepku, začlenění vzduchu do těst a následně i dobré reologické vlastnosti těst. [39] Při mísení začíná bobtnání těch složek, které mohou bobtnat i při teplotě výrobních prostor. Jsou to bílkoviny a pentosanové polysacharidy. Ve vodě se samozřejmě rozpouští i jiné látky, jako preexistující nízkomolekulární sacharidy, přidané sacharidy, sůl apod. [2], [14], [16] Při začátku hnětení se voda dostává do kontaktu jen s povrchem moučného zrna a ke složkám mouky proniká jen pozvolna difuzí. Zpočátku je voda ve značném přebytku, neboť nabobtnalých a rozpuštěných složek moučných zrn je jen málo. [2] V prvních fázích bobtnání jsou vodou obsazovány hydrofilní skupiny -COOH a -NH, buď z koncových aminokyselin v řetězcích, nebo u těch aminokyselin, které tyto skupiny obsahují zdvojeně a nemají je blokované peptidickými vazbami či jiným způsobem. Hydrofobní skupiny (např. $-CH_3$, $-C_2H_5$) nejsou hydratovány a udržují zpočátku vazby mezi jednotlivými řetězci např. pomocí vodíkových vazeb, které nejsou příliš silné. [14]

Pokud pokračuje hydratační působení vody dosti velkou silou, jsou překonávány slabší síly mezi micelami bílkoviny (tvořenými spirálami nebo „destičkami“ bílkovinných řetězců) a voda se dostává mezi tyto micely. Tím jsou dány předpoklady k probíhání dalších reakcí jak mezi bílkovinnými řetězci samotnými, tak mezi složkami mouky a dalšími přísadami. Přitom významnou roli hraje i mechanické promíchávání těsta, čímž se umožňuje častější kontakt jednotlivých reagujících složek. Teprve v této fázi se vytváří spojitý pšeničný lepek. [11], [14]. Přebytek vody se tak rychle snižuje a naopak koncentrace gelu a roztoku se zvyšuje. Viskozita gelu se postupně zvyšuje a v důsledku toho se současně zvyšuje odpor těsta vůči napínání. Projevuje se to zvyšováním odporu vůči hnětadlům a zvyšováním příkonu pohonného motoru. V důsledku postupného prostorového propojování bílkovinné sítě se také zvyšuje pružnost těsta. Celé toto období až do dosažení maxima odporu těsta nazýváme vývinem těsta. [2]

Vzdušný kyslík působí v mnoha reakcích, zejména při změnách vazeb mezi řetězci, založených na disulfidické vazbě. Jde o vazby mezi volnými skupinami -SH, které jsou v aminokyselinách cysteinu a methioninu. Při oxidaci a při mechanickém vzájemném přiblížení těchto skupin ze dvou různých aminokyselin se vytváří disulfidická vazba -S-S. Jí se mohou dosti pevně spojit dva sousední bílkovinné řetězce nebo micely. Tyto vazby patří mezi nejpevnější, jaké se v lepkové bílkovině vyskytují, i když jejich počet není veliký. Vedle disulfidických vazeb mají velký význam příčné peptidické vazby mezi větvenými aminokyselinami, vodíkové vazby mezi sousedními řetězci, i další fyzikální síly. [14]

2.3 Kynutí

Suspenze získaná mísením hlavních surovin v mísícím stroji (v díži) se nechá zrát. Pod pojmem zrání se rozumí první období kynutí těsta v celku, tedy do jeho rozdělení na kusy. [10] Při zrání (kynutí) získává těsto své žádoucí reologické vlastnosti. [15]

Po dělení a vytvarování musí těsto určitý čas v pokoji kynout. Pšeničné těsto se obvykle nechá kynout na třikrát. První fáze je tzv. předkynutí, které zahrnuje čas od výstupu ztužených klonků z děličky před jejich formováním. Druhou fázi představuje mezikynutí – čas mezi tvorbou výrobků a konečným tvarováním (trvá 2 až 5 min). Poslední fáze dokynutí – zahrnuje časový úsek od tvarování do okamžiku sázení těstových kusů do pece. Celkový čas kynutí musí být minimálně 40 minut. [10]

Většina žádoucích změn vyplývajících z „optimálního“ vývoje těsta se vztahuje ke schopnosti udržet bublinky plynu (vzduchu) a umožnit zvětšení jednotného kusu těsta pod vlivem oxidu uhličitého z kvašení během kynutí a pečení. [11]

2.4 Pečení

Pečení je závěrečnou a z hlediska jakosti výrobků rozhodující etapou výrobního procesu. Jde o energeticky nejnáročnější proces v pekárně. [10] Při pečení se těsto prohřívá, odpařuje se nadbytek vlhkosti, přičemž se současně vytváří tvar, velikost, struktura, textura, chuť, vůně a barva výrobku s dostatečně dlouhou trvanlivostí. [8]

Pečení má několik fází. Na počátku probíhá tzv. zapékání při nejvyšší teplotě (jemné pečivo 200 – 240 °C). Po určité době se teplota postupně snižuje a závěrečná část, tzv. vypékání, probíhá při teplotách obvykle kolem 200 °C. [2]

Teplota má vliv na enzymové, mikrobiologické, chemické a koloidní procesy v pšeničném kvasu i těstě. [8]

2.4.1 Fyzikální přeměny

V těstě uloženém na plechu nastává v průběhu pečení migrace vlhkosti, vysušení povrchových vrstev a tvorba kůrky na povrchu těsta. Je velmi důležité, aby se tato kůrka tvořila pomalu, postupně. Plyny, které vznikají chemickou reakcí nebo biochemickým procesem uvnitř těsta vlivem zvyšující se teploty, zvětšují svůj objem, a tím zvětšují i objem pórů těsta. Plyny a páry, expandované teplem, pronikají výrobkem a zapříčiňují tlak ve všech směrech, čímž se napomáhá tvorbě struktury výrobku. Čím je teplota vyšší, tím je větší expanze plynů ve výrobku a rychleji se vytvářejí póry. [8]

Zvětšením objemu těsta, zapříčiněné tvorbou páry, je omnoho větší jak expanzí plynů (CO_2 nebo NH_3). Třeba si však uvědomit, že tyto se v peci vyvíjejí o hodně dřív jako pára z vody vyskytující se v těstě. Velmi velký a brzký únik plynů a par způsobuje porušení struktury korpusu. Dokud se struktura nestabilizovala, nesmí uniknout všechny potřebné plyny a páry, jinak se struktura nezachová. Čas pečení je ovlivňován jakostí těsta, způsobem pečení, teplotním režimem pece, hmotností, rozměry, tvarem výrobku. Dobře nakypřené (lehké) těsto se peče rychleji jako tuhé těsto. Hrubší korpusy těsta prodlužují dobu pečení. [8]

2.4.2 Koloidní, biochemické, fyzikálněchemické a chemické změny

Tyto změny, které nastávají během pečení, jsou velmi složité. Mimořádně důležitým změnám podléhají bílkoviny a škrob, které mají hlavní podíl při tvorbě struktury výrobku. Maximální bobtnání lepku je při teplotě přibližně 30 °C. Při teplotě asi 60 °C bílkoviny podléhají denaturaci. Škrob zvyšováním teploty ještě bobtná, čemu napomáhá i voda uvolněná denaturovanými bílkovinami, a to zvlášť intenzivně při teplotě 40 až 60 °C [8], [10]. Pšeničný škrob začíná mazovatět při teplotách 60 až 65 °C. [1] Se stoupající teplotou se aktivita enzymů zvyšuje do svého optima. Optimální teplota, při které enzymy působí s maximální aktivitou, závisí od složení prostředí a od dalších činitelů. Potom nastává

termická inaktivace enzymu. Všechny moučné enzymy se inaktivují dřív, jak se dosáhne teploty 100 °C (β-amylasa je inaktivována při 70 °C, α-amylasa až při teplotě 85 °C). [10]

Dehydratované a zkoagulované bílkoviny lepku a částečně zmazovatěný škrob vytvářejí pórovitou kostru na povrchu, kde se adsorbuje tuk ve formě tenkého filmu. Při teplotách vyšších jak 100 °C korpusy získávají příjemnou chuť, vůni a zbarvení v důsledku vícerých reakcí, např. Maillardovy reakce, karamelizace cukrů, termické dextrinace škrobu. Snížením obsahu vody se výrobek nakonec, lze říci, i „konzervuje“. Karamelizace se urychluje při teplotě 140 °C. [8], [10] Výjimkou je pyrolýza fruktózy, která se rozkládá už při teplotách nižších jak 100 °C. Při teplotě 110 až 120 °C začíná termická dextrinace škrobu, při teplotě 120 až 140 °C se tvoří tmavě zbarvené dextriny. Působení reakcí neenzymového hnědnutí se mění výživové, senzorické a hygienické hodnoty (vznik cizorodých látek). Produkty obou reakcí působí na zbarvení kůrky, podobně jako melanoidní látky, které vznikají termickou reakcí monosacharidů s produkty hydrolýzy bílkovin, především s aminokyselinami (Maillardova reakce). [10], [40], [41]

Ze změn výživových hodnot je z hlediska jakosti výrobku nepříznivé odbourání a pokles aminokyselin, čím se stávají pro výživu nevyužitelné. Z aminokyselin se takto snižuje obsah potřebné esenciální aminokyseliny lysinu. [8], [15] Negativním jevem však zůstává úbytek lysinu, který se reakcí s 2-furaldehydem, vznikající degradací pentos, zúčastňuje na tvorbě barevných látek. [40]

Streckerova degradace aminokyselin je nesmírně významnou reakcí, ke které dochází při termickém zpracování potravin. Hlavní produkty této reakce (Streckerovy aldehydy) jsou důležitými vonnými látkami řady potravin a četné další vonné a také chuťové látky vznikají následnými reakcemi těchto aldehydů a dalších produktů Streckerovy degradace, zejména α-aminokarbonylových sloučenin, amoniaku, aminů, dalších aminosloučenin a různých sirných sloučenin. Streckerova degradace aminokyselin však má také svou negativní stránku, tj. určité ztráty některých esenciálních aminokyselin (valinu, leucinu, isoleucinu, threoninu, methioninu, fenylalaninu aj.). [27]

2.4.3 Mikrobiologické změny

Při teplotě kvašených těst do 35 °C se urychluje životní činnost kvasinek a při teplotě do 40 °C životní činnost většiny kyselinotvorných bakterií. Potom nastává snižování tvorby plynů činností kvasinek a ostatní mikroflóry. Při teplotě 50 °C ([17] uvádí teplotu 55 °C)

kvasinky hynou a při teplotě asi 60 °C je životní činnost většiny mikroflóry těsta skončena. [1], [8], [10] Maximální produkce oxidu uhličitého je kolem 43 °C. [17]

2.5 Chladnutí

V našich pekárnách se výrobky nechávají volně chladnout na vozíkách. [2] Chlazení se obvykle provádí za pečlivě kontrolovaných podmínek, aby byla zajištěna správná teplota, vlhkost a čas. [5]

3 SENZORICKÉ HODNOCENÍ PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ

Senzorická analýza je vědecká disciplína vyvolávající, měřící, analyzující a interpretující reakce na ty vlastnosti a charakteristiky potravin či surovin, které jsou postřehnutelné lidskými smysly – chutí, čichem, zrakem, hmatem a sluchem, a to za podmínek, které zajišťují objektivní, spolehlivé a reprodukovatelné výsledky. [42], [43]

Senzorická charakteristika produktu je důležitá především pro konečného zákazníka, který v posledních letech klade důraz na jakost potravin. [2], [43] Také pravděpodobně proto v posledních 20 letech došlo k výraznému nárůstu aktivit v oblasti senzorického hodnocení. [44]

Charakter souboru posuzovatelů při senzorické analýze je pro dosažení jejího kvalitního výsledku stejně rozhodující, jako typ přístroje při instrumentální analýze, proto je třeba výběru posuzovatelů věnovat mimořádnou pozornost. [43] Při výběru posuzovatelů je také důležité dbát na jejich vyškolení a také na jejich zaujatost vůči posuzovaným výrobkům. [45]

Posuzovatelé by měli mít osvojeny správné návyky, a to [43]:

- Před hodnocením nekouřit, nejíst ostrá jídla, nepožívat alkoholické nápoje a v den hodnocení nepoužívat kosmetické prostředky.
- Při hodnocení se chovat tiše, soustředit se na práci a nerušit ostatní posuzovatele.
- Zachovávat přísnou objektivitu, odpoutat se od navyklých zálib a nechutí k některým pokrmům.
- Postupovat přesně podle instrukcí a postup neměnit.
- Dodržovat správné postupy hodnocení, zvláště čichání a ochutnáváním, požívat dostatečné množství vzorku a dodržovat přestávky.

Při senzorické analýze se dají hodnotit různé parametry. Definice parametrů dle ČSN ISO 11036 (1997) [46] a ISO 5492 (2009) [47] jsou uvedeny v tabulce 3, 4 a 5.

Tab. 3 Definice hodnocení mechanických texturních vlastností

Základní parametr	**Senzorická definice**
Textura (v ústech)	Všechny mechanické, geometrické, povrchové vlastnosti a vlastnosti těla výrobku vnímatelné prostřednictvím kinestetických a somestetických receptorů a (pokud je to nutné) zrakových a sluchových receptorů od prvního kousnutí až ke spolknutí.
Tvrdost	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle, potřebná k dosažení deformace nebo penetrace výrobkem. V ústech je vnímána stlačením výrobku mezi zuby (tuhé látky) nebo mezi jazykem a patrem (polotuhé látky).
Soudržnost	Mechanická texturní vlastnost vztahující se ke stupni, do něhož může být látka deformována, než se rozpadne.
Pružnost	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k rychlosti návratu stavu po deformujícím působení síly a k stupni, do něhož se deformovaný materiál vrací do původního stavu po zrušení deformující síly.
Přilnavost	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle potřebné k odstranění látky, která lne k ústům nebo podkladu.
Žvýkatelnost	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti a k časové délce nebo počtu žvýknutí potřebných k rozmělnění tuhého výrobku do stavu vhodného k polknutí.
Gumovitost	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti měkkého výrobku. V ústech se vztahuje na úsilí potřebné k rozmělnění výrobku do stavu vhodného k polknutí. (Dle [48] se gumovitost zjišťuje pomocí stlačení plátku vánočky mezi prsty)
Vlhkost	Mechanická texturní vlastnost vztahující se k vnímání vody absorbované nebo uvolněné z výrobku (nebo také vnímání obsahu vlhkosti v potravině taktilními receptory v ústech a také ve vztahu k mazivým vlastnostem výrobku).

Suchost	Texturní vlastnost popisující vnímání vlhkosti absorbované výrobkem.

Tab. 4 Definice hodnocení vlastností vnímaných chutí a čichem

Základní parametr	**Senzorická definice**
Chuť	Počitky vnímané chuťovým orgánem drážděným určitými rozpustnými látkami.
Základní chuť	Každá z rozlišovacích chutí: kyselá, hořká, slaná, sladká, umami (další chutě, které mohou být klasifikovány jako základní, jsou alkalická a kovová).
Kyselost	Základní chuť vyvolaná zředěnými vodnými roztoky většiny kyselých látek (např. kyseliny citronové, kyseliny vinné).
Hořkost	Základní chuť vyvolaná zředěnými roztoky různých látek jako je chinin nebo kofein.
Slanost	Základní chuť vyvolaná zředěnými roztoky různých látek jako je chlorid sodný.
Sladkost	Základní chuť vyvolaná zředěnými roztoky přírodních nebo umělých látek jako je sacharosa nebo aspartam.
Pocit v ústech	Společná zkušenost odvozená od vjemu v ústech, která se vztahuje k fyzikálním nebo chemickým vlastnostem podnětu (pozn. posuzovatelé rozlišují fyzikální vjem – např. hustotu a viskozitu jako texturní vlastnosti nebo chemický vjem – např. trpkost, chladivost jako vlastnosti chutě a vůně).
Zaplnění dutiny ústní	Parametr pocitu sloužící k zjištění, zda mezi vzorky existuje nebo neexistuje rozdíl v organoleptických vlastnostech nebo senzorické jakosti [43].
Pach	Látka, jejíž těkavé složky mohou nýt vnímány čichovým orgánem (včetně nervů).

Tab. 5 Definice hodnocení vlastností vnímaných zrakem a hmatem

Základní parametr	**Senzorická definice**
Vzhled	Všechny viditelné vlastnosti látky nebo předmětu.
Barva	Charakteristika výrobku vyvolávající barevný vjem.

4 REOLOGICKÉ VLASTNOSTI PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ

Reologie je nauka o pohybu, toku a deformacích kapalných i nekapalných, většinou vazkých látek s uvážením jejich specifických vlastností. [8], [16] Reologie sleduje např. změny pevnosti, pružnosti a plasticity těst v průběhu pekárenské výroby. [22], [39]

Spotřebitelé jsou často ovlivněni vzhledem kůrky a střídy pečiva při koupi výrobků. Lépe bývají spotřebiteli oceněny výrobky s jemnou strukturou. Proto je základním ukazatelem kvality pečiva kvalitní analýza. [31] Přijatelnost textury závisí na různých kulturních, společenských a ekonomických faktorech. [48]

V pekárenské technologii a v příbuzných technologiích, kde se pracuje s těsty, krémy, náplněmi, polevami apod., hrají významnou roli v utváření kvalitního produktu mechanické vlastnosti surovin a poloproduktů. Proto se v metodách hodnocení surovin, poloproduktů i produktů rozsáhle využívá metod a přístrojů založených na měření reologických vlastností. [2], [14]

Obecná reologie je jedním z odvětví fyziky a zabývá se fyzikálním a matematickým popisem chování látek za deformace jak při podmínkách dynamických (v průběhu deformování), tak statických (deformovaný stav se dále nemění vnějšími silami). Studuje vztahy mezi třemi veličinami: napětím, jemuž je materiál vystaven, konečnou velikostí deformace materiálu a časem, resp. kombinací posledních dvou, tj. rychlostí deformace (velikost deformace za čas). Reologické vlastnosti materiálu mají přímou souvislost s jeho zpracovatelskou a spotřebitelskou kvalitou. [14], [49]

Při působení vnějších sil dochází k různým deformacím látek. [49] Deformace může být v ideálních případech vratná – elastická, nebo nevratná – viskózní. Znamená to, že teoreticky předpokládáme existenci ideálně pružných nebo ideálně viskózních látek. Ve skutečnosti se mnoho látek ideálnímu chování jen přibližuje. Mnohem běžnější jsou případy, kdy se v látce projevují elastické a viskózní vlastnosti současně. Podle toho, jak jsou obě dvě tyto deformační složky zastoupené, odlišuje se jejich chování. [8]

4.1 Reologické vlastnosti pšeničných těst

Reologické vlastnosti těst jsou důležité, protože ovlivňují jak strojní zpracování těst, tak ovlivňují kvalitu konečných výrobků. [50] Pšeničné těsto patří k nelineárním

viskoelastickým polymerům (nenewtonovské kapaliny) a jeho reologické chování v určitém čase je funkcí konzistenčních proměnných (smykové napětí a gradientu rychlosti deformace), deformační historie a jeho biologického stavu. [8], [51]

Pšeničné těsto z hlediska reologie představuje velmi složitý typ látky. Má např. okamžitou elasticitu, opožděnou elasticitu, viskózní tečení a relaxace napětí. [8]

Účinkem každé síly aplikované na těsto nastávají změny jeho fyzikálněchemických vlastností, které odrážejí i strukturální a biochemické vlastnosti těsta. [8]

4.2 Lepivost

Lepivost je důležitou fyzikální a senzorickou vlastností potravin a má rozhodující vliv na preference spotřebitele. Nadměrná lepivost není pro potravinářský výrobek obvykle žádoucí z důvodu obtíží při manipulaci a nepříjemného perorálního zážitku. Vysoká lepivost vede také k poškození povrchu a ztráty kvality potravin při balení a přepravě. [52]

Termín lepivost by mohl znamenat jednak smyslovou/texturální funkci pro spotřebitele a jednak fyzikální nebo technické vlastnosti pro potravinářské inženýrství. Dříve byla lepivost jídla často považována za pocit síly při odstraňování materiálu, který drží v ústech (obvykle patra) během normálního stravovacího procesu nebo tendence potravin udržovat kontaktní plochy, a to zejména patra, zubů a jazyka při žvýkání. V druhém případě je lepivost jednoduše definována jako síla přilnavosti, kdy jsou dva povrchy v kontaktu nebo práce potřebná k oddělení kontaktu dvou subjektů. [52] Grausgruber a kol. říká, že různé důvody, jako je množství přidané vody, teplota, relaxační čas nebo tloušťka vrstvy těsta mohou mít vliv na měření lepivosti. [53]

Měření lepivosti těsta pomocí texturního analyzátoru TA.XT*plus* umožňuje spolehlivé určení lepivosti pšeničného těsta při dodržení podmínek stanovených pro měření. [53]

4.3 Tuhost

Tuhost je pro metodu měření texturním analyzátorem definována jako síla (v gramech, kilogramech nebo Newtonech) potřebná pro komprimaci vzorku přednastavenou vzdáleností. [54] Dvořák uvádí, že „Tuhost (tvrdost) je síla potřebná k dosažení deformace nebo penetrace výrobkem, neboli pík síly během prvního kompresního cyklu“. [55]

Tuhost pekárenských výrobků souvisí se stárnutím a tím s příjmem či úbytkem vlhkosti. [56]

4.4 Texturní analyzátor TA.XT*plus*

Vlastní analyzátor textury TA.XT*plus*, který pracuje s programem TA.XT, (SERVIS BioPro, s.r.o. Praha) je univerzální přístroj, který je schopen měřit texturu, kvantifikovat křehkost, tvrdost, přilnavost, tuhost, pružnost, pevnost atd. Tento typ analyzátoru může podle požadavků odběratele vyvinout maximální tlak 5 až 25 kg.

Analyzátory textury slouží k měření nejen textury potravin, ale i ke zjišťování materiálových vlastností, např. obalového materiálu. Rozsáhlou škálu aplikací je možné pokrýt díky široké nabídce výměnných sond a nástavců, které si uživatel objednává dle potřeby.

Obr. 6 Texturní analyzátor TA.XTplus [56]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo zjistit vliv definovaných aditivních látek na reologické a chemické vlastnosti pšeničného těsta, a dále pak na organoleptické a texturní vlastnosti pekárenských výrobků.

V rámci chemické analýzy bylo zjišťováno, jak jednotlivé procentuelní zastoupení aditivních látek ovlivňovalo obsah vody a aktivní pH v těstě

V rámci reologického měření byl sledován vliv těchto aditiv na texturní vlastnosti pšeničného těsta a posléze upečených vánoček. Za tímto účelem byly vybrány následující aditivní látky: Revolution cream a Revolution fruit.

Pro zjištění jejich vlivu na kvalitu bylo provedeno senzorické hodnocení pekárenských výrobků s použitím aditivních látek v různém procentním zastoupení.

Pro dosažení tohoto základního cíle jsou stanoveny následující úkoly:

- teoreticky popsat chemické složení pšeničné mouky a ostatních surovin
- připravit pšeničná těsta s použitím definovaných aditivních látek
- provést základní chemické rozbory: sušiny a pH
- provést měření reologických vlastností těst
- provést „pekařské pokusy“ s cílem ověřit kvalitu pekárenských výrobků vyrobených z těchto těst
- provést senzorickou analýzu vyrobených vzorků vánoček
- provést měření reologických vlastností vánoček

6 MATERIÁL A METODIKA

6.1 Charakteristika surovin a přístrojů

V rámci diplomové práce byla provedena reologická měření jednotlivých těst bez přídavku a s přídavky cukerných roztoků pomocí přístroje Texture analyser TA.XT*plus* (SERVIS BioPro, s.r.o. Praha). Dále byly provedeny senzorické a chemické analýzy dvou sérií vánoček. První sérii tvořila vánočka bez náhrady sacharosy (tzv. kontrola) a vánočky s náhradou sacharosy za 20 $g.kg^{-1}$, 30 $g.kg^{-1}$, 40 $g.kg^{-1}$ a 50 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku Revolution cream. Druhá série obsahovala opět vánočku pouze se sacharosou a vánočky s náhradou sacharosy za 20 $g.kg^{-1}$, 30 $g.kg^{-1}$, 40 $g.kg^{-1}$ a 50 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku Revolution fruit.

6.1.1 Charakteristika použitých surovin

Pro měření texturních vlastností a pečení byly použity tyto suroviny:

- **Mouka T512**

Parametry mouky, která byla použita pro přípravu těst pro laboratorní měření i pro pekařský pokus, jsou uvedeny v tabulce 6. K mouce byla dodaná i její alveografická křivka (Mlýny Kojetín, spol. s.r.o., Kojetín, ČR) (viz příloha PI).

Tab. 6 Parametry používané mouky

Mouka	**512**
Vlhkost	13,50 %
Popel	0,55 %
Lepek (obsah mokrého lepku v sušině)	34,1 %
Číslo FN (pádové číslo)	296 s
P (tlak potřebný k deformaci těsta)	71 mm H_2O
L (tažnost určená z průměrné vzdálenosti na ose x)	105 mm
W (deformační energie)	218 10E – 4J
P/L (konfigurační poměr alveografické křivky)	0,68
Ie (stupeň elasticity)	49,50 %

- **Sůl**

Tab. 7 Vakuová sůl jedlá nejodovaná

Specifikace	**Charakteristika**
Složení	NaCl, protispékavá přísada E535
Výrobce	Solivary Trade, s.r.o. Prešov, SR

- **Cukr**

Tab. 8 Považský cukr Sweet family

Specifikace	**Charakteristika**
Složení	sacharosa
Výrobce	Považský cukor a.s. Trenčianska Teplá, SR

- **Aditiva**

Cukerný roztok Revolution cream má stejné složení jako Revolution fruit, liší se poměry obsahujících látek. Přesná množství jsou výrobním tajemstvím.

Tab. 9 Cukerné roztoky Revolution cream a Revolution fruit

Specifikace	**Charakteristika**
Složení	invertní cukr, glukosový sirup, maltodextrin
Výrobce	Irea S.r.l. Gallarate, Italia

- **Droždí**

Tab. 10 Droždí Paniferm

Specifikace	**Charakteristika**
Složení	Pekárenské droždí - kvasinky Saccharomyces cerevisiae Hansens
Výrobce	Uniferm GmbH&Co.KG, Werne, Germany

- **Olej**

Tab. 11 Řepkový rafinovaný olej Forte

Specifikace	**Charakteristika**
Složení	Řepka olejka, kys. eruková max. 0,4 %
Výrobce	Master Martini CE spol. s.r.o. Praha 1, ČR

- **Vaječná melanž**

Tab. 12 Tekutá vaječná směs pasterizovaná

Specifikace	**Charakteristika**
Složení	směs žloutku a bílku ze slepičích vajec
Výrobce	Velkopavlovické drůbežářské závody, a.s. Velké Pavlovice

6.2 Experimentální výroba vánoček

6.2.1 Příprava těsta na záraz

Pro přípravu těsta byly použity tyto suroviny:

- mouka T 512 (1000 g)
- sůl (20 $g \cdot kg^{-1}$)
- sacharosa (viz tab. 13)
- aditivum Revolution cream a Revolution fruit (viz tab. 13)
- voda (490 $ml \cdot kg^{-1}$)

Do těsta pro přípravu vánoček byly dále přidány tyto suroviny:

- droždí (60 $g \cdot kg^{-1}$)
- olej (100 $g \cdot kg^{-1}$)
- vaječná melanž (10 $g \cdot kg^{-1}$)

Tab. 13 Množství sacharosy a aditiv ve vánočkách

Vzorek	Sacharosy + RC [g·kg^{-1}]		Sacharosa + RF [g·kg^{-1}]	
RC1/RF1 (20 g.kg^{-1})	120	0	120	0
RC2/RF2 (30 g.kg^{-1})	100	20	100	20
RC3/RF3 (40 g.kg^{-1})	90	30	90	30
RC4/RF4 (50 g.kg^{-1})	80	40	80	40
***Kontrola**	70	50	70	50

*Kontrola: vánočka obsahující pouze sacharosu

6.2.2 Hnětení

Všechny suroviny byly umíseny v mísiči (ALBA, spol. s. r. o. Hořovice, Česká republika) a byly míchány po dobu osmi minut na nejpomalejší stupeň otáčení hnětacího ramene. Teplota okolí byla 30 ± 1 °C.

6.2.3 Dělení a tvarování

Těsto bylo necháno po uhnětení předkynout 50 minut při teplotě 30 °C pod fólií, aby nedošlo k oschnutí povrchu těsta. Po odležení byly ručně upleteny vánočky ze šesti klonků o hmotnosti 92 g, tedy o celkové hmotnosti každé neupečené vánočky 552 g. Vánočky byly uloženy do vozíků s plechy, aby nedocházelo k další manipulaci s neupečeným těstem a nedocházelo tak k deformaci.

6.2.4 Kynutí

Vozíky s vánočkami byly ponechány v kynárně (Kornfeil, spol. s.r.o. Čejč, česká republika) kynout po dobu 30 minut při teplotě 35 – 40 °C a vlhkosti 60 %.

6.2.5 Pečení

Nakynuté vánočky byly pomašlovány vaječnou melanží a pečeny v plynové rotační peci (Rotomax, výrobce Kornfeil, spol. s.r.o. Čejč, Česká republika) s otevřeným tahem 27 minut v programu:

- 1. minuta 190 °C
- 5. minuta 165 °C
- 23. minuta 175 °C
- 26. minuta 190 °C.

6.3 Chemická analýza těst

Chemická analýza byla provedena ihned po vyrobení těst z mouky, soli, sacharosy, aditiv a vody. Pro stanovení změn vyvolaných částečnou náhradou sacharosy za cukerné roztoky byla vybrána metoda k zjištění obsahu vlhkosti (která byla přepočtena na obsah sušiny v těstě) a aktivní kyselosti těsta.

6.3.1 Stanovení sušiny

Chemickou analýzou byl stanoven obsah celkové vody ve vzorcích těst do konstantní hmotnosti dle České technické normy ČSN ISO 56 0116-3 (1995) [57]. Zjištěné hodnoty byly následně přepočteny na množství sušiny v těstě. Každý vzorek byl měřen čtyřikrát, při čemž bylo provedeno opakování měření čtyřikrát. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 14 jako průměrná hodnota ± směrodatná odchylka.

6.3.2 Stanovení aktivní kyselosti - pH

Aktivní kyselost byla stanovena pomocí vpichového pH metru (Gryf 209 S) s kombinovanou skleněnou elektrodou při teplotě 25 ± 1 °C. Každý vzorek byl měřen třikrát při čtyřnásobném opakování a výsledek byl uveden v tabulce 15 jako průměrná hodnota ± směrodatná odchylka.

6.4 Reologická analýza

Pro zjištění reologických vlastností těsta (maximální síly potřebné k deformaci, celkové deformační síly, minimální síly maximální lepivosti těsta a práci potřebnou k překonání přitažlivých sil mezi povrchem těsta a povrchem sondy) i pekárenských výrobků (maximální a celkové síly potřebné k deformaci) byl použit Texturní analyzátor TA.XT*plus* (SERVIS BioPro, s.r.o. Praha). Postup pro měření je popsán níže.

- **Texturní analyzátor TA.XT*plus***

Měření na přístroji TA.XT*plus* (SERVIS BioPro, s.r.o. Praha) je založeno na deformaci měřeného materiálu sondou popř. nástavcem instalovaným do pohyblivého ramene texturního analyzátoru, ve kterém je umístěn citlivý tenzometr. Na měřený materiál je působeno kompresní silou nebo tahem. Citlivý tenzometr snímá deformační síly, které obslužný program zaznamenává ve formě souvislé deformační křivky a ta slouží k dalším výpočtům. Standardně zjišťovanými fyzikálními veličinami jsou síla, dráha a čas, které umožňují objektivní hodnocení materiálu a tak doplňují senzorické hodnocení.

Měření těst

Vzorek těsta (cca 100 g) byl vložen do plastové misky a špachtlí bylo odstraněno přebytečné množství těsta tak, že bylo zarovnáno s okrajem misky. Vzorek těsta byl přikryt, aby nedocházelo ke ztrátě vlhkosti, a těsto bylo ponecháno „relaxovat“, z důvodu uvolnění napětí vzniklého při vkládání těsta do misky, v temperanční komoře. Po uplynutí doby relaxace (60 minut při 18±2 °C) byla miska s těstem vložena přímo pod válcovou sondu o průměru 36 mm. Pak byl ihned zahájen test.

Před započetím zkoušky byl sonda nakalibrována proti základně stroje a vrácena do nastavené vzdálenosti, např. 30 mm. (Je důležité začít všechny testy ze stejné vzdálenosti sondy nad základnou pro srovnatelnost.) Připravený vzorek byl umístěn pod čistou sondu. Při měření lepivosti je třeba dbát dokonale rovného povrchu vzorku, aby nedocházelo ke zkresleným hodnotám. Byla zahájena tlaková zkouška. Rychlost spouštění sondy byla 1,7 mm/s. Diagram síly deformace byl pořízen pro každý test. Všechna měření byla provedena čtyřikrát a výsledky byly prezentovány jako průměrné hodnoty ± směrodatná odchylka. Měření bylo opakováno čtyřikrát. Parametry nastavení texturního analyzátoru jsou uvedeny v tabulce 14.

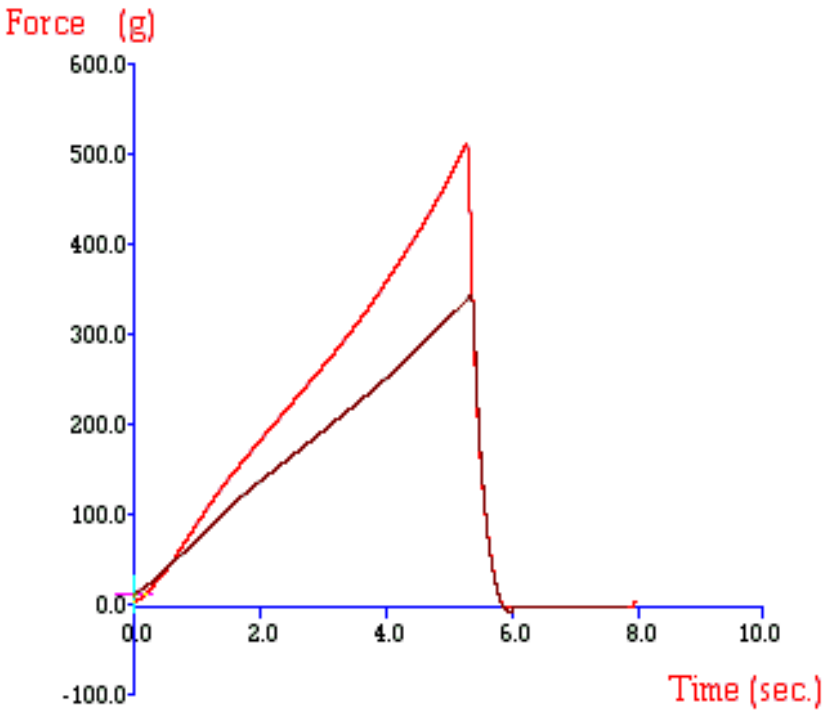
Tab. 14 Parametry nastavení texturního analyzátoru TA.XTplus

Parametr	**Hodnota**
Metoda	Měření sil v tlaku
Varianta	Návrat na start
Předběžná rychlost zkoušky	1,0 mm/s
Rychlost zkoušky	1,7 mm/s
Pozkoušková rychlost	10,0 mm/s
Deformace	40% (pro těsta), 25% (pro vánočky)
Typ spuštění	Auto – 5 g

Měření vánoček

Při měření tuhosti vánoček byl bochník nakrájen na plátky o tloušťce 25 mm. Plátek vánočky byl vložen centrálně pod sondu a zahájen test tuhosti pomocí válcové deformační sondy o průměru 36 mm. Z každého druhu vánočky bylo nařezáno sedm plátků pro měření a opakování bylo provedeno třikrát. Pro měření tuhosti třetí den po upečení byly vánočky ponechány v celku v uzavřeném mikrotenovém sáčku (aby nedocházelo ke ztrátám vlhkosti). Plátky pro měření byly krájeny těsně před měřením a měřeny dle výše uvedeného postupu.

Vyhodnocení získaných hodnot lze provést např. pomocí systému MACRO (obr. 7).



Obr. 7 Ukázka křivky vyhodnocené pomocí systému MACRO (tato křivka je typická pro čerstvý toastový chléb o tloušťce 25 mm) [54]

6.4.1 Statistické vyhodnocení reologického měření

Statistické vyhodnocení naměřených hodnot bylo provedeno pomocí statistického programu STATISTICA CZ, verze 9.1 [58]. Parametry empirických modelů byly počítány s použitím SYSTAT 8.0 pro Windows (SPSS Inc.). Diagramy byly zpracovány pomocí aplikace Microsoft Excel 7.0 (Microsoft Corporation).

6.5 Senzorická analýza vánoček

Byly posuzovány 2 série vzorků vánoček a posouzení bylo třikrát opakováno. Srovnán byl kontrolní vzorek (obsahující 120 g sacharosy) a vzorky s 20 $g.kg^{-1}$, 30 $g.kg^{-1}$, 40 $g.kg^{-1}$ a 50 $g.kg^{-1}$ cukerných roztoků přidaných do těsta na úkor sacharosy.

Senzorické hodnocení provedli studenti a pracovníci FT UTB Zlín a pracovníci pekárny Topek s.r.o., Topolná dle ČSN ISO 8586-1(2002) [59] na úrovni „vybraní posuzovatelé“. V každé sérii bylo předloženo 5 vzorků čerstvě upečených vánoček, vzorky byly

předkládány anonymně při pokojové teplotě (22 ± 2° C). Nejprve byl proveden pořadový preferenční test, ve kterém měli posuzovatelé seřadit vzorky od 1 - nejpreferovanějšího po 5 - nejméně preferovaný. Pořadová zkouška slouží k roztřídění výrobků, k jejich seřazení podle intenzity sledovaného senzorického znaku, podle preferencí spotřebitelů, nebo ke sledování vlivu určitého faktoru na organoleptické vlastnosti a senzorickou jakost výrobku. [60] Byly posuzovány senzorické charakteristiky, jako je chuť, změna chuti při žvýkání, sladkost, suchost, vláčnost, křehkost, gumovitost a pocit zaplnění dutiny ústní. Na závěr bylo provedeno celkové komplexní hodnocení (kvalita) předložených vzorků vánoček, jejichž hodnocení spočívalo v posuzování jednotlivých vzorků pomocí jakostní ordinální stupnice s přesnou charakteristikou každého stupně. Při hodnocení byly zohledněny všechny senzorické znaky.

Pro vyhodnocení pořadového testu preferencí byl použit Friedmanův test. Pro vyhodnocení jednotlivých senzorických znaků (chuti, změny chuti při žvýkání, sladkosti, suchosti, vláčnosti, křehkosti, gumovitosti a pocitu zaplnění dutiny ústní) byl použit Kruskal – Wallisův test. [60]

Vzor senzorického protokolu je uveden v příloze PII.

6.5.1 Statistické vyhodnocení senzorické analýzy

Výsledky senzorického hodnocení byly zpracovány statisticky v programu 61, verze 2.0 beta [61] a v programu STATISTICA CZ, verze 9.1 [58]. Všechny testy byly vyhodnoceny na hladině významnosti 5%.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Chemická analýza

7.1.1 Sušina těsta

Pro zjištění obsahu sušiny bylo připraveno po jednom vzorku těsta obsahující 20 g. kg^{-1}, 30 g. kg^{-1}, 40 g. kg^{-1} a 50 g. kg^{-1} aditiva Revolution cream a Revolution fruit a jeden vzorek těsta obsahující pouze sacharosu (kontrola). Z každého vzorku byly naměřeny čtyři hodnoty, opakování bylo provedeno čtyřikrát. Výsledný průměr obsahu vody ve vzorcích byl přepočten na množství sušiny ± směrodatná odchylka a uveden v tabulce 15.

Tab. 15 Sušina

Směsi cukrů	**Sušina [%]**	
	RC	**RF**
RC1/RF1 (20 g.kg^{-1})	57,37±0,04	57,76±0,10
RC2/RF2 (30 g.kg^{-1})	57,55±0,05	57,28±0,07
RC3/RF3 (40 g.kg^{-1})	57,22±0,05	57,45±0,02
RC4/RF4 (50 g.kg^{-1})	57,00±0,05	57,32±0,05
***Kontrola**	57,92±0,02	57,92±0,02

*Kontrola: vánočka obsahující pouze sacharosu

Z tabulky je zřejmé, že hodnota sušiny se s přídavkem sirupu Revolution cream (RC) a Revolution fruit (RF) nepatrně snižovala oproti kontrole obsahující pouze sacharosu. Rozdíly mezi jednotlivými vzorky obsahujícími aditivum Revolution cream stejně jako u vzorků s Revolution fruit jsou v hodnotách desetin. Při nejvyšší koncentraci (50 g sirupu RC na kg mouky) je rozdíl proti kontrole 0,92 %, což byl nejznatelnější rozdíl mezi zjištěnými sušinami těst. Mezi kontrolním vzorkem a vzorky s obsahem Revolution fruit (RF) jsou menší rozdíly (v hodnotách desetin) oproti Revolution cream (RC), což bylo pravděpodobně způsobeno rozdílným poměrem jednotlivých sacharidů v aditivech.

7.1.2 pH těsta

U každého vzorku těsta připraveného pro měření obsahu sušiny byla třikrát naměřena hodnota pH vpichovým pH-metrem (Gryf 209 S) a výsledek byl uveden jako průměr ± směrodatná odchylka. Opakování měření bylo provedeno čtyřikrát (viz tab. 16).

Tab. 16 pH těsta

Směsi cukrů	pH	
	RC	RF
RC1/RF1 (20 g.kg^{-1})	5,83±0,04	5,82±0,02
RC2/RF2 (30 g.kg^{-1})	5,81±0,02	5,81±0,02
RC3/RF3 (40 g.kg^{-1})	5,80±0,01	5,80±0,01
RC4/RF4 (50 g.kg^{-1})	5,81±0,02	5,80±0,02
***Kontrola**	5,79±0,02	5,79±0,02

*Kontrola: vánočka pouze se sacharosou

pH těsta se v závislosti na obsahu různých sladidel téměř nemění. Největší změnu způsobila náhrada sacharosy za 20 g.kg^{-1} cukerného roztoku Revolution cream, a to zvýšení pH o 0,04, a náhrada sacharosy za 20 g.kg^{-1} cukerného roztoku Revolution fruit (zvýšení pH o 0,03) oproti kontrolnímu vzorku. Při záměně sacharosy za 30 g.kg^{-1} roztoků (RC i RF) došlo ke stejnému zvýšení pH na hodnotu 5,81±0,02. Lze říct, že částečná náhrada sacharosy za vybraná aditiva, vzhledem k tak malým rozdílům, nemá vliv na hodnotu pH.

Rozdíly mezi aditivy navzájem jsou minimální pravděpodobně z důvodu velké podobnosti složení těchto aditiv.

7.2 Reologie

Výsledky reologického měření jsou rozděleny dle měřeného materiálu do podkapitol a uvedeny v tabulkách. Na texturním analyzátoru byly stanovovány parametry Tuhost F (maximální síla potřebná k dosažení deformace, neboli pík síly během kompresního cyklu), Tuhost A (celková síla potřebná k deformaci vzorku), Lepivost F (maximální lepivost těsta/moment, kdy se začne těsto odlepovat od sondy) a Lepivost A (práce potřebná

k překonání přitažlivých sil mezi povrchem těsta a povrchem sondy/celková práce nutná k vytažení měřící sondy ze vzorku vánočky).

7.2.1 Reologie těst

Na hladině významnosti 5 % se nepodařilo prokázat statisticky významné rozdíly mezi maximální ani celkovou silou potřebnou k deformaci vzorků (Tuhosti F, Tuhosti A) a v maximální lepivosti a práci potřebné k překonání přitažlivých sil mezi vzorky a sondou (Lepivost F, Lepivost A) těst, které obsahovaly: Kontrola – 120 g sacharosy na 1 kg mouky; RC 20 g – 100 g sacharosy a 20 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RC 30 g – 90 g sacharosy a 30 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RC 40 g – 80 g sacharosy a 40 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RC 50 g – 70 g sacharosy a 50 g cukerného roztoku na 1 kg mouky. Můžeme tedy říci, že dané vzorky mají stejnou tuhost (tvrdost) i lepivost (tabulka 17)

Tab. 17 Reologie těst: Kontrola a RC

	Kontrola	**RC 20 g.kg^{-1}**	**RC 30 g.kg^{-1}**	**RC 40 g.kg^{-1}**	**RC 50 g.kg^{-1}**
Tuhost F	9,09±1,27^{a}	9,52±0,91^{a}	9,10±0,76^{a}	9,43±1,45^{a}	9,50±1,89^{a}
Tuhost A	2,25±0,34^{a}	2,36±0,23^{a}	2,26±0,24^{a}	2,35±0,40^{a}	2,35±0,56^{a}
Lepivost F	(-)5,36±0,65^{a}	(-)5,13±0,72^{a}	(-)5,21±0,54^{a}	(-)4,85±0,92^{a}	(-)5,16±0,94^{a}
Lepivost A	(-)0,22±0,05^{a}	(-)0,18±0,05^{a}	(-)0,18±0,04^{a}	(-)0,17±0,06^{a}	(-)0,17±0,04^{a}

* a index udávající shodnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

S 95% pravděpodobností lze říci, že byl shledán rozdíl v celkové práci potřebné k vysunutí sondy ze vzorku mezi kontrolním vzorkem a vzorky s přídavky 30 - 50 g.kg^{-1} cukerného roztoku Revolution fruit. Můžeme tedy říci, že těsta s danými přídavky cukerného roztoku Revolution fruit mají menší lepivost než kontrolní vzorek.

Na hladině významnosti 5 % se nepodařilo prokázat statisticky významné rozdíly v dalších charakteristikách mezi sledovanými vzorky těst. Z hodnot v tabulce 18 tedy vyplývá, že všechny vzorky s danými přídavky cukerného roztoku se neliší ve zbývajících reologických charakteristikách jednak mezi sebou i oproti kontrolnímu vzorku. Indrani a kol. (2007) [50] uvádí, že s narůstajícím množstvím sacharosy se zvyšuje lepivost těst. Shodují se tedy

s výsledky uvedenými v tabulce 18, kde se se snižujícím množstvím sacharosy lepivost snižuje (RF 30 $g.kg^{-1}$ – RF 50 $g.kg^{-1}$).

Tab. 18 Reologie těst: Kontrola a RF

	Kontrola	**RF 20 g**	**RF 30 g**	**RF 40 g**	**RF 50 g**
Tuhost F	9,09±1,27[a]	9,85±1,33[a]	9,71±1,27[a]	9,83±1,26[a]	10,30±1,55[a]
Tuhost A	2,25±0,34[a]	2,42±0,29[a]	2,47±0,40[a]	2,50±0,27[a]	2,59±0,45[a]
Lepivost F	(-)5,36±0,65[a]	(-)5,54± 0,83[a]	(-)5,05±0,95[a]	(-)4,97±1,00[a]	(-)5,05±0,79[a]
Lepivost A	(-)0,22±0,05[a]	(-)0,20± 0,05[a,b]	(-)0,15±0,05[b]	(-)0,16±0,05[b]	(-)0,15±0,05[b]

* a, b index udávající shodnost/rozdílnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

Na hladině významnosti 5 % se nepodařilo prokázat statisticky významné rozdíly v maximální a celkové deformační síle (Tuhosti F, Tuhosti A) a v maximální lepivosti a práci potřebné k překonání přitažlivých sil mezi vzorky a plochou sondy (Lepivost F, Lepivost A) mezi těsty obsahujícími přídavky Revolution cream a těsty s přídavky Revolution fruit. Z tabulky 19 plyne, že daná aditiva neovlivnila u vánoček sledované charakteristiky.

Tab. 19 Reologie těst: RC a RF

	RC 20 g	**RF 20 g**	**RC 30 g**	**RF 30 g**	**RC 40 g**	**RF 40 g**	**RC 50 g**	**RF 50 g**
Tuhost F	9,52±0,91[a]	9,85±1,33[a]	9,10±0,76[a]	9,71±1,27[a]	9,43±1,45[a]	9,83±1,26[a]	9,50±1,89[a]	9,94±1,50[a]
Tuhost A	2,36±0,23[a]	2,42±0,29[a]	2,26±0,24[a]	2,47±0,40[a]	2,35±0,40[a]	2,50±0,27[a]	2,35±0,56[a]	2,52±0,44[a]
Lepivost F	(-)5,13±0,72[a]	(-)5,54±0,83[a]	(-)5,21±0,54[a]	(-)5,05±0,95[a]	(-)4,85±0,92[a]	(-)4,97±1,00[a]	(-)5,16±0,94[a]	(-)5,02±0,82[a]
Lepivost A	(-)0,18±0,05[a]	(-)0,20±0,05[a]	(-)0,18±0,04[a]	(-)0,15±0,05[a]	(-)0,17±0,06[a]	(-)0,16±0,05[a]	(-)0,17±0,04[a]	(-)0,15±0,05[a]

* a index udávající shodnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

7.2.2 Reologie vánoček

Tato kapitola je zaměřena na zhodnocení změn při použití stanovovaných aditiv na reologii finálních výrobků (upečených vánoček). Hodnoty byly zjišťovány tlakem sondy texturního analyzátoru na plátek vánočky o tloušťce 25 mm.

- **Výsledky reologického měření vánoček v den upečení**

Na hladině významnosti 5 % nebyly potvrzeny změny jak v celkové síle, tak v maximální síle potřebné k deformaci vánoček (obsahujících: Kontrola – 120 g sacharosy na 1 kg mouky; RC 20 g – 100 g sacharosy a 20 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RC 30 g – 90 g sacharosy a 30 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RC 40 g – 80 g sacharosy a 40 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RC 50 g – 70 g sacharosy a 50 g cukerného roztoku na 1 kg mouky) měřených v den upečení. Z výsledků vyplývá, že částečná náhrada sacharosy za cukerný roztok Revolution cream nemá vliv na tvrdost vánoček (tabulka 20).

Tab. 20 Reologie vánoček měřených v den upečení: Kontrola a RC

	Kontrola	**RC 20 g**	**RC 30 g**	**RC 40 g**	**RC 50 g**
Tuhost F	5,31±0,90[a]	5,15±0,50[a]	5,13±0,90[a]	5,55±0,80[a]	5,94±0,53[a]
Tuhost A	1,70±0,30[a]	1,69±0,18[a]	1,66±0,33[a]	1,79±0,22[a]	1,91±0,17[a]

* a index udávající shodnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

Na hladině významnosti 5 % se nepodařilo prokázat statisticky významné rozdíly v maximální a celkové deformační síle vánoček s přídavky Revolution fruit měřených v den upečení. Tyto vánočky obsahovaly: Kontrola – 120 g sacharosy na 1 kg mouky; RF 20 g – 100 g sacharosy a 20 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RF 30 g – 90 g sacharosy a 30 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RF 40 g – 80 g sacharosy a 40 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RF 50 g – 70 g sacharosy a 50 g cukerného roztoku na 1 kg mouky. Lze tedy říci, že v den upečení nejsou rozdíly v upečených vánočkách, které se lišily obsahy cukerných roztoků (0 – 50 $g.kg^{-1}$). Výsledky jsou uvedeny v tabulce 21.

Tab. 21 Reologie vánoček měřených v den upečení: Kontrola a RF

	Kontrola	**RF 20 g**	**RF 30 g**	**RF 40 g**	**RF 50 g**
Tuhost F	4,90±0,56[a]	5,09±0,58[a]	5,15±0,71[a]	5,17±0,54[a]	5,52±0,27[a]
Tuhost A	1,57±0,20[a]	1,66±0,18[a]	1,61±0,22[a]	1,68±0,16[a]	1,77±0,13[a]

* a index udávající shodnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

Na hladině významnosti 5 % nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v tuhosti dvou sérií čerstvě upečených vánoček, které se lišily v obsahu cukerných roztoků. I. série vánoček obsahovala RC 20 g – 100 g sacharosy a 20 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RC 30 g – 90 g sacharosy a 30 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RC 40 g – 80 g sacharosy a 40 g cukerného roztoku na 1 kg mouky a RC 50 g – 70 g sacharosy a 50 g cukerného roztoku na 1 kg mouky. II. série obsahovala RF 20 g – 100 g sacharosy a 20 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RF 30 g – 90 g sacharosy a 30 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RF 40 g – 80 g sacharosy a 40 g cukerného roztoku na 1 kg mouky; RF 50 g – 70 g sacharosy a 50 g cukerného roztoku na 1 kg mouky Z tabulky 22 tedy vyplývá, že mezi jednotlivými vzorky vánoček nejsou znatelné rozdíly v tuhosti.

Tab. 22 Reologie vánoček měřených v den upečení: RC a RF

	RC 20 g	**RF 20 g**	**RC 30 g**	**RF 30 g**	**RC 40 g**	**RF 40 g**	**RC 50 g**	**RF 50 g**
Tuhost F	5,15±0,50[a]	5,09±0,58[a]	5,13±0,90[a]	5,15±0,71[a]	5,55±0,80[a]	5,17±0,54[a]	5,94±0,53[a]	5,52±0,27[a]
Tuhost A	1,69±0,18[a]	1,66±0,18[a]	1,66±0,33[a]	1,61±0,22[a]	1,79±0,22[a]	1,68±0,16[a]	1,91±0,17[a]	1,77±0,13[a]

* a index udávající shodnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

- **Výsledky reologického měření třetí den po upečení**

Při měření vánoček 3. den po upečení nebyl na hladině významnosti 5 % shledán statisticky významný rozdíl v tuhosti mezi vánočkou obsahující 120 g sacharosy, 100 g sacharosy s 20 g cukerného roztoku Revolution cream, 90 g sacharosy s 30 g cukerného roztoku Revolution cream, 80 g sacharosy s 40 g cukerného roztoku Revolution cream a 70 g sacharosy s 50 g cukerného roztoku Revolution cream na 1 kg mouky. Můžeme tedy říci, že „klasická" vánočka obsahující jen sacharosu tvrdne stejnou měrou jako vánočky s přídavkem aditiva Revolution cream v množství 20 – 50 $g.kg^{-1}$. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 23.

Tab. 23 Reologie vánoček měřených 3. den po upečení: Kontrola a RC

	Kontrola	**RC 20 g**	**RC 30 g**	**RC 40 g**	**RC 50 g**
Tuhost F	22,98±1,60[a]	23,62±1,54[a]	23,29±0,93[a]	24,18±2,53[a]	24,38±1,66[a]
Tuhost A	8,29±0,76[a]	8,29±0,62[a]	8,56±0,43[a]	8,58±0,96[a]	8,77±0,92[a]

* a index udávající shodnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

S 95% spolehlivostí se podařilo prokázat rozdíly v maximální deformační síle u kontrolního vzorku, vzorky s přídavky 20 a 30 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku Revolution fruit oproti vzorkům s přídavky 40 a 50 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku Revolution fruit (tabulka 24).

Dále byl shledán statisticky významný rozdíl ve velikosti celkové síly potřebné k deformaci mezi kontrolním vzorkem, vzorky s přídavky 20 – 30 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku Revolution fruit oproti vzorku s největším přídavkem cukerného roztoku (50 $g.kg^{-1}$). Lze tedy říci, že čím je větší náhrada sacharosy za cukerný roztok, tím jsou dané vzorky tužší. Lze to pravděpodobně vysvětlit tím, že dojde ke zvýšení obsahu glukosy, která z roztoků rychle krystalizuje a tím snižuje počet vazeb, které by v těstech držely vlhkost. Naše výsledky jsou ve shodě se zjištěním Gallaghe a kol. (2003) [62], který tvrdí, že přídavek oligofruktosy snižuje tuhost vzorků.

Z toho vyplývá, že cukerný roztok Revolution fruit opravdu snížil množství fruktosy ve vánočkách a tím byly vzorky tužší.

Tab. 24 Reologie vánoček měřených 3. den po upečení: Kontrola a RF

	Kontrola	**RF 20 g**	**RF 30 g**	**RF 40 g**	**RF 50 g**
Tuhost F	22,11±0,85[a]	21,75±1,52[a]	22,23±1,03[a]	24,22±0,82[b]	25,99±1,36[b]
Tuhost A	7,98±0,45[a]	7,76±0,70[a]	8,25±0,70[a]	8,61±0,42[a,b]	9,31±0,60[b]

* a, b index udávající shodnost/rozdílnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

Na 5% hladině významnosti se naopak statisticky nepodařilo prokázat rozdíly v kombinacích vzorků vánoček obsahujících stejná množství přidaných cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit (tedy RC 20 g vs. RF 20 g; RC 30 g vs. RF 30 g; RC 40 g vs. RF 40 g; RC 50 g vs. RF 50 g) a v přídavcích definovaných množství aditiva Revolution cream navzájem (tabulka 25).

S pravděpodobností 95 % byl potvrzen statisticky významný rozdíl maximální síly působící na vánočku s 20 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit a 50 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit a dále také na vánočku s 30 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit a 50 $g.kg^{-1}$. Byl shledán statisticky významný rozdíl ($P \leq 0,05$) v celkové síle, která byla potřebná k deformaci vzorku s přídavkem 20 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit a 50 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit.

Tyto rozdíly byly pravděpodobně způsobeny zvýšením obsahu glukosy ve vánočce s 50 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit a tím ke snížení schopnosti vazby vody. Toto nelze bohužel potvrdit z důvodu neznalosti přesných obsahů cukrů v cukerných roztocích.

Tab. 25 Reologie vánoček měřených 3. den po upečení: RC a RF

	RC 20 g	**RF 20 g**	**RC 30 g**	**RF 30 g**	**RC 40 g**	**RF 40 g**	**RC 50 g**	**RF 50 g**
Tuhost F	$23,62 \pm 1,54^{a,b,c}$	$21,75 \pm 1,52^{a}$	$23,29 \pm 0,93^{a,b,c}$	$22,23 \pm 1,03^{a,b}$	$24,18 \pm 2,53^{a,b,c}$	$24,22 \pm 0,82^{a,b,c}$	$24,38 \pm 1,66^{a,b,c}$	$25,99 \pm 1,36^{c}$
Tuhost A	$8,29 \pm 0,62^{a,b}$	$7,76 \pm 0,70^{a}$	$8,56 \pm 0,43^{a,b}$	$8,25 \pm 0,70^{a,b}$	$8,58 \pm 0,96^{a,b}$	$8,61 \pm 0,42^{a,b}$	$8,77 \pm 0,92^{a,b}$	$9,31 \pm 0,60^{b}$

* a, b, c index udávající shodnost/rozdílnost jednotlivých vzorků z hlediska statistického vyhodnocení

7.3 Senzorické hodnocení

Pomocí senzorické analýzy byla zjišťována shoda/neshoda konvenčních výrobků vánoček a vánoček s částečně nahrazenou sacharosou za cukerné roztoky Revolution cream a Revolution fruit v definovaných množstvích.

V rámci této kapitoly bude pojednáno o výsledcích senzorického hodnocení I. a II. řady vánoček.

7.3.1 Hodnocení série vánoček s náhradou části sacharosy aditivem Revolution cream

Z výsledků pořadového testu preferencí, který byl sestaven tak, že preferovanější byl vzorek s nižším součtem pořadí, byly zjištěny tyto skutečnosti:

Nejvíce byl posuzovateli preferován vzorek s přídavkem 40 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (vzorek D) a dále vzorek s přídavkem 50 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (vzorek E). Dále následoval vzorek obsahující 30 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (vzorek C) a vzorek obsahující 20 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (vzorek B). Nejméně preferencí získal kontrolní vzorek A neobsahující cukerný roztok Revolution cream. Výsledek tedy ukazuje na možnost částečné náhrady sacharosy za cukerný roztok Revolution cream jako zlepšujícího přípravku organoleptických vlastností výrobků.

Na hladině významnosti 5 % nebyl shledán statisticky významný rozdíl ve sledovaných parametrech. Posuzovatelé tedy nebyli schopni rozpoznat rozdíly v chuti, sladkosti, suchosti, vláčnosti, křehkosti, gumovitosti, pocitu zaplnění dutiny ústní, změnu chuti při žvýkání a kvalitu u kontrolního vzorku A (bez přídavku aditiva), vzorku B s přídavkem 20 $g.kg^{-1}$, vzorku C s přídavkem 30 $g.kg^{-1}$, vzorku D přídavkem 40 $g.kg^{-1}$ a vzorku E s přídavkem 50 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku Revolution cream. Můžeme tedy říci, že posuzovatelé hodnotili dané vzorky jako totožné ve sledovaných parametrech (viz tabulka 26).

Tab. 26 Výsledky senzorické analýzy vánoček s přídavkem aditiva Revolution cream

**Organoleptické charakteristiky	*Medián vzorků				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
chuť	3^a	2^a	2^a	2^a	2^a
změna chuti při žvýkání	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
sladkost	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
suchost	3^a	3^a	3^a	4^a	4^a
vláčnost	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
křehkost	3^a	4^a	4^a	3^a	3^a
gumovitost	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
pocit zaplnění dutiny ústní	3^a	3^a	3^a	2^a	3^a
celkové hodnocení (kvalita)	3^a	2^a	2^a	2^a	2^a

***** medián – střední hodnota statistického souboru - hodnoty mající stejné písmeno v indexu v jednotlivých řádcích se nijak významně neliší ($P \geq 0{,}05$); každá skupina byla hodnocena zvlášť

****** Hedonická stupnice byla sestavena takto: Chuť: 1 velmi dobrá až 5 špatná; Změna chuti při žvýkání: 1 značně se zlepšuje až 5 značně se zhoršuje; Sladkost: 1 velmi výrazná až 5 nevýrazná; Suchost: 1 velmi suché až 5 velmi vlhké; Vláčnost: 1 velmi vysoká až 5 velmi malá; Křehkost: 1 velmi křehká až nepoddajná, houževnatá; Gumovitost: 1 velmi vysoká až 5 nepatrná; Pocit zaplnění ústní dutiny: 1 velmi dobrý až špatný; Celkové hodnocení (kvalita): 1 vynikající až 5 nevyhovující.

A kontrolní vzorek – bez přídavku aditiva

B vzorek vánoček s přídavkem 20 $g.kg^{-1}$

C vzorek vánoček s přídavkem 30 $g.kg^{-1}$

D vzorek vánoček s přídavkem 40 $g.kg^{-1}$

E vzorek vánoček s přídavkem 50 $g.kg^{-1}$

7.3.2 Hodnocení série vánoček s náhradou části sacharosy aditivem Revolution fruit

Pomocí použití pořadového preferenčního testu bylo zjištěno, že kontrolní vzorek (vzorek A) a vzorek obsahující 40 $g.kg^{-1}$ roztoku Revolution fruit (vzorek D) byly preferovány stejně, a to nejvíce. Dalším v pořadí byl vzorek s přídavkem 20 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit

(vzorek B), vzorek s 50 $g.kg^{-1}$ (vzorek E) a nenižší oblibu měl vzorek s přídavkem 30 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit (vzorek C). Z výsledku lze usuzovat, že obliba vánočky obsahující pouze sacharosu je stejná jako vánočky s přídavkem 40 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku Revolution fruit. Nelze s jistotou určit, zda jsou přídavky různých koncentrací vhodným zlepšujícím přípravkem organoleptických vlastností.

Na hladině významnosti 5 % nebyl shledán statisticky významný rozdíl ve sledovaných parametrech (tabulka 27). Posuzovatelé nebyli schopni rozpoznat rozdíly v chuti, sladkosti, suchosti, vláčnosti, křehkosti, gumovitosti, pocitu zaplnění dutiny ústní, změnu chuti při žvýkání a kvalitu u kontrolního vzorku A (bez přídavku aditiva), vzorku B s přídavkem 20 $g.kg^{-1}$, vzorku C s přídavkem 30 $g.kg^{-1}$, vzorku D přídavkem 40 $g.kg^{-1}$ a vzorku E s přídavkem 50 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku Revolution fruit. Lze tedy tvrdit, že posuzovatelé nepociťovali v daných senzorických charakteristikách rozdíly u vánoček.

Tab. 27 Výsledky senzorické analýzy vánoček s přídavkem aditiva Revolution fruit

**Organoleptické charakteristiky	*Medián vzorků				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
chuť	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
změna chuti při žvýkání	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
sladkost	3^a	3^a	3^a	4^a	4^a
suchost	4^a	4^a	3^a	3^a	3^a
vláčnost	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
křehkost	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
gumovitost	3^a	3^a	3^a	3^a	3^a
pocit zaplnění dutiny ústní	2^a	2^a	2^a	2^a	3^a
celkové hodnocení (kvalita)	2^a	2^a	2^a	3^a	3^a

* medián – střední hodnota statistického souboru - hodnoty mající stejné písmeno v indexu v jednotlivých řádcích se nijak významně neliší ($P \geq 0{,}05$); každá skupina byla hodnocena zvlášť

****** Hedonická stupnice byla sestavena takto: Chuť: 1 velmi dobrá až 5 špatná; Změna chuti při žvýkání: 1 značně se zlepšuje až 5 značně se zhoršuje; Sladkost: 1 velmi výrazná až 5 nevýrazná; Suchost: 1 velmi suché až 5 velmi vlhké; Vláčnost: 1 velmi vysoká až 5 velmi malá; Křehkost: 1 velmi křehká až nepoddajná, houževnatá; Gumovitost: 1 velmi vysoká až 5 nepatrná; Pocit zaplnění ústní dutiny: 1 velmi dobrý až špatný; Celkové hodnocení (kvalita): 1 vynikající až 5 nevyhovující.

A kontrolní vzorek – bez přídavku aditiva

B vzorek vánoček s přídavkem 20 $g.kg^{-1}$

C vzorek vánoček s přídavkem 30 $g.kg^{-1}$

D vzorek vánoček s přídavkem 40 $g.kg^{-1}$

E vzorek vánoček s přídavkem 50 $g.kg^{-1}$

EKONOMICKÁ STRÁNKA NÁHRADY SACHAROSY

Ceny surovin v době pečení pokusných vánoček jsou uvedeny v tabulce 28 a 29. Cena cukerného roztoku Revolution cream je totožná s cenou roztoku Revolution fruit.

Tab. 28 Ceny surovin uvedené v Kč/kg mouky nebo v Kč/ks vánočky

Surovina	**Cena v Kč/kg**	**Cena v Kč/ks**
Mouka	9,50	3,00
Sůl	3,00	0,02
Cukr	14,10	viz tab. 29
Cukerné roztoky	69,00	viz tab. 29
Voda	0,08	0,01
Droždí	19,00	0,36
Olej	23,30	0,74
Vaječná melanž	96,00	0,30

Tab. 29 Ceny cukru a cukerných roztoků přepočtené na +1 vánočku

	Cukr v Kč/ks	**Cukerné roztoky v Kč/ks**
Kontrola	0,53	0,00
RC/RF 20 g	0,45	0,44
RC/RF 30 g	0,40	0,65
RC/RF 40 g	0,36	0,87
RC/RF 50 g	0,31	1,09

Pro srovnání byly vypočteny ceny jednotlivých vánoček v závislosti na přídavku aditiv, aby bylo možné zhodnotit, zda je ekonomicky únosná částečná náhrada sacharosy za cukerné roztoky v množství 20 $g.kg^{-1}$, 30 $g.kg^{-1}$, 40 $g.kg^{-1}$ a 50 $g.kg^{-1}$. V ceně není zahrnuta energie a lidská práce při výrobě vánoček. Cena je vypočtena na jeden kus vánočky o hmotnosti 552 g v syrovém stavu.

Tab. 30 Cena jedné vánočky v Kč/1 vánočku

	Kontrola	**RC/RF 20 g**	**RC/RF 30 g**	**RC/RF 40 g**	**RC/RF 50 g**
Cena v Kč	4,96	5,32	5,48	5,66	5,83

Z tabulky 30 je zřejmé, že rozdíl mezi cenou kontrolního vzorku a vánočky s 50 $g.kg^{-1}$ cukerného roztoku je cca 1 Kč. Z ekonomického hlediska je tedy přídavek cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit přijatelný pro výrobce.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala studiem možnosti přídavku cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit, prozatím používaných jako zlepšující přípravek do mražených krémů.

Z výsledků získaných chemickými analýzami těst připravených z mouky, soli, vody a předem nadefinovaných množství sacharosy a cukerných roztoků vyplývá, že aktivní kyselost (pH) se s přídavkem cukerných roztoků oproti vzorkům obsahujícím pouze sacharosu nemění. Přídavky cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit nemají v použitých koncentracích (20 $g.kg^{-1}$, 30 $g.kg^{-1}$, 40 $g.kg^{-1}$ a 50 $g.kg^{-1}$) vliv na množství obsahu vody, tedy na obsah sušiny zkoumaných těst.

V těstech s částečnými náhradami sacharosy za cukerný roztok Revolution cream a kontrolními vzorky bez náhrady sacharosy nebyly zjištěny rozdíly ($P \leq 0,05$) v celkové a maximální síle potřebné k deformaci těst a také v maximální lepivosti těst a síle potřebné k překonání přitažlivých sil mezi povrchem těst a cylindrické sondy. Maximální a celková síla deformace a maximální lepivost těst se také statisticky nelišily za přídavků a bez přídavku cukerného roztoku Revolution fruit. S vyššími náhradami sacharosy za cukerný roztok Revolution fruit (30 – 50 $g.kg^{-1}$) se snížila síla potřebná k překonání sil mezi povrchem těst a sondy.

Celková a maximální deformační síla, působící na vánočky v den upečení, se za přídavku cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit nesnižovala ani nezvyšovala. Lze tedy říci, že dané roztoky neovlivnily první den upečení pevnost vánoček.

Třetí den po upečení se celková a maximální deformační síla také nesnižovala ani nezvyšovala za použití cukerného roztoku Revolution cream. Vyšší přídavky aditiva Revolution fruit (40 $g.kg^{-1}$ a 50 $g.kg^{-1}$) u vánoček zvýšily maximální deformační sílu (vzorky tedy rychleji stárly) oproti ostatním vzorkům. V rámci celkové síly potřebné k deformaci vzorku došlo také ke zvýšení u vánočky s přídavkem 50 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit oproti kontrole se sacharosou a vzorkům se dvěma nejnižšími dávkami cukerného roztoku Revolution fruit (20 $g.kg^{-1}$ a 30 $g.kg^{-1}$).

Tato studie prokázala, že částečná náhrada sacharosy za definovaná množství cukerných roztoků Revolution cream a Revolution fruit neměla vliv na zjišťované senzorické parametry (chuť, změna chuti při žvýkání, sladkost, suchost, vláčnost, křehkost,

gumovitost, pocit zaplnění dutiny ústní, kvalita). Vybraní posuzovatelé tedy nebyli schopni rozpoznat statisticky významné rozdíly mezi vzorky. Vánočky I. série byly v závislosti na postupném přídavku cukerného roztoku Revolution cream posuzovány jako preferovanější. Toto nelze tvrdit i o přídavcích cukerného roztoku Revolution fruit.

Bylo zjištěno, že by mohlo být možné částečně nahradit sacharosu za cukerný roztok Revolution cream jako přípravku pro zlepšení organoleptických vlastností. Tento cukerný roztok nezpůsobuje zlepšení ani zhoršení texturních vlastností pekárenských výrobků, avšak s narůstajícím množstvím ve výrobcích byl posuzovateli preferovanější. Cukerný roztok Revolution fruit způsobil rychlejší stárnutí vánoček, proto by v této fázi výzkumu nebyl doporučen jako zlepšující přípravek.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] OWENS, G. *Cereals processing technology*. Cambridge: Woodhead Publishing in Food Science and Technology, 2001, 238 s. ISBN 0-8493-1219-1.

[2] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., a kolektiv. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. 1. vyd. Ostrava: KEY Publishing, 2009, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.

[3] RYŠAVÝ, J. *Výroba škrobu, jeho produktů a celulosy*. Praha: Sfinx, 1925, 250 s.

[4] NETUŠIL, J., HOLAS, J., KŘIVÁNKOVÁ, E. *Technologie přípravy pokrmů 2 pro SHŠ*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 288 s. 14-383-88.

[5] *How bread is made* [online]. [cit. 2011-04-13]. Dostupný z WWW: <http://www.bakersfederation.org.uk/publications/Fs7%20-%20How%20bread%20is%20made.pdf>.

[6] Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 333/1997 Sb., v platném znění.

[7] BERÁNEK, J. *Slovník potravinářů a gastronomů*. 1. vyd. Praha: Grada mag colsunting s.r.o. 2005, 104 s. ISBN 80-86724-04-2.

[8] DODOK, L. *Chémia a technológia trvanlivého pečiva*. 1. vyd. Bratislava: ALFA, 1988, 298 s. 063 – 037 – 87.

[9] Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 76/2003 Sb., v platném znění.

[10] DRDÁK, M., STUDNICKÝ, J., MÓROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J. *Základy potravinárskych technológií*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 1996, 495 s. ISBN 80-967064-1-1.

[11] MOMČILOVÁ, P. *Pečeme z kynutého těsta*. Čestlice: Nakladatelství PM, 1997,58 s. ISBN 80-85936-07-0.

[12] ČSN 560512 – Zkoušení mlýnských výrobků ze pšenice a žita, 1973.

[13] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I – Cereální technologie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin.* 1. vyd. Praha: VŠCHT v Praze, 2003, 202 s. ISBN 80-7080-530-7.

[14] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. *Základy pekárenské technologie.* 1. vyd. Praha: Pekař a cukrář s.r.o., 2003, 363 s. ISBN 80-902922 1-6.

[15] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1.* 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.

[16] VALENTAS, K. J., ROTSTEIN, E., SINGH, R. P. *Handelbook of engineering practice.* 1. vyd. New York: CRC press LLC, 1997, 718 s. ISBN 0-8493-8694-2.

[17] CAUVAIN, S., YOUNG, L. *Baking problems solved.* Cambridge: Woodhead Publishing in Food Science and Technology, 2001, 304 s. ISBN 1-855573-564-4.

[18] SLUKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie.* [online]. [cit. 2011-04-10]. Dostupný z WWW: <http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant_TRP/dokumenty/06.pdf>.

[19] KARLSON, P. *Základy biochemie.* 3. vyd. Praha: Academia, 1981, 504 s. 104-21-852.

[20] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I.* 1. vyd. Zlín: UTB, 2007, 169 s. ISBN 978-80-7318-295-3.

[21] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., LAZÁRKOVÁ, Z., BUDÍNSKÝ, P. *Potravinářská biochemie IV*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2007, 105 s. ISBN 978-80-7318-623-4.

[22] PRUGAR, J., a kolektiv. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

[23] DAVÍDEK, J., HAJŠLOVÁ, J., POKORNÝ, J., VELÍŠEK, J. *Chemie potravin.* 2. vyd. Praha: VŠCHT v Praze, 1991, 142 s. ISBN 80-7080-097-6.

[24] ŠÍCHO, V., VODRÁŽKA, Z., KRÁLOVÁ, B. *Potravinářská biochemie.* 2. vyd. Praha: SNTL/ALFA, 1981, 360 s. 04-815-81.

[25] XIE, F., DOWELL, F. E., SUN, X. S. *Comparison of Near-Infrared Reflectance Spectroscopy and Texture Analyzer for Measuring Wheat Bread Changes in Storage.* [online]. [cit. 2011-04-06]. Dostupný z WWW: <http://www.aaccnet.org/cerealchemistry/freearticle/1202-06R.pdf>.

[26] HAMPL, B. *Cereální chemie a technologie 1, Skladování obilí a mlynářství*. 2. vyd. Praha: VŠCHT v Praze, 1988, 241 s.

[27] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin I.* 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, 602 s. ISBN 978-80-86659-15-2.

[28] *The vitality eating system.* [online]. [cit. 2011-04-14]. Dostupný z WWW: <http://www.bakersfederation.org.uk/publications/Vitality%20Eating%20System%20Summer%202007.pdf>.

[29] MATĚJOVSKÝ, K. *Přehled pekařství, Díl druhý – Technologie kvasů a těst.* 1. vyd. Praha: Práce, 1958, 147 s. 56/III – 12.

[30] MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mouky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988, 235 s. 04-824-88.

[31] HSING-I LIN, *Using Enzymes to Improve Frozen-Dough bread Quality*. [online]. [cit. 2011-04-07]. Dostupný z WWW: <http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/2097/554/1/Hsing-ILin2008.pdf>.

[32] GÖRNER, F., VALÍK, Ľ. *Aplikovaná biológia požívatín.* 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 2004, 528 s. ISBN 80-967064-9-7.

[33] TICHÁ, J. *Mikroorganismy a jiní škůdci v mlýnskopekárenském průmyslu a ochrana proti nim.* 1. vyd. Praha:SNTL, 1988, 151 s. 04-833-88.

[34] HAMPL, B., a kolektiv. *Obecná chemická technologie III, Přehled potravinářského a kvasného průmyslu.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1962, 454 s. 04-817-62.

[35] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin.* 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2006, 164 s. ISBN 80-7013-435-6.

[36] MIŠURCOVÁ L. *Základy biologie.* 1. vyd. Zlín: UTB, 2006, 160 s. ISBN 80-7318-434-6.

[37] VODRÁŽKA Z. *Biochemie 2.* 1. vyd. Praha: Academia, 1992, 136 s. ISBN 80-200-0441-6.

[38] ČAPEK M. *Výroba cukrovinek, trvanlivého pečiva, kakaa a čokolády*. 1. vyd. Praha: Průmyslové nakladatelství, 1951, 172 s.

[39] DOBRASZCZYK, B. J., MORGENSTERN, M. P. Rheology and the Breadmaking Process. *Journal of Cereal Science.* 2003, vol. 38, p. 229 – 245.

[40] AMEUR, L. A., TRYSTRAM, G., BIRLOUEZ-ARAGON, I. Accumulation of 5-hydroxymethyl-2-furfural in Cookies During the Backing Process: Validation of an Extraction Method. *Food Chemistry*. 2006, vol. 98, p. 790 – 796.

[41] REGA, B., GUERARD, A., DELARUE, J., MAIRE, M., GIAMPAOLI, P., Online Dynamic HS-SPME for Monitoring Endogenous Aroma Compounds Released During the Baking of a Model Cake. *Food Chemistry.* 2009, vol. 112, p. 9 – 17.

[42] BUŇKA F., HRABĚ J., VOSPĚL B., *Senzorická analýza potravin I*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2008, 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.

[43] POKORNÝ, J. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti.* 2. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 196 s. ISBN 80-85120-60-7.

[44] SIDEL, J. L., STONE, H. The Role of Sensory Evaluation in the Food Industry. *Food Quality and Preference*. 1993, vol. 4, p. 65 – 73.

[45] ARMSTRONG, G., McLIVEEN, H., McDOWELL, D., BLAIR, I. Sensory Analysis and Assessor Motivation: Can Computers Make a Difference? *Food Quality and Preference.* 1997, vol. 8, p. 1 – 7.

[46] ČSN ISO 11036 Senzorická analýza – Metodologie – Profil textury, 1997.

[47] ISO 5492 Senzorická analýza - Slovník, 2009.

[48] POKORNÝ J., STREJČEK F., KMÍNEK M., PALATOVÁ M., JASNÁ E., HOUŠKA M., PÁNEK J., HOLAS J. Effect of the Content on Textural Characteristics and Mechanical Properties of Flat Crisp Bread. *E 63 Potraviny*, Sborník VŠCHT Praha, Praha: VŠCHT v Praze, 1991, 160 s. ISBN 80-7080-137-9.

[49] KADLEC, P., a kolektiv. *Procesy potravinářských a biochemických výrob*. 1. vyd. Praha: VŠCHT v Praze, 2003, 308 s. ISBN 80-7080-527-7.

[50] INDRANI, D., VENKATESWARA RAO, G. Rheological Characteristics of Wheat Flour Dough as Influenced by Ingredients of Parotta. *Journal of Food Engineering*. 2007, vol. 79, p. 100 – 105.

[51] WEIPERT, D. *The Benefits of Basic Rheometry in Studying Dough Rheology*. [online]. [cit. 2011-04-06]. Dostupný z WWW: <http://www.aaccnet.org/cerealchemistry/backissues/1990/67_311.pdf>.

[52] CHEN, J., FENG, M., GONZALEZ, Y., PUGNALONI, L. A. Application of Probe Tensile Method for Quantitative Characterisation of the Stickiness of Fluid Foods. *Journal of Food Engineering*. 2008, vol. 87, p. 281 – 290.

[53] GRAUSGRUBER, H., HATZENBICHLER, E., RUCKENBAUER, P. Analysis of Repeated Stickiness Measures of Wheat Dough Using a Texture Analyzer. *Journal of Texture Studies*. 2003, vol. 34, p. 69 – 82.

[54] Manuál k texturnímu analyzátoru Texture analyser TA.XT*plus*.

[55] DVOŘÁK, J. *Vliv suroviny na konzistenci tavených sýrů.* [Diplomová práce]. Praha: VŠCHT, 2000, 97 s.

[56] Aname Instrumentación Científica, [online]. [cit. 2011-03-28]. Dostupný z WWW: <http://www.aname.es/modules/analisisdetextura_pana/>.

[57] ČSN ISO 56 0116-3 – Metody zkoušení pekařských výrobků – Stanovení obsahu vody, 1995.

[58] STATISTICA CZ [statistický program, CD-ROM], verze 9.1, výrobce Tulsa USA, Statsoft, Inc.

[59] ČSN ISO 8586-1 – Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů. Část 1: Vybraní posuzovatelé, 2002.

[60] HRABĚ, J., KŘÍŽ, O., BUŇKA, F. *Statistické metody v senzorické analýze potravin.* Vyškov: VVŠ PV Vyškov, 2001, 114 s. ISBN 80-7231-086-0.

[61] BUŇKA, F., KŘÍŽ, O., HRABĚ, J. *STATVYD* [statistický program, CD-ROM] Verze 2.0 beta. Zlín: UTB ve Zlíně, 2005

[62] GALLAGHER, E., O'BRIEN, C. M., SCANNELL, A. G. M., ARENDT, E. K. Evaluation of Sugar Replacers in Short Dough Biscuit Production. *Journal of Food Engineering.* 2003, vol. 56, p. 261 – 263.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FN Pádové číslo mouky.

Ie Stupeň elasticity.

K Kontrolní vzorek.

L Tažnost určená z průměrné vzdálenosti na ose x.

P Tlak potřebný k deformaci těsta.

P/L Konfigurační poměr alveografické křivky.

pH Aktivní kyselost.

RC Revolution cream.

RF Revolution fruit.

Sd Směrodatná odchylka.

W Deformační energie.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Znázornění změn škrobových zrn při mazovatění škrobu během jeho zahřívání [13] 18
Obr. 2 Představa struktury gliadinu [13] 23
Obr. 3 Schematické znázornění modelu propojení složek gluteninu [13] 23
Obr. 4 Vzorce monosacharidů [21] 28
Obr. 5 Přímý způsob vedení těsta (uvedené časy jsou pouze orientační) [2] 34
Obr. 6 Texturní analyzátor TA.XTplus [56] 46
Obr. 7 Ukázka křivky vyhodnocené pomocí systému MACRO (tato křivka je typická pro čerstvý toastový chléb o tloušťce 25 mm) [54] 57
Obr. 8 Alveografická křivka dodaná k mouce výrobcem mouky Mlýny Kojetín, spol. s.r.o. 88
Obr. 9 Ukázka měření na Texturním analyzátoru TA.XT*plus* 94
Obr. 10 Znázornění oblasti měření cylindrickou sondou (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 96 dpi) 94
Obr. 11 Vánočka se 120 $g.kg^{-1}$ sacharosy (w/h: 2675 x 1803 pxl, rozlišení: 72 dpi) 95
Obr. 12 Vánočka se 100 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 20 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (w/h: 2691 x 1745 pxl, rozlišení: 72 dpi) 95
Obr. 13 Vánočka s 90 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 30 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (w/h: 2758 x 1967 pxl, rozlišení: 72 dpi) 96
Obr. 14 Vánočka s 80 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 40 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi) 96
Obr. 15 Vánočka se 70 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 50 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi) 97
Obr. 16 Vánočka se 100 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 20 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi) 97
Obr. 17 Vánočka s 90 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 30 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi) 98
Obr. 18 Vánočka s 80 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 40 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi) 98
Obr. 19 Vánočka se 70 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 50 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi) 99

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Obsah vitaminů a minerálních látek v různých druzích pšeničné mouky [11] 25
Tab. 2 Sladivost některých sacharidů [23] 27
Tab. 3 Definice hodnocení mechanických texturních vlastností 41
Tab. 4 Definice hodnocení vlastností vnímaných chutí a čichem 42
Tab. 5 Definice hodnocení vlastností vnímaných zrakem a hmatem 43
Tab. 6 Parametry používané mouky 50
Tab. 7 Vakuová sůl jedlá nejodovaná 50
Tab. 8 Považský cukr Sweet family 50
Tab. 9 Cukerné roztoky Revolution cream a Revolution fruit 51
Tab. 10 Droždí Paniferm 51
Tab. 11 Řepkový rafinovaný olej Forte 51
Tab. 12 Tekutá vaječná směs pasterizovaná 52
Tab. 13 Množství sacharosy a aditiv ve vánočkách 53
Tab. 14 Parametry nastavení texturního analyzátoru TA.XTplus 56
Tab. 15 Sušina 59
Tab. 16 pH těsta 60
Tab. 17 Reologie těst: Kontrola a RC 61
Tab. 18 Reologie těst: Kontrola a RF 62
Tab. 19 Reologie těst: RC a RF 63
Tab. 20 Reologie vánoček měřených v den upečení: Kontrola a RC 64
Tab. 21 Reologie vánoček měřených v den upečení: Kontrola a RF 65
Tab. 22 Reologie vánoček měřených v den upečení: RC a RF 66
Tab. 23 Reologie vánoček měřených 3. den po upečení: Kontrola a RC 67
Tab. 24 Reologie vánoček měřených 3. den po upečení: Kontrola a RF 68
Tab. 25 Reologie vánoček měřených 3. den po upečení: RC a RF 69
Tab. 26 Výsledky senzorické analýzy vánoček s přídavkem aditiva Revolution cream 71
Tab. 27 Výsledky senzorické analýzy vánoček s přídavkem aditiva Revolution fruit 72
Tab. 28 Ceny surovin uvedené v Kč/kg mouky nebo v Kč/ks vánočky 74
Tab. 29 Ceny cukru a cukerných roztoků přepočtené na +1 vánočku 74
Tab. 30 Cena jedné vánočky v Kč/1 vánočku 75

SEZNAM PŘÍLOH

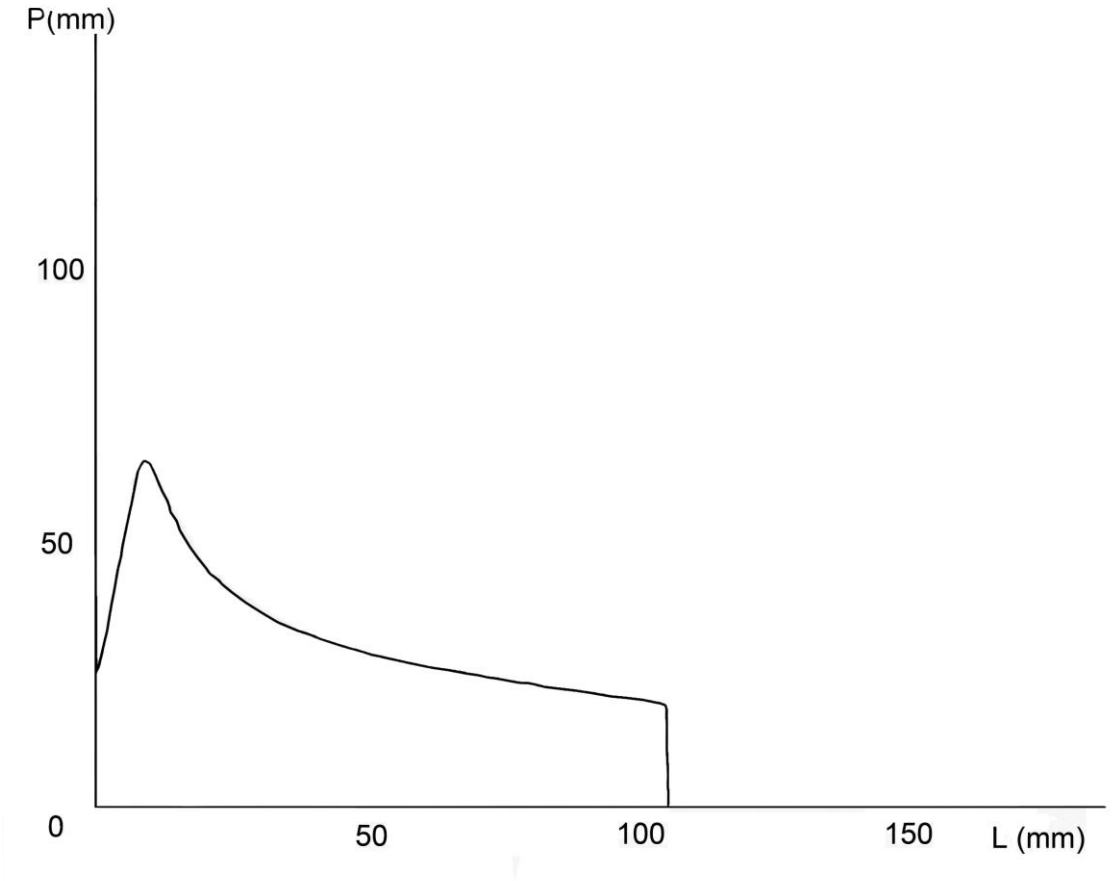
P1: Alveografická křivka mouky

P2: Protokol pro senzorické hodnocení vzorků vánoček

P3: Znázornění měření textury

P4: Fotografie upečených vánoček

PŘÍLOHA P I: ALVEOGRAFICKÁ KŘIVKA MOUKY



Obr. 8 Alveografická křivka dodaná k mouce výrobcem mouky Mlýny Kojetín, spol. s.r.o.

PŘÍLOHA P II: PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ VZORKŮ VÁNOČEK

SENZORICKÉ HODNOCENÍ VZORKŮ VÁNOČEK

Jméno: Datum:

U 5 předložených vzorků vánoček proveďte senzorické hodnocení

1. Seřaďte vzorky podle pořadového preferenčního testu.
   (1 – nepreferovanější; 5 – nejméně preferovaný)

Vzorek	A	B	C	D	E
Pořadí vzorku					

2. Proveďte senzorické hodnocení konzistence předložených vzorků vánoček.

a) chuť

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – velmi dobrá					
2 – dobrá					
3 – průměrná					
4 – ještě přijatelná					
5 – špatná					

b) změna chuti při žvýkaní

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – značně se zlepšuje					
2 – mírně se zlepšuje					
3 – nemění se					
4 – mírně se zhoršuje					
5 – značně se zhoršuje					

c) sladkost

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – velmi výrazná					
2 – dosti výrazná					
3 – průměrná					
4 – méně výrazná					
5 – nevýrazná					

d) suchost

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – velmi suché					
2 – suché					
3 – středně suché					
4 – vlhké					
5 – velmi vlhké					

e) vláčnost

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – velmi vysoká					
2 – vysoká					
3 – průměrná					
4 – malá					
5 – velmi malá					

f) křehkost

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – velmi křehké					
2 – dosti křehké					
3 – středně křehké					
4 – málo křehké					
5 – nepoddajné, houževnaté					

g) gumovitost

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – velmi vysoká					
2 – značná					
3 – střední					
4 – malá					
5 – nepatrná					

h) pocit zaplnění ústní dutiny

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – velmi dobrý					
2 – dobrý					
3 – průměrný					
4 – mírně horší					
5 – špatný					

3. Proveďte celkové (komplexní) hodnocení (kvalita) předložených vzorků vánoček. Při hodnocení zohledněte všechny senzorické znaky.
   K hodnocení použijte 5-ti bodovou kategorovou jakostní stupnici.

	vzorek				
	A	B	C	D	E
1 – vynikající					
2 – dobrá					
3 – průměrná					
4 – špatná					
5 – nevyhovující					

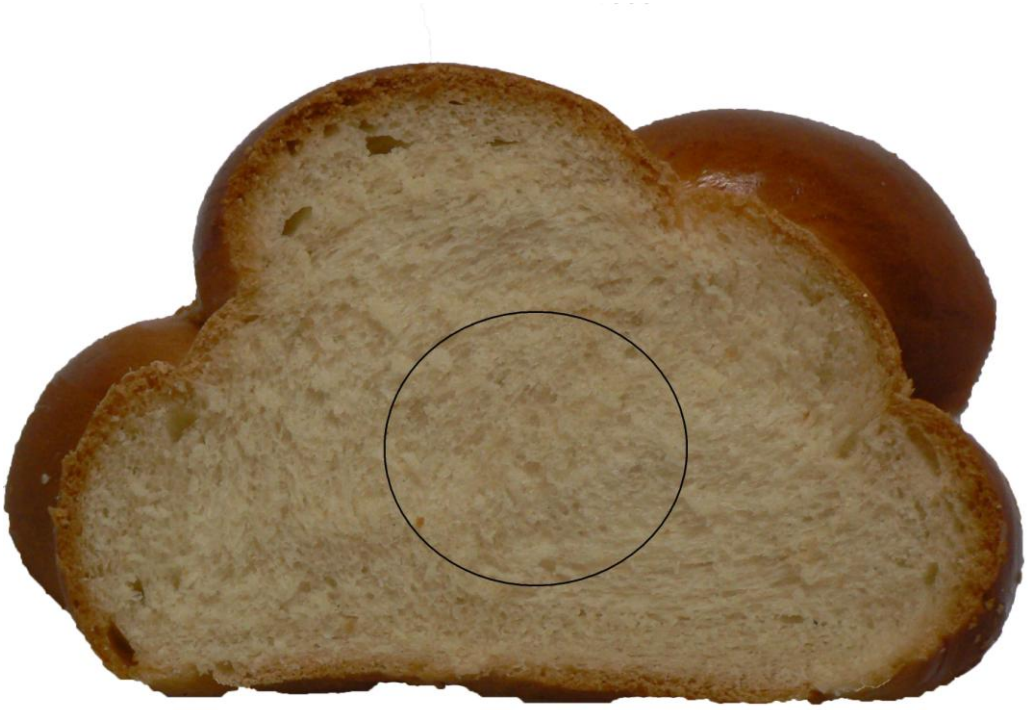
HODNOTITELSKÁ STUPNICE

- pro senzorické hodnocení vánoček

stupeň	Označení stupně	Definice stupně
1	Vynikající	Vánočka má chuť a vůni po použitých surovinách, bez cizích pachů a příchutí. Má dostatečně výraznou, jemnou a lahodnou chuť i vůni. Textura (konzistence) je vláčná.
2	Dobrá	Chuť a vůně je harmonická, čistá, bez cizích pachů a příchutí. Připouští se méně výrazná chuť. Textura je vláčná, měkká, homogenní.
3	Průměrná	Vánočka má průměrnou jakost. Vůně a chuť je prázdnější, málo výrazná a málo harmonická. Textura je mírně sušší nebo mazlavější.
4	Špatná	Chuť je neharmonická, kyselejší, sladší nebo s cizí příchutí. Textura je suchá nebo příliš mazlavá. Střídka je rozpadavá nebo nepropečená.
5	Nevyhovující	Výrobek je netypické chuti (např. příliš kyselý, přeslazený, s kvasničnou nebo cizí příchutí). Vůně je netypická, cizí, zatuchlá apod. Textura je suchá, rozpadavá nebo silně mazlavá. Vánočka je spíše gumovitá.

PŘÍLOHA P III: ZNÁZORNĚNÍ MĚŘENÍ TEXTURY

Obr. 9 Ukázka měření na Texturním analyzátoru TA.XT*plus*



Obr. 10 Znázornění oblasti měření cylindrickou sondou (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 96 dpi)

PŘÍLOHA PIV: FOTOGRAFIE UPEČENÝCH VÁNOČEK

Obr. 11 Vánočka se 120 $g.kg^{-1}$ sacharosy (w/h: 2675 x 1803 pxl, rozlišení: 72 dpi)

Obr. 12 Vánočka se 100 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 20 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (w/h: 2691 x 1745 pxl, rozlišení: 72 dpi)

Obr. 13 Vánočka s 90 g.kg^{-1} sacharosy a 30 g.kg^{-1} Revolution cream (w/h: 2758 x 1967 pxl, rozlišení: 72 dpi)

Obr. 14 Vánočka s 80 g.kg^{-1} sacharosy a 40 g.kg^{-1} Revolution cream (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi)

Obr. 15 Vánočka se 70 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 50 $g.kg^{-1}$ Revolution cream (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi)

Obr. 16 Vánočka se 100 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 20 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi)

Obr. 17 Vánočka s 90 g.kg^{-1} sacharosy a 30 g.kg^{-1} Revolution fruit (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi)

Obr. 18 Vánočka s 80 g.kg^{-1} sacharosy a 40 g.kg^{-1} Revolution fruit (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi)

Obr. 19 Vánočka se 70 $g.kg^{-1}$ sacharosy a 50 $g.kg^{-1}$ Revolution fruit (w/h: 2816 x 2112 pxl, rozlišení: 72 dpi)