

Vliv definovaných přídatných látek na pekárenské vlastnosti pšeničného těsta

Pavλίna Pečivová

Diplomová práce
2006

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství a chemie
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavčina PEČIVOVÁ**
Studijní program: **M 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a hygiena výživy**

Téma práce: **Vliv definovaných přídatných látek na pekárenské vlastnosti pšeničného těsta.**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerži na téma "Faktory ovlivňující pekárenské vlastnosti pšeničné mouky a těsta".
2. Popište vlastnosti definovaných přídatných látek použitých pro experiment.
3. Provedte technologické provozní výroby s použitím definovaných přídatných látek.
4. Provedte vyhodnocení jakostních ukazatelů (viskosoelastické vlastnosti, senzorické hodnoty a j.) u vyrobeného těsta a finálních výrobků.
5. Na závěr práce a v diskusi provedte srovnání jakostních ukazatelů u výrobků s přídavkem definovaných přídatných látek a bez přídavku.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.**
Ústav potravinářského inženýrství a chemie

Datum zadání diplomové práce: **10. října 2005**

Termín odevzdání diplomové práce: **31. května 2006**

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce popisuje nejprve krátce význam obilovin ve výživě, jejich chemické složení a také rozdělení mouk. Dále jsou zde podrobněji popsány emulgátory (jejich charakteristické znaky a účinky), monoacylglyceroly (jejich využití v praxi a účinek na pečivo). Je zde také podrobněji popsána problematika reologie těsta (faktory, které ji ovlivňují; vliv mechanických procesů). Praktická část se zabývá vlivem jednotlivých monoacylglycerolů C 12, C 18 a Ireks Enzyma na těsto pomocí měřících přístrojů Bohlin Gemini, kde nejlepší vlastnosti vykazalo těsto s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma; dále pomocí Alveokonvizistografu, kde nejlépe bylo hodnoceno těsto s přidavkem monoacylglycerolu C 12. Dále byl posuzován vliv jednotlivých monoacylglycerolů na pekárenské výrobky (vánočky, toastové chleby, rohlíky). Jako nejlepší byly hodnoceny pekárenské výrobky s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma. V rámci chemické analýzy vánoček bylo zjištěno, že přidavek jednotlivých monoacylglycerolů ovlivňuje pozitivně vlhkost pekárenských výrobků. Největší vliv měl přidavek monoacylglycerolu C 18.

Klíčová slova: přídatné látky, mouka, cereálie, reologie těsta, emulgátory, monoacylglyceroly, senzorická analýza.

ABSTRACT

This work first short describes a meaning of cereals in nutrition, their chemical composition and kinds of flour. There are described emulsifiers (their characteristics and effects), monoacylglycerols (their use in practice and effect on pastry). There is described a problems of rheology of dough (factors that influence the rheology of dough; effect of mechanical processes). The experimental part deals with effect of individual monoacylglycerols (C 12, C 18 and Ireks Enzyma) on dough by means of the measuring instruments Bohlin Gemini. The best properties have the dough with addition of monoacylglycerol Ireks Enzyma. There is carried out also experiments with the Alveokonvizistograf. According to this instrument, the best was valued the dough with addition of monoacylglycerol C 12. Then was described the effect of individual monoacylglycerols on baking products (twists, toast breads, rolls). The best were products with addition of monoacylglycerol Ireks Enzyma. The addition of individual

monoacylglycerols affects positively the water content of baking products (the addition of monoacylglycerol C 18 was the best).

Keywords: aditives, flour, cereals, rheology of dough, emulsifiers, monoacylglycerols, sensory analysis.

Na tomto místě bych chtěla vyjádřit poděkování svému vedoucímu diplomové práce panu Doc. Ing. Janu Hraběti, Ph.D. za poskytnutí cenných rad a připomínek týkajících se zpracovávaného tématu. Dále pak chci poděkovat panu Ing. Františku Buňkovi, Ph.D., který mi pomáhal se statistickým vyhodnocováním. Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Martě Severové za pomoc při laboratorních výzkumech a při experimentální výrobě pekárenských výrobků. Mé poděkování taky patří panu Doc. Dr. Ing. Vladimíru Pavlínkovi za pomoc a projevenou ochotu při měření a vyhodnocování reologických vlastností těsta. Také bych chtěla poděkovat zaměstnancům firmy Ireks Enzyma v Brně za praktickou pomoc při experimentální výrobě pekárenských výrobků a za odborné rady. Mé poděkování patří taky zaměstnancům uvedené firmy za pomoc při měření reologických vlastností těsta.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího diplomové práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uvedena jako spoluautorka.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve Zlíně, 26.05.2006

podpis diplomanta

.....

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VÝZNAM OBILOVIN VE VÝŽIVĚ	11
2 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH OBILOVIN	13
2.1 CHLEBOVÉ OBILOVINY	13
2.1.1 Pšenice.....	13
2.1.2 Žito	15
3 VLASTNOSTI PŠENIČNÉ A ŽITNÉ MOUKY	16
4 SUROVINY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ PŠENIČNÉHO TĚSTA	17
4.1 HODNOCENÍ KVALITY PŠENIČNÉ MOUKY PRO PEKAŘSKÉ ÚČELY.....	17
4.2 CHEMICKÉ SLOŽKY PŠENICE A PŠENIČNÝCH MOUK.....	20
4.2.1 Moučné sacharidy a škroby.....	20
4.2.1.1 Škrobová zrna v mouce a v hotovém výrobku	22
4.2.2 Moučné bílkoviny	23
4.2.2.1 Vlastnosti pšeničných bílkovin.....	25
4.2.3 Lepek.....	27
4.2.4 Mokrý lepek	28
4.2.5 Chemické složení lepku a jeho struktura	29
4.3 ZLEPŠUJÍCÍ PŘÍPRAVKY.....	30
4.3.1 Dělení zlepšujících přípravků podle účelu.....	30
4.4 OKYSELUJÍCÍ PŘÍPRAVKY	32
5 EMULGÁTORY	33
5.1 CHARAKTERISTICKÉ ZNAKY JEDNOTLIVÝCH TYPŮ EMULGÁTORŮ	35
5.2 ÚČINKY EMULGÁTORŮ A JEJICH VZÁJEMNÁ INTERAKCE.....	36
6 MONOACYLGLYCEROLY	37
6.1 VYUŽITÍ MONOACYLGLYCEROLŮ V PRAXI.....	39
6.2 MONOACYLGLYCEROLY PŘIDÁVANÉ DO PEČIVA	40
7 CHARAKTERISTIKA REOLOGIE	41
7.1 REOLOGICKÉ CHOVÁNÍ TĚST	43
7.1.1 Fyzikální podstata tvorby těsta	43
7.1.2 Faktory ovlivňující reologii těsta	45
7.1.3 Vliv mechanických procesů na reologii těsta	47
2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	50
II PRAKTICKÁ ČÁST	51
8 METODIKA PRÁCE	52
8.1 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH SUROVIN A PŘÍSTROJŮ.....	52
8.1.1 Charakteristika použitých surovin	52

8.1.2	Charakteristika použitých přístrojů a metod (analýz).....	54
8.2	METODIKA MĚŘENÍ NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍSTROJÍCH.....	60
8.2.1	Metodika měření na Alveokonzistografu.....	60
8.2.2	Metodika měření na rotačním viskozimetru Bohlin Gemini.....	62
8.2.3	Metodika měření na penetrometru	64
8.3	EXPERIMENTÁLNÍ VÝROBA PEČIVA	65
8.3.1	Výroba vánoček	65
8.3.2	Výroba toastových chlebů a rohlíků	67
8.4	SEZNAM PROVEDENÝCH ANALÝZ	69
8.4.1	Senzorická analýza.....	69
8.4.2	Chemické analýzy	71
8.4.2.1	Stanovení vlhkosti sušiny u vánočky rozhodčí metodou.....	71
9	VÝSLEDKY A DISKUSE	72
9.1	VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH METOD (ANALÝZ).....	72
9.1.1	Výsledky měření viskoelastických vlastností	72
9.1.2	Výsledky měření na Alveokonzistografu.....	75
9.1.3	Výsledky měření penetrace střídy toastových chlebů.....	79
9.2	VÝSLEDKY SENZORICKÝCH ANALÝZ	80
9.2.1	Výsledky první řady hodnocení vánoček po výrobě.....	80
9.2.2	Výsledky druhé řady hodnocení vánoček po výrobě	82
9.2.3	Výsledky druhé řady vánoček hodnocených 3. den po výrobě.....	84
9.2.4	Výsledky první řady hodnocení těst a hotových výrobků u toastových chlebů	85
9.2.5	Výsledky hodnocení rohlíků 2. den po upečení	87
9.2.6	Výsledky hodnocení toastových chlebů 5. den po upečení	88
9.3	VÝSLEDKY CHEMICKÉ ANALÝZY	89
9.3.1	Chemická analýza vánočky	89
	ZÁVĚR.....	91
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	93
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	99
	SEZNAM OBRÁZKŮ	101
	SEZNAM TABULEK.....	102
	SEZNAM PŘÍLOH.....	103

ÚVOD

Tato práce byla zaměřena na sledování vlivu přídavku jednotlivých druhů monoacylglycerolů na těsto a na jednotlivé druhy pečiva (vánočky, toastové chleby, rohlíky). U jednotlivých druhů těst bez a s přídavky jednotlivých druhů monoacylglycerolů byly za pomoci měřicího přístroje rotačního viskozimetru Bohlin Gemini na UTB FT ve Zlíně a na Alveokonzistografu ve firmě Ireks Enzyma zkoumány vlivy jednotlivých druhů monoacylglycerolů na reologii těsta. U daných druhů pečiva byly zkoumány změny chemické, senzorické a u těsta změny v reologii. Všechny vzorky vánoček byly vyrobeny na UTB FT ve Zlíně a vzorky toastových chlebů a rohlíků byly vyrobeny ve firmě Ireks Enzyma v Brně.

Z výsledků *chemických analýz* vyplynulo, že přídavek monoacylglycerolu se pozitivně projevil v texturních vlastnostech především u vánočkového pečiva. Největší vliv na texturní vlastnosti měl jednoznačně jak po prvním tak po druhém měření přídavek 1-monostearyl glycerol (MAG-C_{18:0}) (0,1%hm.).

Ze *senzorického hodnocení* provedeného u sortimentu vánočkové pečivo, toastové chleby a rohlíčích vyplynulo, že přídavek monoacylglycerolu Ireks Enzyma a 1-monolaurylglycerol (MAG-C_{12:0}) mají nejlepší vliv na dané pekárenské výrobky, jmenovitě na texturní vlastnosti, což se odrazilo v delší čerstvosti (pomalejšímu stárnutí, vysychání) pekárenských výrobků.

V rámci *reologického měření* byl také prokázán pozitivní vliv přídavku emulgátoru Ireks Enzyma a 1-monolaurylglycerol (MAG-C_{12:0}), kdy u měření na rotačním viskozimetru se přídavek monoacylglycerolu Ireks Enzyma projevil v tuhosti těsta a 1-monolaurylglycerol (MAG-C_{12:0}) při měření na alveokonzistografu v největší stabilitě a v pomalejším změknutí.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝZNAM OBILOVIN VE VÝŽIVĚ

Obiloviny jsou nejstarší kulturní rostliny, provázející lidskou společnost prakticky po celou dobu jejího historického vývoje a tvořící bezesporu základ stravy obyvatel všech kontinentů. Co do masovosti spotřeby mají obiloviny výsadní postavení, neboť v důsledku nízkého obsahu vody jsou to produkty údržné, dobře skladovatelné, nepodléhají tolik výkyvům na trhu a jako potravina jsou relativně levné.

Využití obilovin se realizuje ve třech hlavních oblastech:

- výživa lidské populace,
- krmivo pro hospodářská zvířata,
- uplatnění jako technická plodina, výroba škrobu a lihu, dnes i jako plodina energetická.

Z nutričního pohledu jsou obiloviny v potravě dodavatelem hlavních živin a energie, což tvoří sacharidy, bílkoviny i menší část tuků, dále jsou to biologicky hodnotné složky jako minerální látky (popeloviny) a vitamíny. Kromě toho jsou obiloviny významným zdrojem látek balastního charakteru, jako je vláknina, rezistentní škrob a další složky dietetického významu, příp. s příznivým vlivem na některé fyziologické funkce trávicí soustavy, s ochranným působením vůči kardiovaskulárním onemocněním, s prevencí nádorového onemocnění i s dalšími pozitivními vlastnostmi. Cereální výrobky řadíme do skupiny funkčních potravin, jež vedle vlákniny mají i zvýšený obsah tzv. fytochemikálií (polyfenoly, tokoferoly, lignany, flavonoidy, karotenoidy aj.), jež mají především preventivní účinek vůči některým onemocněním.

Obiloviny konzumujeme převážně v podobě pekařských výrobků, menší podíl připadá na těstoviny a trvanlivé pečivo. Hlavní surovinou je pšeničná mouka, obsahující především škrob a bílkoviny z endospermu zrna. Další nutriční složky – popeloviny, vitamíny a také látky balastního charakteru jsou obsaženy převážně v obalových vrstvách zrna a v klíčku, který se při mletí odděluje. Pohled na látkovou skladbu hlavních složek zrna přináší uvedená (Tab.1).

Tab. 1. Rozdělení látkového složení v jednotlivých částech zrna v % suš. (Pomeranz, 1971)

Složka	Popel	Bílkoviny	Tuky	Celk. vláknina	Pentozany	Škrob
oplodí+osemení	3,4	6,9	0,8	50,9	46,6	-
aleuronová vrstva	10,9	31,7	9,1	11,9	28,3	-
klíček	5,8	34,0	27,6	2,4	-	-
endosperm	0,6	12,6	1,6	0,6	3,3	80,4

Obilniny konzumujeme převážně ve formě pekařských výrobků, vyrobených z mouky, zpravidla zbavené klíčku a většiny obalových vrstev. Čím je mouka méně vymletá, tedy světlá, je podíl vlákniny a dalších funkčních složek nízký. Poněkud příznivější obraz poskytuje běžný konzumní chléb, vyrobený z chlebové mouky pšeničné a žitné, což jsou mouky výše vymleté s popelem kolem 1,0 %. Můžeme v této souvislosti hovořit o určitém střetu výživářů a výrobců, kteří ve snaze po sensoricky atraktivním výrobku upřednostňují světlejší mouky, což je v rozporu se zásadami zdravé výživy. Řešením je buď přidávání funkčně významných složek včetně vlákniny do světlých mouk (což se do určité míry uplatňuje v některých západních zemích), nebo propagace a výroba celozrnného pečiva a vícezrnných a speciálních chlebů, kde jsou použity další zrniny a jejich výrobky (ovesné vločky, ječné omeletky, pohankové jáhly), rovněž olejninu (jádra slunečnice, tykve, semena sezamová, lněná), příp. další suroviny, které obsahují rovněž řadu funkčně významných složek, navíc výrobky jsou i vzhledově zajímavé, což je cesta, která se více upřednostňuje u nás [31].

2 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH OBILOVIN

Obiloviny bývají v našich podmínkách obvykle děleny na:

- chlebové obiloviny - pšenice, žito,
- ostatní potravinářské obiloviny - ječmen, oves, kukuřice (někdy bývají označovány jako „maloobjemové obiloviny“),
- maloobjemové obiloviny - proso, čirok, čumíza, mohár; samostatnou skupinu tvoří tzv. „pseudocereálie“ (obiloviny jež nepatří k lipnicovitým - pohanka, amarant, quinoa aj) [34].

2.1 Chlebové obiloviny

2.1.1 Pšenice

Pšenice je vedle rýže nejrozšířenější kulturní rostlinou na světě a spolu s rýží je hlavní plodinou zabezpečující výživu převážné části lidstva [34]. Zaujímá mezi užívanými druhy obilí střední postavení. Má vyvážené složení, neutrální chuť, která se dá mísit s jinými chuťovými kvalitami, obsahuje velké množství bílkoviny glutenu [71].

Gluten je hlavní bílkovinou těst z pšeničné mouky, který je odpovědný za jejich viskoelastické vlastnosti. Bylo přijato to, že glutenové bílkoviny jsou odpovědné za obměny v pekařské kvalitě a zvláště nerozpustné frakce HMW glutenových polymerů, které nejlépe souvisejí s rozlišnostmi v síle těsta a pekařské kvalitě mezi různými druhy pšenice.

Pšeničná mouka má menší množství zkvasitelných sacharidů a rovněž obvykle méně enzymů. V případě zhoršené jakosti mouky se k obohacení používají tzv. zlepšovadla upravující pekárenské vlastnosti mouky. Důležitou složkou pšeničné mouky jsou (arabinoxylany) pentosany. Rozpustné pentosany, neboli slizy mají značný vliv na absorpci vody moukou a její distribuci v těstě, na viskozitu těsta a jeho reologické vlastnosti. V pšeničné mouce jejich obsah činí kole 1-3 %. Souvisí s nimi i další žádoucí vlastnosti, zejména snížení rychlosti retrogradace škrobu [21], [57] .

Z mnoha druhů jsou pro potravinářské užití pěstovány nejvíce dva botanické druhy - *Triticum aestivum* (pšenice obecná, měkká, s vyšším obsahem škrobu) a *Triticum durum* desf. (pšenice durum, tvrdá, sklovitá s vyšším obsahem lepku). Velmi málo se pak pěstuje

Triticum spelta L. (pšenice špalda) a *Triticum turgidum* L. (pšenice naduřelá). Pšenice je jediná obilnina, jejíž bílkoviny vytvářejí viskoelastický gel (lepek) důležitý zejména pro kynutá těsta.

U pšeníc pro pečivářenské účely jsou důležité vlastnosti odrůdy, požadují se střední či nižší obsahy lepku, ale většinou dobrá kvalita lepku resp. kvalitou proteino-sacharidického komplexu, vyšší hodnoty gluten indexu, číslo poklesu v rozmezí 200-300s. a vaznost mouky 54 %.

Pšenice *durum* pro výrobu chleba a pečiva je méně vhodná, protože má pevný tuhý lepek a tvoří malý objem pečiva. Jakostní požadavky na těstářenskou pšenici jsou u nás následující: objemová hmotnost 800 g, sklovitost 85 %, obsah lepku 30 %, bobtnavost lepku nejvýše 10 ml, číslo poklesu nejméně 250 s.



Obr. 1. Pšenice

2.1.2 Žito

Žito (*Secale cereale* L.) naše druhá chlebová obilovina. Žito je fylogeneticky mladší, vzniklo jako samostatná plodina přirozeným výběrem z plevelných rostlin v pšenici při jejím rozšiřování na sever. Výroba žitného chleba v pekárnách je náročnější, než příprava pšeničného těsta. Na druhé straně žitný chléb nebo chléb s větším podílem žitné mouky je sensoricky zajímavější, chutnější i trvanlivější. Souvisí to s vlastnostmi žitné střídky, kde významnou úlohu mají žitné pentozany poutající velké množství vody. Žitné bílkoviny tvoří lepek, jsou více dispergované, takže pekařskou jakost žita ovlivňuje hlavně komplex sacharidoamylázový.

Z hlediska biologické hodnoty žitné bílkoviny (10-12 %) obsahují větší podíl rozpustných frakcí (albuminy 35 %, globuliny 11 %) oproti pšenici, mají tedy vyšší podíl esenciálních aminokyselin.

Ze sacharidů převládá obsah škrobu (kolem 60 %), který je však snáze enzymaticky odbouratelný, v důsledku toho žito snáze porůstá, což se potom nepříznivě projevuje v pekařské technologii. Enzymaticky nabouraný škrob nestačí při pečení vázat uvolněnou vodu, vzniká vlhká a lepkavá střída, příp. vlhké jádro ve střídě [34].



Žito

Obr. 2. Žito

3 VLASTNOSTI PŠENIČNÉ A ŽITNÉ MOUKY

V pekárenské výrobě se používají téměř výhradně jen dva druhy mouk – pšeničná a žitná. Ostatní druhy (mouky bramborová, kukuřičná, ovesná) se používají jen ojediněle.

Pšeničná mouka má zcela jiné pekařské vlastnosti než mouka žitná. Již na pohled je zřejmý rozdíl v barvě - mouka pšeničná je nažloutlá se smetanovým až načervenalým odstínem, kdežto žitná mouka je bělošedá, od křídové běli vyrážkové mouky až po šed' mouky vysoko vymleté. Zrakový vjem podstatně ovlivňuje granulace mouky, zejména velikost obalových částecek. Při jemnějším rozemletí je mouka relativně světlejší. Jemnější granulace mouky má sice vždy přímý vliv na průběh kvasného procesu, nemusí to však ještě znamenat zlepšení jakosti výrobku.

Rozdíl mezi žitnou a pšeničnou moukou je nejvýraznější při tvorbě těsta. Mísíme-li na těsto žitnou mouku s vodou, a uděláme-li totéž s moukou pšeničnou, zjistíme překvapující rozdíly ve vlastnostech obou těst. Těsto z pšeničné mouky je soudržné, pružné, tažné a plastické, kdežto těsto z mouky žitné je málo soudržné, při stejné hustotě roztékavé a s mnohem menší schopností tvarování. Tyto rozdílné vlastnosti jsou způsobeny různými vlastnostmi chemických složek mouky. Největší rozdíly jsou v bílkovinách. V pšeničné mouce jsou bílkoviny složkou dominující, rozhodující o jakosti; bílkoviny žitné mouky mají mnohem menší význam, neboť na struktuře žitného těsta se významně podílí i škrob, a zejména slizovité látky [16].

4 SUROVINY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ PŠENIČNÉHO TĚSTA

4.1 Hodnocení kvality pšeničné mouky pro pekařské účely

Technologicky nejdůležitější pekárenská surovina je mouka. Na pekárenské výrobky se používají např. mouka pšeničná a žitná. Oba tyto druhy, ačkoli se vlastnostmi liší, mají přibližně stejné chemické složení (Tab.2). Kromě látek uvedených v tabulkách obsahuje mouka ještě nepatrná množství enzymů a vitamínů [16].

Tab. 2. Chemické složení obilovin a mouk v %

	Popeloviny	Tuk	Bílkoviny	Škrob	Vláknina	Pentosany
Pšenice — celé zrno	1,92	2,2	14,13	66,25	2,51	7,94
Pšeničná mouka vymletí 0 — 30 %	0,49	1,1	12,07	79,29	0,12	2,59
Pšeničná mouka vymletí 30 — 70 %	0,88	1,8	13,75	74,69	0,20	3,37
Pšeničná mouka vymletí 70 — 75 %	2,36	4,0	17,66	61,13	1,05	5,52
Pšeničná mouka vymletí 75 — 80 %	3,32	4,6	18,56	47,18	3,09	11,62
Žito — celé zrno	1,95	1,8	11,61	60,33	1,97	8,45
Žitná mouka vymletí 0 — 30 %	0,46	0,6	6,70	81,53	0,07	3,55
Žitná mouka vymletí 30 — 60 %	0,95	1,4	11,00	69,44	0,40	5,25
Žitná mouka vymletí 60 — 65 %	1,74	2,2	14,47	60,27	0,93	7,02
Žitná mouka vymletí 65—70 %	2,09	2,7	16,58	55,40	1,22	8,13

V rámci hodnocení pekařské kvality mouky jsou uváděny ukazatele jako schopnost tvorby kypřících plynů, pekařská síla mouky, barva mouky a granulační spektrum mouky, atd. Předpoklady pro účinnou tvorbu plynu v těstě jsou významné u mouk, které budou použity na výrobky kypřené biochemicky, tj. fermentací cukrů pekařským droždím nebo kvasinkami žitných kvasů. Podmínkou správného průběhu fermentace je dostatek kvasitelných cukrů a dostatečná aktivita kvasinek. Zkvasitelné cukry (jedná se zejména o glukosu, fruktosu a maltosu) jsou přítomny v mouce. Mimo to vznikají výše uvedené cukry působením amylolytických enzymů v těstě. Vysoký obsah mono- a disacharidů však není žádoucí. Optimální stav mouky je takový, kdy nebude příliš velký podíl škrobových makromolekul předem narušen (enzymově, mechanicky, tepelně) a současně bude dostatečná aktivita amylolytických enzymů po celou dobu zrání a kynutí těsta. To se pak projeví stabilní produkcí dostatečného objemu CO₂ od vyhnětení těsta až do umrtvení kvasinek po dosažení

příslušné teploty střídy pečiva v peci. Předpokladem dobré plynotvorné schopnosti je tedy dobrý stav amyloso-škrobového komplexu v mouce. Pro posouzení stavu amyloso-škrobového komplexu existují uzanční instrumentální metody, jako jsou např. měření na přístrojích Falling Number nebo amylografu. Průběh fermentace těsta je možné posoudit na přístrojích maturograf nebo rheofermentometr. Vzhledem k velkému významu kvality droždí pro průběh fermentace těsta jsou uvedené přístroje používány spíše ke sledování kvality droždí než k hodnocení plynotvorné schopnosti mouky.

Pekařská síla mouky je spjata s kvalitou a množstvím lepku a je předurčena genetickými vlastnostmi odrůdy pšenice a podmínkami jejího pěstování. Na objem běžného pšeničného pečiva má nejvýznamnější vliv obsah lepkové bílkoviny v mouce vyjadřovaný obvykle jako obsah mokrého lepku. Obsah lepku je stanovován ve mlýně a měl by být deklarován při dodávce mouky odběrateli. Nejvíce pekařsky kvalitních bílkovin obilného zrna je obsaženo v krupicích a v prvních moukách z počátečních chodů ve mlýně (přední mouky). Pro hodnocení kvality pšenice lze také uvádět celkový obsah dusíkatých látek.

Pro posouzení kvality mouky je však obvyklé zjišťovat obsah mokrého lepku, při jehož stanovení lze odhalit zhoršenou kvalitu lepku. Vedle obsahu lepku má význam i jeho kvalita. Tradiční ukazatel kvality nazývaný „bobtnavost lepku“ představuje nárůst objemu relativně čistého mokrého lepku v roztoku kyseliny mléčné. Mělo by tím být do jisté míry charakterizováno chování lepku ve zrajícím těstě, kde vznikají organické kyseliny v důsledku fermentace. V současné době je spolehlivějším ukazatelem pekařské kvality mouky tzv. „lepkový index“ (Gluten Index). Lepkový index je udáván v procentech zbylého lepku na sítku k celkovému množství lepku. Bylo zjištěno, že lepkový index je v dobré vzájemné korelaci s tažností těsta, vyjádřenou buď jako ručně zjišťovaná maximální délka lepkového pruhu až do přetržení, nebo jako extenzograficky měřená tažnost těsta. V některých zemích je již lepkový index zahrnován do norem kvality pšenice nebo mouky.

V současné době se stále více prosazuje používání sedimentačního testu (SDS test, Zelenyho test) ke zjišťování kvality lepkové bílkoviny. Podstatou těchto testů je větší rychlost sedimentace částic mouky s vyšším podílem a s kvalitnější bílkovinou než u mouk pekařsky slabších. Zjištěný objem sedimentu v kapalině o přesné hustotě za standardní čas je pak ukazatelem kvality lepkové bílkoviny.

Nejúplnějším přehledem o pekařské síle mouky dává pokusné pečení za definovaných podmínek. Pro pokusné pečení musí být přesně definován postup, receptura a použité zařízení, zejména hnětač. Při vyjadřování výsledků pokusného pečení se především používají ukazatele objemu výrobku. Nejčastěji se uplatňuje vyjádření měrného objemu v cm^3 na 100 g výrobku. Vedle toho se používá vyjádření měrného objemu na 100 g mouky tzv. objemová vydatnost nebo objemová výtěžnost. Objem výrobků není zdaleka jediným ukazatelem pekařské kvality pečeného výrobku, ale je pro objektivní srovnání nejlépe vyčíslitelným ukazatelem.

Mimo to je zvykem provádět smyslová hodnocení pečeného výrobku podle podrobného hodnotícího schématu. Schéma musí být pečlivě připraveno pro každý druh pekařského výrobku s přesnou specifikací ukazatelů, které mají popsat a vystihnout vlastnost, na kterou se především chceme zaměřit (např. při sledování stárnutí pečiva se jedná o kousatelnost nebo žvýkatelnost (tuhost a pružnost střídy) a drobivost střídy, při sledování vlivu různých přísad se hodnotí aroma a chuť výrobku).

Sledování barvy mouky byl v minulosti přisuzován větší význam než v dnešní době, kdy se rozšířilo používání přísad celozrnných mouk nebo šrotů. Tyto přísady ovlivňují barvu střídy pečiva mnohem výrazněji než jen mouka z různě vymleté pšenice. Sama barva mouky může ukazovat svým našedlým odstínem na tzv. zadní mouku s vyšším podílem poškozeného škrobu a horší pekařskou zpracovatelností. Barva mouky ale také závisí na původní barvě pšenice, která může být od světle žluté až do oranžové a načervenalé. Krémová barva mouky je u pekařů v ČR hodnocena příznivěji než sněhově bílá barva.

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. jsou pro jednotlivé typy mouk požadovány určité podíly propadů stanovenými síty. Velikost částic mouky může ovlivňovat zpracovatelské vlastnosti mouky. Je známo, že mouky s velkým granulačním rozpětím frakcí dávaly nestandardní výrobky sušenkového typu a těstovin. U obvyklých pekařských výrobků nejsou k dispozici dostatečně zodpovědné podklady k posouzení tohoto vlivu. Jisté je, že čím intenzivnější je vymílání mouky, tím více škrobu je poškozeno. Poškozený škrob snáze podléhá působení amylolytických enzymů a je rychleji hydrolyzován na zkvasitelné cukry a také rychleji mazovatí. Při velkém rozsahu poškození škrobu však také vzniklé nízkomolekulární sacharidy a dextriny způsobí lepivost a obtížnou zpracovatelnost těsta (mouka má zdánlivě vyšší vaznost).

4.2 Chemické složky pšenice a pšeničných mouk

4.2.1 Moučné sacharidy a škroby

Podstatnou část sacharidů tvoří škrob (až 80 % v suš.), který je pozvolna v organismu odbouráván přes dextriny, maltosu na glukosu, obsah sacharosy, který je pohotovým zdrojem energie, činí 2-3 %. Významnou, dříve opomíjenou složkou jsou neškrobové polysacharidy, tvořené hlavně funkční vlákninou, nacházející se převážně v obalových vrstvách zrna.

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin polysacharidy. Polysacharidy obilných zrn dělíme zpravidla na škrob a na skupinu neškrobových polysacharidů. Škrob je obsažen v zrnech obilovin v endospermu a tvoří přibližně 60-75 % sušiny obilky. Obsah škrobu v mouce, která je tvořena převážně endospermem, je 80 %.

Škrob se obecně a tedy i v obilovinách vyskytuje ve formě škrobových zrn. Škrob se skládá ze dvou frakcí-amylosy a amylopektinu. Obě frakce jsou tvořeny molekulami glukosy, které jsou však v případě amylosy spojeny (1→4)- α glykosidovou vazbou, zatímco v molekulách amylopektinu se vyskytují i vazby (1→6)- α .

Molekula amylosy je tvořena lineárním řetězcem glukos, které v prostoru vytváří šroubovici tzv. helix. Helixy jsou dále v prostoru uspořádány lineárně, zatímco molekuly amylopektinu jsou rozvětvené, přičemž k větvení dochází v místech výskytu vazby (1→6)- α . Ve struktuře škrobového zrna se předpokládá, že volné větve amylopektinu jsou rovněž vytvarovány do helixů.

Amylosa má na každém jednotlivém řetězci jeden redukující konec, který je schopen chemicky reagovat (např. při barvení jódem), amylopektin má jen jednu takto reagující skupinu v celé molekule, neboť redukující skupiny prvního uhlíku všech ostatních řetězců jsou navázány na jiné řetězce.

Amylosa a amylopektin se liší i relativní molekulovou hmotností. Relativní molekulová hmotnost amylosy je řádově 106 a amylopektinu 107-108. Amylosa a amylopektin jsou zastoupeny v obilných škrobech v různém poměru. U pšenice se uvádí poměr cca 25 % amylosy a 75 % amylopektinu. Obě frakce se díky různé struktuře liší také svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Amylosa je rozpustná ve vodě zastudena, amylopektin

pouze bobtná a není schopen vytvořit roztok. Šroubovice amylosy jsou poměrně pevně tvarově uspořádány a jednotlivé závitů šroubovice jsou udržovány vodíkovými vazbami. Dutý prostor takové šroubovice může být vyplněn lineárním řetězcem nepolárního charakteru. Takové řetězce se vyskytují na nepolárním konci u lipidů.

4.2.1.1 Škrobová zrna v mouce a v hotovém výrobku

Škrob se vyskytuje v zrně a v mouce ve formě škrobových zrn. Granule škrobu mají krystalové uspořádání a mohou být pozorovány např. pomocí elektronového mikroskopu. Škrob má vedle pšeničného lepku zásadní význam pro cereální technologii.

Z fyzikálních vlastností škrobu jsou nejvýznamnější schopnost bobtnání, mazovatění a retrogradace. Proces mazovatění škrobu během jeho zahřívání lze charakterizovat určitým rozmezím teplot a určitou dobou. Škrobová zrna jsou ve vodě nerozpustná. Ve studené vodě mírně bobtnají, přijímají vodu a postupně začnou ztrácet svoji původní strukturu. Se zvyšující se teplotou nabývá bobtnání škrobových zrn na intenzitě. Průběh mazovatění lze sledovat na amylografu. 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 zbylého amylopektinu. Když zmazovatel veškerý nerozpustný škrob, začíná viskozita při neustálém míchání směsi klesat. Pokud se vzniklý gel nechá zchladnout, začnou se spolu zpětně asociovat molekuly amylosy a amylopektinu a viskozita se zvyšuje.

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. Předpokládá se, že helixy amylosy jsou před pečením rovnoměrně poskládány mezi amylopektinovými rozvětvenými („keříčky“). Po zahřátí dojde k nabobtnání a částečnému rozpouštění amylosy, a tudíž k jejímu neuspořádanému rozptýlení do gelu. U amylopektinu 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 stříde 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.

4.2.2 Moučné bílkoviny

Bílkoviny obilovin na rozdíl od živočišných jsou neplnohodnotné z hlediska aminokyselinové skladby, a mají tedy nižší biologickou hodnotu. Zejména pšenice s vysokým podílem nerozpustných zásobních bílkovin (až 80 %) a nízkým obsahem lysinu, treoninu a tryptofanu má biologickou hodnotu nízkou. Nejnehodnotnější aminokyselinovou skladbu z obilovin má oves.

Bílkoviny jsou biopolymery, které jsou tvořené dvaceti základními aminokyselinami. Molekuly bílkovin jsou tvořeny různě dlouhými řetězci aminokyselin spojených vzájemně peptidovou vazbou, která vznikne mezi -OH skupinou z karboxylového konce jedné aminokyseliny a -NH₂ skupinou druhé aminokyseliny za současného odštěpení molekuly vody. Rozhodující část bílkovin je uložena v endospermu a v aleuronové vrstvě obilného zrna. Vlastnosti bílkovin závisí na chemickém složení a na strukturním uspořádání.

Mezi nejvýznamnější aminokyseliny obilovin patří glutamin, prolin, leucin, cystein, lysin a glutamová kyselina. Jednotlivé aminokyseliny zastoupené v řetězci bílkovin mají svůj význam při tvorbě prostorové struktury těsta a jsou určující pro jeho reologické vlastnosti. Podíl glutaminu a glutamové kyseliny tvoří v lepkové bílkovině až 35 %.

Glutamin obsahuje dvě aminoskupiny a může tvořit vodíkové vazby mezi jednotlivými řetězci bílkovin. Vzhledem k velkému obsahu glutaminu v obilné bílkovině je podíl vodíkových vazeb ve struktuře bílkovin velmi významný, i když je jejich vazebná síla malá.

Prolin tvoří druhý největší podíl aminokyselin v pšeničné lepkové bílkovině (cca 10 %). 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, přetučování těsta a při stavbě jeho struktury.

Další významnou aminokyselinou obilovin je cystein, který obsahuje ve své molekule síru. Dvě molekuly cysteinu mohou vytvořit velmi pevnou disulfidovou vazbu, a tak pevně propojit sousední bílkovinné řetězce. Obsah cysteinu v lepkové bílkovině je nízký kolem 4 %.

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 (nabitá molekula) (mohou se zapojovat do iontových interakcí). Glutamová kyselina nese záporný náboj, molekula lysinu má kladný náboj.

Struktura bílkovin je popisována na několika úrovních. Primární struktura proteinů je určena pořadím jednotlivých aminokyselin v bílkovinném řetězci. Při popisu sekundární struktury jsou posuzovány vzájemné prostorové pozice sousedních nebo blízkých aminokyselin. Řetězce vzájemně spojených aminokyselin vytváří trojrozměrné struktury, nejčastěji spirály. Typickými příklady uspořádaných sekundárních struktur jsou šroubovice (helixy) ve tvaru pravotočivé spirály nebo tzv. zřasené struktury, které vytváří ve struktuře „destičky“ nebo „polštářky“. Popisem terciární struktury postihujeme celkové prostorové uspořádání bílkovinné molekuly. Molekuly bílkovin mohou tvořit nadmolekulární útvary. Při popisu takovýchto supermolekul hovoříme o kvartérní struktuře.

Každá molekula bílkoviny má tedy svoji specifickou strukturu, která ji umožňuje vykonávat právě tu funkci, která jí byla předurčena. Tento stav označujeme jako nativní. Pokud dojde k porušení struktury na jakékoli úrovni, dochází zpravidla ke ztrátě biologické funkce bílkoviny a tento proces se nazývá denaturace. Podle míry porušení nativní struktury rozlišujeme denaturaci vratnou nebo nevratnou. Denaturace může být způsobena buď chemickým zásahem různými denaturačními činidly, nebo fyzikálně. Častým příkladem je tepelná denaturace bílkovin, ke které dochází při jakékoli tepelné úpravě poživatin a obvykle se spojuje se ztrátou vody z nabobtnalé bílkovinné struktury. Při výrobě pečiva znamená denaturace bílkovin jeden z hlavních biochemických dějů v procesu pečení. Po tomto procesu se z pšeničné bílkovinné struktury stává pružná, ale pevná prostorová síť, která tvoří nosnou kostru hotového výrobku. V obilovinách se převážně vyskytují glykoproteiny i lipoproteiny. Bílkoviny mohou být tvořeny pouze polypeptidovým řetězcem, pak hovoříme o jednoduchých bílkovinách, anebo mohou být složené, tj. obsahují v molekule ještě jiné látky nebílkovinné povahy.

Bílkoviny mají různé funkce. Funkci stavební zastávají zejména nerozpustné fibrilární bílkoviny. Bílkoviny obilného lepku jsou typickým příkladem zásobních proteinů. Část bílkovin se uplatňuje jako enzymy.

4.2.2.1 *Vlastnosti pšeničných bílkovin*

Zralá zrna obilovin obsahují podle druhů a odrůd kolem 9-13 % bílkovin v sušiny. Nejvíce jsou prozkoumány bílkoviny pšenice, které mají také největší technologický význam. V roce 1907 publikoval Osborne frakcionaci pšeničných bílkovin na základě jejich rozpustnosti v různých rozpouštědlech.

Bílkoviny tak byly rozděleny do čtyř skupin:

1. albuminy (rozpustné ve vodě),
2. globuliny (rozpustné v roztocích solí),
3. prolaminy (rozpustné v 70% ethanolu),
4. gluteliny (zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad).

Čtyři základní Osbornovy frakce se vyskytují ve všech obilných zrnech a podle druhů obilovin jim pak byly přisouzeny různé názvy většinou odvozené z latinských názvů jednotlivých obilovin. Pro pšeničné prolaminy a gluteliny jsou používány názvy gliadiny a gluteniny. Mezi albuminy a globuliny patří všechny obilné enzymy a řada dalších bílkovin.

Z technologického hlediska jsou však nejvýznamnější zásobní bílkoviny obsažené v endospermu obilovin (prolamin a glutelin), které mají pekařské využití. Zásobní bílkoviny pšenice se liší svými vlastnostmi od zásobních bílkovin ostatních obilovin a jsou příčinou výjimečného postavení pšenice v cereální technologii. Prolaminy a gluteliny nejsou rozpustné ve vodě. Ve vodě však bobtnají a vytváří vysoce viskózní koloidní gely nebo roztoky. Pšeničné prolaminy a gluteliny (gliadin a glutenin) bobtnají pouze omezeně a za současného vložení mechanické energie na hnětení za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný gel, který nazýváme lepek. Při hnětení pšeničné mouky (v podstatě rozdrcený endosperm) s vodou dochází právě ke vzniku lepku a ten tvoří vlastní „kostru“ těsta. Lepek je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, jeho tažnosti a pružnosti. Pšeničný lepek je pružný gel. Lze jej z těsta izolovat vypíráním proudem vody, přičemž se postupně vyplavují látky rozpustné ve vodě a škrob a po určité době získáme tzv. „mokrý lepek“. Je nutné si uvědomit, že v nativním zrně ani v mouce ještě ve skutečnosti lepek neexistuje a vytváří se až po propojení prostorové sítě pšeničné bílkoviny. Lepek je charakteristický

tažností, pružností a schopností bobtnat ve zředěném roztoku kyseliny mléčné. Tyto jeho vlastnosti předurčují do značné míry vlastnosti těsta. Z ostatních obilovin podobný gel nelze vyprat (získat).

4.2.3 Lepek

Jak již bylo uvedeno, nejvýznamnější vlastností pšeničných bílkovin je tvorba lepku, což objevil již roku 1728 Ital Beccari. Množství a vlastnosti lepku patří mezi základní ukazatele pekařské jakosti pšenice a jeho stanovení jako tzv. "mokrý lepek" se provádí ručně vypíráním těsta pod vodou. Po vyprání zůstává adsorbováno v lepku asi 2 % cukrů, 8-10% škrobu, menší množství lipidů, vlákniny, popelovin a fosfatidy.

Chemické složení lepku, podíl příměsí a koloidně chemický stav bílkovin ovlivňují jeho fyzikální vlastnosti, především tuhost, pružnost, tažnost s plasticitu, jež jsou projevem hydratace a dispergovatelnosti.

Při zrání a technologickém zpracování mouky podléhá lepek značným změnám, z nichž nejdůležitější je denaturace. Jde o zásadní proměnu bílkovin, kdy globulární struktura se mění na fibrilární a s tím je spojena ztráta rozpustnosti. Příčiny mohou být chemické i fyzikální, nejdůležitější je denaturace termická. Nepříznivé změny začínají při náhřevu na 40 °C. Při nižší teplotě u vlhké pšenice probíhá částečná denaturace, jež se projevuje zvýšením pružnosti a snížením tažnosti. Záhřev na 50 °C má za následek snížení rozpustnosti globulinové frakce, na 60 °C snížení rozpustnosti prolaminů a záhřev na 70 °C se projeví snížením rozpustnosti všech lepkových frakcí. Co se týče konstituce lepku, tvoří lepek podle moderních představ trojrozměrnou síť peptidických řetězců, různým způsobem zřasených a propojených navzájem různými můstky a vazbami, kde určitý význam má i vrstvička lipidů. Rozdíly v uspořádání této struktury se pak považují za příčiny různých vlastností lepku.

Tvorba můstků zesiluje lepek, poněvadž se tím omezuje relativní pohyblivost peptidických řetězců. Reakce je reverzibilní: redukční činidla můstky štěpí a tím lepek zeslabují, stává se tažnější. Zesilující vliv oxidace thiolových skupin na strukturu těsta není však zdaleka jednoznačný. Patrně bude rozhodující rovnováha mezi SH a S-S skupinami [32].

4.2.4 Mokrý lepek

Mokrý lepek je homogenní, žlutozeleně až žlutošedě zbarvený zbytek kaučukovité konzistence, izolovaný ze standardně zadělaného pšeničného těsta opatrným vypíráním vodou. Jeho hlavní složky jsou nerozpustné, zbobtnalé, charakteristické lepkové bílkoviny gliadin a glutenin (80%), kontaminované mechanicky neoddělitelnými zbytky ostatních složek mouky. Je to hlavní podíl pšeničných bílkovin, a proto mají jeho množství a vlastnosti úzkou návaznost na zpracovatelskou (technologickou) jakost mouky. Lepky silných mouk bývají zcela neporušené — roztok není zakalen. Mají vysoké číslo bobtnavosti (až 30). Při zpracovávání těchto mouk je nutno fermentační dobu co nejvíce prodloužit (co největší počet přetůžení těsta), aby lepek delším působením proteolytických enzymů změkkl. Jinak by měly výrobky z této velmi dobré mouky malý objem. Nejvhodnější řešení při zpracování mouk příliš slabých, se slabým lepkem, i příliš silných, se silným lepkem, je míchání těchto mouk, jímž se jejich jakost vyrovnává. To platí pro mouky s rozdílným lepkem i pro mouky s rozdílnou kyselostí, s rozdílným maltosovým číslem nebo s různými jinými znaky jakosti [16].

4.2.5 Chemické složení lepku a jeho struktura

Za klíčovou složku byly považovány bílkoviny dvou frakcí-prolaminů a glutelinů, které jsou zde zastoupeny v poměru 2:3.

Pšeničné prolaminy (gliadiny) mají nižší molekulovou hmotnost ve srovnání s gluteliny a poskytují lepku tažnost. Pšeničné gluteliny (gluteniny) jsou naopak vysokomolekulární frakcí a poskytují lepku pružnost. Ve struktuře lepku vytvářejí gluteniny nadmolekulární vláknité struktury.

Strukturu gliadinu si lze představit jako jeden spojitý řetězec bílkoviny tvořený zčásti úseky helixů a zčásti náhodnými ohyby. Helixy jsou udržovány vodíkovými vazbami a ohyby řetězce jsou drženy pevnými disulfidovými (S-S) vazbami.

Glutenin je představován jako složitý komplex tvořený mnoha řetězci různé velikosti. Nízkomolekulární řetězce jsou uvnitř gluteninu udržovány disulfidovými a vodíkovými vazbami, ale navenek jsou s ostatními řetězci spojeny jen vodíkovými vazbami a udržovány hydrofóbními silami. V koncových doménách nízkomolekulárních řetězců se vyskytují –SH skupiny aminokyselin.

Vysokomolekulární složky mají dva druhy disulfidových vazeb intrařetězcové – obdobně jako gliadin – a interřetězcové, které udržují pevnou a pružnou strukturu. Lepek je složitý systém, jehož páteř tvoří gluteninové frakce a k nim jsou různě pevně připojeny molekuly gliadinů. Pro vyhodnocení pekařské kvality je rozhodující vzájemný poměr vysokomolekulárních a nízkomolekulárních frakcí lepku [51].

4.3 Zlepšující přípravky

4.3.1 Dělení zlepšujících přípravků podle účelu

Zlepšující přípravek je kombinace vzájemně sladěných a doplňujících se složek a to zejména:

- okysličovadel, které posilují lepek s cílem získat optimální tvarovou stabilitu,
- enzymů, které umožňují zpracování složitých cukrů pro výživu kvasinek, hlavní skupinu tvoří amylázy,
- emulgátorů, jsou to povrchově aktivní látky, jež mají za cíl zlepšit strukturu lepku, působí na těsto komplexně, prodlužují stabilitu tukových emulzí, zvětšuje se objem pečiva a jeho vláčnost,
- reduktantů, umožňující získat bohatší strukturu lepku při procesu mísení, zeslabují těsto, zvyšuje se tažnost, proces hnětení se zkracuje (l-cystein),
- minerální soli – používají se jako stabilizátory kvašení (CaCO_3 , síran vápenatý aj.),
- hydratační přísady – zvyšují schopnost těsta i střídky poutat vodu. Patří sem tepelně modifikované škroby, karboxymetylétery,
- konzervační prostředky – mají význam hlavně u balených výrobků (kyselina sorbová, do těst sorboylpalmitát) [32],
- složek se speciálními účinky.

Užití zlepšujícího přípravku přináší pekaři stabilitu a jistotu, která se projevuje ve stabilizaci technologického procesu, ve zlepšení vlastností těsta, v aktivaci procesu kvašení a optimalizaci procesu pečení.

Zlepšující přípravky pozitivně působí na strukturu střídky, na barvu a vnější vzhled kůrky. Dodávají výrobku objem a kyprost a v neposlední řadě lepší chuť a trvanlivost.

V současnosti se využívání zlepšujících přípravků v pečení stalo naprostou nezbytností. Tato potřeba vychází ze zvyšujících se nároků spotřebitelů, složitějšího vybavení pekáren a technologických procesů, z rozdílné kvality mouky a zvyšující se konkurence.

Na českém trhu je velmi dobře známý přípravek Magimix (původně určen pro výrobu jemného pečiva) má dnes několik variant (základním rozlišením jsou barvy) a nabízí kompletní řešení v oblasti přípravy různých typů těst odlišnými způsoby. Mezi další patří deaktivované droždí s redukční schopností, jež zaručuje dobrou tažnost těst, dále např. pekařské enzymy, které optimalizují kynutí a zlepšují zpracovatelnost těst, kvasové startéry, které umožňují přípravu kvasů v jedné etapě do 24 hodin a zlepšují chuť chleba [67].

4.4 Okyselující přípravky

Mezi zlepšující přípravky řadíme také mnoho přípravků, z nichž některé se používají již řadu desítek let (enzymové přípravky ze sladu). Základem těchto prostředků jsou organické kyseliny. Kromě organických kyselin obsahují především hydrokoloidy, které umožňují vysoké výtěžnosti těsta a tím poskytnou volnou vodu pro enzymatické procesy v těstě a k zmazování žitného a pšeničného škrobu. Dále součástí jsou enzymy především amy-lasy a pentosanasy, které odbourávají slizovité látky, čímž se sníží konkurenční vázání vody k mazování škrobů a nevzniká příliš tuhé těsto [65].

5 EMULGÁTORY

Emulgační činidla – emulgátory jsou látky podporující vznik a stálost emulze.

Emulze – je homogenní soustava dvou vzájemně nemísitelných látek, z nichž jedna je dispergována (jemně rozptýlena) v látce druhé (v disperzním prostředí).

Použití emulgátorů – emulgátory jsou organické, povrchově aktivní látky, na něž klademe tyto požadavky:

- Mají snižovat povrchové napětí kapalin (povrchové napětí je síla, která působí kolmo na povrch kapaliny a tento povrch se snaží zmenšit na minimum). Kapaliny s velkým povrchovým napětím, např. voda, se snaží zaujmout co největší objem (nejmenší povrch) při stejné hmotnosti. Protože emulgátor snižuje povrchové napětí, bude tomuto spojování bránit a kapalina zůstane lépe rozptýlena (dispergována).
- Mají pevné mezipovrchové adsorpční vrstvy. Vrstva emulgačního činidla mezi kapkami vody a oleje omezuje spojování kapiček fáze vodní na jedné straně a fáze tukové na druhé straně, čímž se dosáhne jemného rozptylu obou fází.
- Mají zvyšovat viskozitu dispergující fáze.

Potravinářský průmysl klade na emulgátory ještě další požadavky, a to:

- mají zajišťovat po delší dobu stabilitu emulze,
- nemají být citlivé na změny kyselosti a teploty prostředí,
- mají být účinné i v malých dávkách,
- nemají narušovat organoleptické vlastnosti výrobků (vzhled, barva, chuť),
- jejich používání má být jednoduché,
- podle možností mají být levné.

Z hlediska chemické struktury je důležité, aby emulgátory obsahovaly jednak skupiny hydrofilní (orientující se k vodě) a jednak skupiny lipofilní (poutají se s tukem). V disperzích se proto molekuly emulgátoru orientují na rozhraní mezi nepolární fází (olej

nebo vzduch) a polární fázi (voda) tak, že hydrofobní konce molekul, tvořené převážně řetězci mastných kyselin, směřují do hydrofobní fáze, zatímco hydrofilní části molekul směřují do vodné fáze. Molekuly tak vytvoří mezi fázemi orientovaný monomolekulární nebo vícemolekulární film, který usnadňuje dispergaci a stabilizuje disperzi.

Hydrofilní část emulgátoru může mít charakter aniontu, kationtu, nebo může být neionizovaná. Potravinářské emulgátory jsou z velké většiny neionizované. Patří k nim estery mastných kyselin a glycerolu, sorbitanu, sacharosy a hydroxykyselin. Některé přírodní emulgátory, jako např. fosfolipidy a bílkoviny, mají amfoterní charakter.

Použitelnost neionogenních emulgátorů pro přípravu emulzí značně závisí na jejich složení, zejména na poměru hydrofobní a hydrofilní části molekuly. Tento poměr je vyjadřován často pomocí hodnoty HLB (Hydrophilic Lipophilic Balance), zavedené Griffinem.

Nejpolárnější emulgátory mají hodnotu 20, nejméně polární hodnotu 1. Použitelnost pro jiné typy emulgátorů než pro ethoxylované deriváty je však nutno posuzovat pro potravinářské materiály velmi opatrně. Obecně se méně polární emulgátory hodí pro přípravu emulzí typu voda v oleji (v/o), zatímco polárnější pro emulze typu olej ve vodě (o/v) [57].

Mezi emulgátory je nutno zařadit i různé rostlinné gummy, pektin, škrob a dextriny. Tyto látky patří do skupiny tzv. disperzních emulgačních látek. Mají význam především z hlediska stabilizace emulzí, protože umožňují vytvoření silných ochranných vrstev. Lze jich též použít v kombinaci s jinými emulgátory jako stabilizátorů.

Patří sem také různé bílkoviny, které mají význam pro stabilizaci četných přírodních a potravinářských emulzí. Takovou látkou je např. mléko. [50].

Máme moderní emulgátory na bázi molekulárně destilovaných monoglyceridů, správněji řečeno monoacylglycerolů (zvyšovací přípravky typu Polynom míchá se sušeným mlékem v poměru 3:7 na tzv. Laktopolynol a v této podobě se přidává do zlepšujícího přípravku Diapol). Kromě příznivého vlivu na životnost pečiva přispívá toto opatření ke zlepšení struktury střídky a ke zvětšení objemu pečiva; to je mimo jiné umožněno větší vzdorností volného těsta vůči mechanickému namáhání, a tedy omezením ztráty kypřícího plynu při ražení [16]. Mají řadu i dalších příznivých vlastností (zvětšují pórovitost výrobků, prodlužují vláčnost a trvanlivost). Emulgátory podporují vznik a stálost emulzí tuku s vodou, jež se vyskytují ve většině pekařských těst. Účinný emulgátor i při malé dávce tuku dokáže výrazně zvětšit objem a prodloužit vláčnost výrobku [32].

5.1 Charakteristické znaky jednotlivých typů emulgátorů

Mezi nejrozšířenější emulgátory používané v pekařství patří:

- monoacylglyceroly a diacylglyceroly,
- deriváty monoacylglycerolů a diacylglycerolů,
- estery sacharosy s mastnými kyselinami,
- soli esteru kyseliny stearové s kyselinou mléčnou,
- lecithin.

Většina emulgátorů s nejpříznivějšími účinky na těsto má hodnotu HLB mezi 6-14. Stimulují tedy tvorbu emulze typu o/v a stabilizují je, což je v souladu se skutečností, že kontinuální fází v těstě je fáze vodná, a že v zájmu tvorby komplexů se škrobem a s lepkovými bílkovinami je nutné co nejjemnější a nejrovnoměrnější disperze tuku a emulgátorů v těstové kapalině, aby se jejich účinek mohl uvedeným způsobem plně projevit.

K dosažení optimálního účinku v oblasti zlepšování fyzikálních vlastností těst, textury střídy apod., je často výhodnější použití směsi, např. vhodné kombinace anionogenních a neionogenních povrchově aktivních látek s vyššími a nižšími hodnotami HLB (směsi lipofilních a hydrofilních emulgátorů).

5.2 Účinky emulgátorů a jejich vzájemná interakce

Účinkem emulgátoru tedy dochází:

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

Výše uvedené účinky jsou důsledkem schopnosti emulgátoru snižovat povrchové napětí, a dále pak výsledkem vzájemných interakcí emulgátoru a jednotlivých složek pšeničné mouky, přičemž skutečný účinek závisí na typu použitého emulgátoru.

Následně budou diskutovány právě tyto vzájemné interakce:

1) *interakce emulgátoru se škrobem způsobují:*

- snížení hydratační a bobtnací schopnosti amylosy, což se technologicky projeví zvětšením stlačitelnosti střídy,
- zvýšení teploty mazovatění škrobu,
- zpomalení retrogradace škrobu, a tím zpomalení stárnutí pečiva.

2) *interakce emulgátorů s bílkovinami, které způsobují:*

- zpevnění struktury bílkovin, tj. vzrůstá schopnost zadržení plynu, a tím je i větší specifický objem pečiva,
- zpomalení měknutí těsta a omezení peptizace během hnětení,
- zvýšení tolerance vůči mechanickému namáhání.

3) *interakce při vzniku a stabilizaci pěn*

6 MONOACYLGLYCEROLY

Účinnost monoglyceridů a dalších emulgátorů v pekařství závisí na jejich schopnostech pronikat do všech částí těsta v průběhu hnětení. Pokud emulgátor není schopen v průběhu hnětení nebo jiného způsobu míchání těsta pronikat do všech částí, ztrácí jeho použití smysl. Hlavním činitelem, který rozhoduje o schopnosti průniku emulgátorů je jeho rozpustnost a teplota bodu tání. Tuto vlastnost zásadním způsobem ovlivňuje jedlý tuk, ze kterého byl emulgátor připraven.

Monoglyceridy jsou do těsta přidávány z důvodů, že zlepšují fermentační pochody a zvyšují jejich stabilitu. Těsto u něhož byly monoacylglyceroly použity je mnohem odolnější mechanickým změnám, ke kterým by mohlo dojít v průběhu transportu hotového výrobku nebo při manipulaci s ním — např. při balení, označování apod.

Mimořádnou důležitost mají vzájemné vztahy monoacylglycerolů k amylóze a enzymům štěpícím amylopektin. To se projevuje v průběhu kynutí přechodem amylosy nerozpustné na rozpustnější formy, včetně přechodu z její krystalické podoby na gel.

Během chlazení např. už upečeného chleba dochází ke zpětné reakci amylosy s nerozpuštěnými amylosovými molekulami za tvorby komplexních sloučenin. Tyto komplexní sloučeniny se také tvoří reakcí s polárními lipidy, což se projevuje vznikem jemnějších drobků ve střídce. Během skladování želatinový amylopektin zpětně krystalizuje, což zase způsobuje tvorbu tvrdých drobků střídky. Nicméně tomuto pochodu se dá předcházet a omezovat ho přidávkem specifických amylás, které rozkládají také enzymy podílející se na zpětné krystalizaci amylopektinu během skladování.

Aby byly aditiva v těstě účinná, musí se přidat už v aktivní formě v průběhu míchání těsta. V pekařství se nejčastěji používají aditiva ve formě hydrátů. Přípravují se velmi jednoduše, a to tak, že emulgátor se rozpustí v horké vodě. Když teplota dosáhne 80 °C dojde ke zdvojení molekuly monoacylglycerolů, přičemž vazbu obstarají vysoce pohyblivé mastné kyseliny. Při chlazení získají řetězce mastných kyselin původní strukturu a může také dojít ke tvorbě gelu. V tomto gelu jsou potom emulgátory krystalovány v alfa formě. Tato gelová forma, ale není stabilní a bez podpůrného přídatku dalších alfa emulgátorů nebo mastku nemůže existovat. Nestabilita se projevuje vytvářením vrstevnaté struktury beta-monoacylglycerolů uzavřených mezi molekulami vody. Zvyšování stability je podporováno snižováním pH až k hodnotě 3,3. Co se týká fyzikální struktury, tak je velmi efektivní použít monoglyceroly k tvorbě komplexů s amylosou.

Jak již bylo řečeno, monoacylglyceroly se aplikují ve formě hydrátu. Tento hydrát má neprůhlednou bílou barvu a je pastové konzistence. K jeho zapravování slouží hnětači lopatky. Případně je možno použít i emulgátor ve formě prášku, pokud je zajištěno pro jeho rozptýlení, aby byl dodán ve formě velmi jemných částecek.

Studován byl také vliv přídavku monoacylglycerolů na strukturu uvnitř střídky. Prakticky se to provádělo měřením její pevnosti v průběhu skladování. Přídavek 0,3 hmotnostních procent monoglyceridů výrazně snižoval počáteční pevnost ihned po upečení, ale měl jen malý vliv na pevnost střídky během skladování.

Přídavek monoglyceridů zvyšuje životnost pečiva. S přihlédnutím k tomu, aby monoglyceridy byly co nejrovnoměrněji rozptýleny do použitého materiálu, je nutno zajistit jejich velmi dobrou molekulovou stabilitu. Kromě toho, že musí být dobře mísitelné je dalším požadavkem, aby v práškové formě měly odolnost ke změnám teplot.

Vliv použití práškových monoglyceridů je zcela zjevný v rámci porovnání struktury pečiva u něhož nebyly monoglyceroly použity ve srovnání s jemným povrchem pečiva u něhož naopak k aplikaci monoglycerolů došlo [59].

6.1 Využití monoacylglycerolů v praxi

Monoacylglyceroly mají široké využití v průmyslu potravinářském, kosmetickém, farmaceutickém i textilním, v průmyslu nátěrových hmot a saponátů.

MAG v potravinářském průmyslu, viz vyhláška 304/2004 Sb. Mze ČR, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných a pomocných látek při výrobě potravin

Monoacylglyceroly jsou užitečné jako emulgátory v potravinářských výrobcích. Optimální emulgace je dosažena s tzv. koemulgátory. Pro umělý jedlý tuk se používá kombinace monoacylglyceridu a lecitinu, pro pečivové těsto se používají směsi monoacylglycerolu a esterů propylenglykolu. Potravinářskými aditivy (přísadami) jsou obecně látky záměrně přidávané do potravin, jež mají zlepšit nebo upravit chemické složení, fyzikálně - chemické vlastnosti, a to ať jde o nutriční nebo senzoricou hodnotu, nebo o ochranu potravin před nežádoucími změnami. Takové přídatné látky se dle evropských norem značí písmenem E a číselným kódem. Značení je mezinárodně platné [26].

MAG jako emulgátory a stabilizátory

Emulgační schopnost monoacylglycerolu závisí na druhu mastné kyseliny, jejíž zbytek je přítomen v esteru a na druhu kapaliny na dotykové ploše, jejíž povrchové napětí se má snížit [37]. Aktivní jsou emulgátory sestávající ze směsi nasycených a nenasycených monoacylglycerolů. Přítomnost takových MAG v mléčném typu emulze může ovlivnit obsah tukových kapiček a množství proteinu adsorbovaného v rozhraní olej - voda [3]. Například MAG mastných kyselin s kratším řetězcem (MAG kyseliny kaprylové) snižují mezipovrchové napětí v systému bavlníkový olej - voda více než MAG mastných kyselin s delším acylem (MAG kyseliny stearové). Ovšem tyto látky jsou zase účinnější v systému minerální olej - voda. Při stejně dlouhých substituentech jsou v systému rostlinný olej - voda účinnější MAG s nasyceným, v systému minerální olej - voda MAG s nenasyceným substituentem [37].

6.2 Monoacylglyceroly přidávané do pečiva

Monoglyceridy se při výrobě pečiva používají ze dvou důvodů: aby se zlepšila nadýchanost výrobku a snížilo tvrdnutí během skladování. Použití monoglycerolů je podobné jako u chleba i když musíme zohlednit specifika výroby různých druhů pečiva, tak aby monoglyceridy byly aktivní zejména ve fázi míchání a šlehání těsta.

Monoglyceridy mohou být přidávány ve třech rozdílných formách: aplikace ve formě gelu, a to zejména u piškotového těsta. Monoglyceridy, které se mohou přidávat ve formě gelu do zákusků a ke zlepšení vonných vlastností cukrářských výrobků.

Gelová forma je vůbec nejlepší pro provzdušňenost a lehkost těsta. Vzdušnost těsta je možno ovlivnit koncentrací použitého emulgátoru, stejně jako případným přidáním dalších alfa emulgátoru, jako například propylenglykolovými estery mastných kyselin (PGMS) a polyglycerolovými estery mastných kyselin (PGE). Dále je možno použít emulgátory, které způsobují zmýdelňování. Ty také dodávají povrchu lipidů elektrický náboj. Příprava gelu musí být prováděna v prostředí bez přístupu vzduchu. Vzduch totiž způsobuje v průběhu výroby přeměnu alfa krystalické struktury gelu na beta strukturu.

Monoglyceridy mohou být nahrazovány preparáty typu PGMS a PGE zhruba v objemu 5 %. Samozřejmě použití jednotlivých surovin k výrobě je hodně závislé od platné legislativy v jednotlivých státech.

Gely jsou přidávány přibližně v množství 2- 2,5 % celkové hmotnosti těsta. Vhodnost použití gelů je dvojnásobně výhodná při přípravě cukrářských výrobků v malých provozech a v domácnostech.

Další emulgátory jsou používány jako práškované produkty, které jsou tvořeny aktivní alfa formou a které se po nasypání do studené vody rozptylují. Takovéto emulgátory se vyrábějí sprejovým sušením mléčných nebo sojových bílkovin a nebo ze škrobu. Práškové výrobky by měly obsahovat přidané synteticky vyrobené emulgátory, stejně jako emulgátory typu PGMS a PGE. Typická dávka ve vodě rozptýlitelných práškových emulgátorů je 3 - 4 % z celkové hmotnosti těsta.

Třetí možností aplikace monoglyceridů při výrobě pečiva je jejich rozpuštění spolu s dalšími alfa přípravky a emulgátory typu PGMS a PGE v tuku, který je přímo v těstě. Poměrně se při tomto procesu zkracuje doba přípravy, a proto se s ním u velkých potravinářských podniků často setkáváme.

7 CHARAKTERISTIKA REOLOGIE

Při působení vnějších sil dochází k různým deformacím látek. Studium vztahů mezi působícími napětími a odezvou při deformování látek se zabývá reologie.

Reologie je studie toku a deformace materiálů. Všeobecně měření reologického chování, kontrolování, přesně stanovené deformace či napětí je použita do materiálu skrze daný čas a měření výsledné síly reakce (odezvy) nám poskytuje údaje o parametrech materiálu jako jsou tuhost, moduly, viskozita, tvrdost, síla nebo tuhost (houževnatost, nepoddajnost) materiálu.

Hlavními cíly reologického měření jsou:

- získání kvantitativního popisu materiálů, mechanických vlastností,
- získání informací vztahující se k molekulární struktuře a složení materiálu,
- charakteristika a modelování materiálové výkonnosti během zpracování a kontroly kvality [64].

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). Kvalitu těsta můžeme také charakterizovat popisem jeho obecně vyjádřených reologických vlastností, ale především je potřebujeme posuzovat s ohledem na změny chování při dalším mechanickém, biologickém a tepelném zpracování.

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

7.1 Reologické chování těst

7.1.1 Fyzikální podstata tvorby těsta

Pšeničné těsto patřilo mezi první z potravinářských materiálů, jejichž reologické vlastnosti se sledovaly. Základem těsta je mouka, voda a sůl, v některých speciálních případech ještě tuk a povrchově aktivní látky. Ostatní složky nemají podstatný vliv na reologické vlastnosti těsta. Při míchání mouky a vody částice mouky (především bílkoviny a pentosany nebo rozpustné (β -glukany) zvolna hydratují, nevytváří se však hned spojitá masa těsta. Teprve hnětením dochází ke vzájemnému styku molekul bílkovin a hydratovaných polysacharidů, což přispívá k jejich orientování a tvorbě příčných vazeb. Tím se vytváří trojrozměrná síť, dávající elasticitu zejména pšeničnému těstu. Kromě toho vzniká z nabobtnalé bílkoviny a příp. polysacharidů gel, který umožňuje těstu vykazovat viskózní tečení.

Zjednodušeně si lze představit, že v této trojrozměrné zgelovatělé síti jsou dispergována škrobová zrna, buňky kvasinek a vzduchové bublinky. V počátečních fázích tvorby těsta je tedy pro jeho stavbu rozhodující bílkovinná složka a u žitných těst ještě pentosanové polysacharidy. Škrobová zrna sice přijímají pozvolna vodu a později částečně bobtnají, ale jejich mazovatění a spojování probíhá zejména v závěrečných fázích výroby při pečení, kdy naopak bílkoviny uvolňují vodu.

Při mechanickém hnětení se postupně mění tekutost, tuhost a elasticita těsta v důsledku zpevňování trojrozměrné bílkovinné fáze. Vnější vzhledem se těsto stává jemnější a zdánlivě homogennější. V době optimálního vyhnětení klade těsto nejvyšší odpor vůči deformaci (napínání). Při přehnětení - překonání optima hnětení - se stává povolnější a lepivé na povrchu.

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

U žitných těst je situace poněkud odlišná. Těsta v počáteční fázi nemají pevnou bílkovinnou kostru, neboť žitná bílkovina ji není schopna vytvořit. Kontinuální fázi těsta vytváří poly-

sacharidy, které se fixují až v pokročilé fázi pečení. Proto jsou žitná těsta obvykle tekutější, méně elastická a na povrchu lepivější.

7.1.2 Faktory ovlivňující reologii těsta

Složení základních strukturních komponent pšeničného výrobku a těsta je dáno strukturou a molekulární velikostí glutenových polymerů a jejich reologickými vlastnostmi. Klíčovým pro stanovování reologických vlastností je větvení peptidových řetězců a jejich struktura, jako je proplétání jednotlivých vláken apod. Nejnovější práce poukazují, že rozhodující vliv na kvalitu těsta má zejména odrůda pšenice pěstovaná přímo pro konkrétní druh pekárenského výrobku, nikoliv samotná obecná stavba rozpustných glutinových jednotek. Vlastnosti těsta jsou samozřejmě glutenem ovlivněny nejzásadněji, ale týká se to pouze nerozpustných glutenových struktur. Odolnost vláken je velmi důležitá vlastnost, která je zodpovědná za schopnost peptidových řetězců větvit se. Jejich menším nebo větším větvením se zásadně ovlivňuje kvalita těsta. V těstu je také důležité, aby pevnost a tvrdost vláken byla taková, aby nedocházelo k velkým deformacím, díky vznikajícím bublinkám plynu, tzn. aby se hodnota stability pohybovala okolo jedné. V práci je také poukázáno, že zvyšující se teplota má vliv na strukturu peptidových vláken a ovlivňuje také stabilitu vznikajícího plynu a bublinek.

Reologické principy a teorie jsou určeny k tomu, abychom získali představu o změnách materiálu a jeho vlastnostech v průběhu jeho zpracování v různých fázích výroby. Například, je těžké si představit, že by míchání těsta, tvarování, pečení, byly fáze výroby u nichž by se neměnila struktura těsta.

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

Reologické metody zkoušení jsou založeny na použití zvýšeného tlaku, ohýbání a tažnosti. Jejich intenzita závisí na velikosti vzorku a jeho předpokládaných vlastnostech. Stanovíme tak především tuhost, pevnost v ohybu, viskozitu, tvrdost a houževnatost. Malý kousek vzorku je deformován mechanicky nebo i ručně a zjišťuje se síla potřebná k deformaci vzorku. Závislost použité síly a deformace vzorku se poté vyjadřuje graficky a má charakter křivky. Pokud není materiál ohebný musíme ho rozdělit, přičemž stanovíme sílu, jakou jsme museli použít, např. dělící síla dL/L_0 , kdy dL je tlak a L_0 hloubka zářezu. Vzorky potom mohou být různé velikosti, protože se předpokládá, že by měli mít ve všech částech podobné vlastnosti. Nicméně mnoho surovin potravinářského průmyslu nemusí mít vlastnosti ve všech částech stejné vlastnosti a potom hodně záleží na tom, v

které části zkoušení provádíme. Příkladem by mohla být nejednotná tloušťka těsta při jeho vytahování. Je to způsobeno tím, že bílkovinné struktury nejsou rozmístěny úplně stejnoměrně. Jestliže chceme zjistit celkovou představu o struktuře nemůžeme používat kontaktní metody mechanické, ale takové kdy materiál jenom pozorujeme - laserově, fotograficky. Dále u vzorků, kde se normálně v průběhu času mění samovolně struktura, musíme toto zohlednit a rozložit testování do jednotlivých úseků.

7.1.3 Vliv mechanických procesů na reologii těsta

Míchání

Míchání je rozhodující operací. Suroviny musí mít kromě obvyklých vlastností také určitou strukturu a musíme také zohlednit množství suroviny, které používáme. Například při výrobě past z těsta záleží hodně při míchání na viskoelasticitě a schopnosti přijímat vzduch. Vždy je třeba brát ohled na poměry míchání, reologické vlastnosti a provzdušnitelnost. [6]. Znalost reologie suroviny může mít vliv na získání požadované struktury výrobku, můžeme zkracovat čas výroby a použít vhodnou konstrukci míchadel.

Reologie ve vztahu k míchání se zaměřuje na tyto oblasti:

- vliv konstrukce míchadla na strukturu těsta,
- reologické změny v těstu v průběhu míchání,
- vliv míchání na plnost těsta.

Strukturní změny způsobené různými způsoby míchání:

Během míchání může dojít ke změnám ve struktuře viskoelasticity vlivem určité změny řetězců glutenu.

Starší práce poukazují, že pro glutenovou strukturu je velmi významná především rychlost míchání a podle dalšího technologického zpracování je také nutno přihlídnout k době míchání, důležité jsou použité suroviny a typ míchadla. Například pokud míchadlo pracuje na principu prodlužování vláken těsta je potřeba k optimálnímu míchání jen 10 - 15 % energie ve srovnání s metodou míchání, kdy je využíváno intenzivní prosekávání těsta. Současné práce poukazují na to, že reologické vlastnosti závisí hlavně na kroutící síle míchadla.

Tvarování

Opakované válení je používáno pro aktivaci glutinu v těstě chleba, biskvitů. Válením se zvyšuje a zlepšuje soudržnost těsta. Vliv válení na reologické vlastnosti je podmíněn tlakem, který na těsto vytváříme a také by nemělo docházet k mechanickému poškozování.

ní těsta. Použité válení musí být z tohoto pohledu adekvátní použitému druhu těsta. Nejvíce poznatků takto bylo získáno k chlebu. Čím více je těsto váleno, tím více se v chlebovém těstu tvoří vhodná struktura glutenu a těsto získává na pružnosti. Je logické, že u jednotlivých výrobních fází se stanovuje množství energií, které bude nutno použít. U válení je to asi jen 10 - 15 % energie ve srovnání s mícháním.

Provzdušněné pekařské výrobky se dělají z těsta, do kterého se přidává máslo nebo i jiný tuk. Válením se potom usměrňuje tloušťka těsta i výrobku. Opakovaným válením a střídavým používáním tuku se docílují vrstevnaté struktury takovýchto výrobků. Reologické vlastnosti jsou potom ve srovnání s chlebovým těstem zcela rozdílné. Těsto je méně pružné a snáze se trhá na menší kousky. V průběhu pečení více vzrůstá objem. Aby k tomuto vzrůstání objemu nedocházelo nebo se eliminovalo, tak se musí těsto dlouho válet - i více než jednu hodinu.

Kvašení a pečení

Reologické měření byla prováděna u vánočkového těsta, listového těsta, syrovátkového těsta a piškotového těsta. Měření probíhalo z problémy, které byly způsobeny vyvíjejícím se plynem a tvorbou dalších metabolitů. Změna pH díky metabolitům má také vliv na reologické vlastnosti. Tvoří se zejména kyselina mléčná a octová.

Znalost struktury bublin plynu a jejich těkavost a stabilita v těstě jsou významné z hlediska ovlivnění ztrát hmoty těsta v průběhu pečení. Nakypřenost a roztíratelnost těsta, stabilita bublin a další jsou vhodnými reologickými metodami, zvláště pokud simulujeme v laboratoři stejné podmínky jako jsou v pekárenském provozu.

Ztráta bublinek plynu je v přímé závislosti s protahováním těsta [10]. Z protahováním těsta je také možno spojit statisticky vysoce průkazné snižování ohebnosti vláken - tzv. J-stres, je nutno ho mít na zřeteli při chlazení polymerních vláken, při kypření těsta, při expanzi plynu, při výrobě chleba a vůbec při všech operacích, kde z těstem provádíme nějaké mechanické zákroky [10].

Tvrdość těsta je dána proplétáním glutinových vláken a zejména jejich zdvojováním a má vliv na viskozitu těsta. Při vyválcování pečiva se všeobecně zvyšuje pevnost také tvorbou vysokomolekulárních látek a jejich větvení. Je dokázáno, že tato tvorba vyso-

komolekulárních látek a jejich větvení vzrůstá v závislosti na délce mechanického působení na těsto.

Ztráta plynu může mít všeobecně vliv na změnu makromolekul [10]. Tyto všechny aspekty jsou ovlivněny zejména druhem a kvalitou těsta. Při běžném natahování vláken těsta nikdy nedocílujeme a nevyužíváme natahování těsta na maximum. Materiál není nikdy úplně homogenní a ve všech částech stejně dynamický. Při vyvíjení maximálního tlaku na válcované těsto je toto potom poměrně stejnorodé. Při snižování tlaku začíná být v jednotlivých částech více nejednotných částí. Důležité je, aby síly bylo použito co nejrychleji. Při déletrvajícím tlaku může docházet k nežádoucímu zužování těsta a jeho ztrátám. Při této operaci je také velmi důležitá tvrdost těsta. Čím je tato tvrdost větší, tím více může docházet k tvorbě trhlinek, ztrátám při zužování těsta a vůbec nestabilitě při intenzivním protahování vláken.

Současné práce poukazují na skutečnost, že pro pekařský průmysl jsou vlastnosti jako protahovatelnost, tvrdost, tvorba plynu velmi důležité [8], [10] a [11]. Tvrdost těsta ovlivňuje tvorbu bublinek plynu. Bublínky mohou být tenší, menší, více stabilní a z těsta nejsou tolik prchavé. Těsto, kde je správná tvrdost je potom po upečení dobře a správně drobivé (malé bublinky plynu, užší stěny buněk). Takovéto těsto z vyšší tvrdostí se potom lépe nakypřuje a není potřeba takové množství plynu [8], [10].

Tvrdost těsta a stabilita jednotlivých částí mouky je přímo závislá na teplotě. Pro stabilitu se ukazuje jako dobrá teplota 60 °C. Zatímco nižší teplota kolem 45-50 °C zvláště u slabších mouk vede k nestabilitě jednotlivých částí a k nižší tvrdosti. Při teplotě 50 °C jsou dobré zkušenosti při měření reologických vlastností, stejně tak se dobře dělají pekařské testy.

Jako předpokládané a všeobecně známé kritérium pro vysoké ztráty plynu a tím horší jakost výrobků je považována tvrdost 1 měřená penetrometricky. Vzájemné slučování bublinek plynuje také podmíněno tvrdostí a správnou teplotou. Když je tvrdost právě okolo 1, tak dojde k rychlejšímu slučování a k rychlejšímu unikání těchto velkých bublin z těsta. U mouk silných, kde je vysoká tvrdost jsou ztráty nižší než u mouk slabých, které jsou chudé na bílkovinná vlákna a makromolekulární struktury [9], [11].

2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce s názvem **Vliv definovaných přídatných látek na pekárenské vlastnosti pšeničného těsta** bylo:

Zpracovat charakteristiku hlavních obilovin, popsat jednotlivé technologie ve vztahu ke kvalitě mouky. Dále charakterizovat jakosti mouky žitné a pšeničné, charakterizovat jednotlivé suroviny použité při přípravě těsta, dále vlastnosti těsta s ohledem především na reologické vlastnosti. Také popsat přídatné látky a jejich vliv na reologii (popsat krátce jejich rozdělení). Charakterizovat jednotlivé monoacylglyceroly a jejich vliv na jakost těsta.

V praktické části popsat jednotlivé metody měření těsta, jednak na Alveokonzistografu ve Firmě Ireks Enzyma v Brně. Dále provést porovnávací měření na rotačním viskozimetru Bohlin Gemini na UTB FT ve Zlíně.

Provést experimentální pečení pekárenských výrobků (vánoček, toastových chlebů a rohlíků) jednak na UTB FT ve Zlíně a také ve firmě Ireks Enzyma v Brně.

Senzoricky vyhodnotit pekárenské výrobky (vánočky, toastové chleby, rohlíky) pomocí jednotlivých metod senzorické analýzy.

Vyhodnotit pomocí metody chemické analýzy sušinu pekárenských výrobků (vánoček) a zjistit, zda používané druhy monoacylglycerolů mají pozitivní vliv na vláčnost pekárenských výrobků.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 METODIKA PRÁCE

8.1 Charakteristika použitých surovin a přístrojů

V rámci diplomové práce byly provedeny reologická měření jednotlivých těst bez a s přísávkou jednotlivých druhů monoacylglycerolů na měřících přístrojích a senzorké a chemické analýzy dvou řad vánoček vyrobených na UTB FT ve Zlíně a jedné řady toastových chlebů a rohlíků také bez a s přísávkou jednotlivých druhů monoacylglycerolů ve firmě Ireks Enzyma. První a druhou řadu vánoček tvořily vánočka (bez přísávku monoacylglycerolu; tzv. kontrola), s přísávkou monoacylglycerolu C18 (0,1 % hm.); s přísávkou monoacylglycerolu C18 (0,2 % hm.) a s přísávkou monoacylglycerolu Ireks Enzyma (0,2 % hm.). První řadu toastových chlebů a rohlíků vyrobených ve firmě Ireks Enzyma tvořily toastové chleby a rohlíky (bez přísávku monoacylglycerolu; tzv. kontrola; s přísávkou monoacylglycerolu C 12 (0,2 % hm.); s přísávkou monoacylglycerolu C 18 (0,2 % hm.) a s přísávkou monoacylglycerolu Ireks Enzyma (0,2 % hm.).

8.1.1 Charakteristika použitých surovin

Pro pečení vánoček, toastových chlebů a rohlíků i pro měření těsta pomocí rotačního viskozimetru Bohlin Gemini i pomocí Alveokonzistografu byly použity následující suroviny:

1) **pšeničná mouka hladká světlá T350** jejíž ukazatele jsou:

- vlhkost 14,1 %,
- číslo pádu 301 s,
- maximum mazovatění 362 J,
- teplota maxima mazovatění 82,
- propad 0, 257 mm 99,9 %,
- propad 0,162 mm 96,9 %.

2) jednotlivé druhy **1-monoacylglyceroly v množství 0,1 a 0,20 % hm.**, a to po rozmíchání v přidávané vodě, u které byl nejprve proveden ohřev na cca 60 °C. Pro zjištění

vlivu počtu uhlíků v esterově vázané mastné kyselině v pozici 1 na monoacylglycerolu byly vybrány:

- monoacylglycerol C 12 (chemicky: 1-monolaurylglycerol (MAG-C_{12:0})),
- monoacylglycerol C 18 (chemicky: 1-monostearyl-glycerol (MAG-C_{18:0})),
- monoacylglycerol Ireks Enzyma

Kromě těst s přísady 1-monoacylglycerolů byl vyroben také kontrolní vzorek.

monoacylglycerol Ireks Enzyma (popis výrobku: jemný prášek světle béžové barvy, číslo kyselosti- max. 3, jodové číslo- max. 3, bod tání- 65 – 70 °C, sypná hmotnost- 400-550 g/l, propad sítem 0,4 mm- 0,0-1,0 %, číslo zmýdelnění- 155-165 mg KOH/g, obsah tuku- 80,0 -100,0 %, volné glyceriny- max. 1,5 %, obsah vody- 0,0 – 0,5 %, obsah popela- 0,0 – 0,5 %, celkový počet zárodků- max. 10.000/g, Escherichia coli- negativní v g, Salmonella- negativní v 25 g, atd.)

Použití: do pečiva, zmrzlin, tuků

Další suroviny, které byly kromě pšeničné mouky hladké světlé T350 a monoacylglycerolů použity při výrobě těsta a pečiva, mají upravovat nejen chuť, vzhled, stravitelnost ale i výživovou hodnotu výrobků. Jsou to hlavně voda, stolní rostlinný olej, sůl, cukr moučka, droždí. Všechny tyto jmenované přísady mají přímý vliv na jakost výrobků.

8.1.2 Charakteristika použitých přístrojů a metod (analýz)

Na přípravu těst byl použit hnětač Vorwerk Thermomix TM 21 blender cooker a na měření byly použity měřicí přístroje Alveokonzistograf a rotační viskozimetr Bohlin Gemini.

Vorwerk Thermomix TM 21

Na přípravu těst byl použit hnětač Vorwerk Thermomix TM 21 blender cooker (Vorwerk & Co. Thermomix; GmbH, Wuppertal, Germany) [69].

Tento hnětač má na dně rotor se čtyřmi břity, kdy 2 směřují vzhůru a 2 směřují směrem dolů. Rychlé otáčení je nastaveno od 100-12 000 otáček za minutu. Hnětač je elektricky vyhřívaný s možností nastavení teploty od 40-100 °C.

Alveokonzistograf

Tento přístroj se skládá z Alveografu a Konzistografu. V Konzistografu se provádí zkoušky konzistografické (tzv. konstantní křivka, adaptovaná křivka) a v Alveografu se dělá zkouška alveografická.

Z alveografické zkoušky se zjišťuje hlavně pevnost a tažnost těsta, kdežto z konzistografických zkoušek se získá informace o mouce jako takové, o její vlhkosti a také komplexnější informace o těstě. Konzistografické zkoušky jsou pro pekaře tudíž důležitější ke zjištění jakosti své mouky a potažmo i těsta, a na co je toto těsto nejlépe dále zpracovávat.

Alveograf

Alveograf byl vyvinut zhruba před 50 lety a uveden na trh francouzskou firmou Chopin S.A. Měření je založeno na plošné deformaci plátku těsta nafukovaného tlakem plynu. Alveografická hnětačka připravuje těsto s konstantním přídatkem vody, a tudíž neumožňuje stanovit vaznost mouky pro těsto standardní konzistence.

Popis přístroje:

Alveograf má zabudovanou vlastní hnětačku, která má jednu otáčivou Z-lopatku, otáčející se s frekvencí 60 otáček za minutu. Hnětačka je odnímatelná. Na boku je opatřena

výstupním otvorem ve tvaru vodorovné štěrbině. Po vyhnětení těsta se přepne hnětací lopatka na zpětný chod a těsto je lopatkou protlačeno otvorem, přičemž se zformuje tenký plátek a vytvaruje se kruhovým nožem. Pět plátků z jednoho hnětení se nechá odležet v temperovaném boxu. Pro měření se plátek těsta upne kruhovým držákem nad otvorem, přivádějícím přetlakový plyn zespodu, a je pak přetlakem plynu odspodu napínán až do protržení.

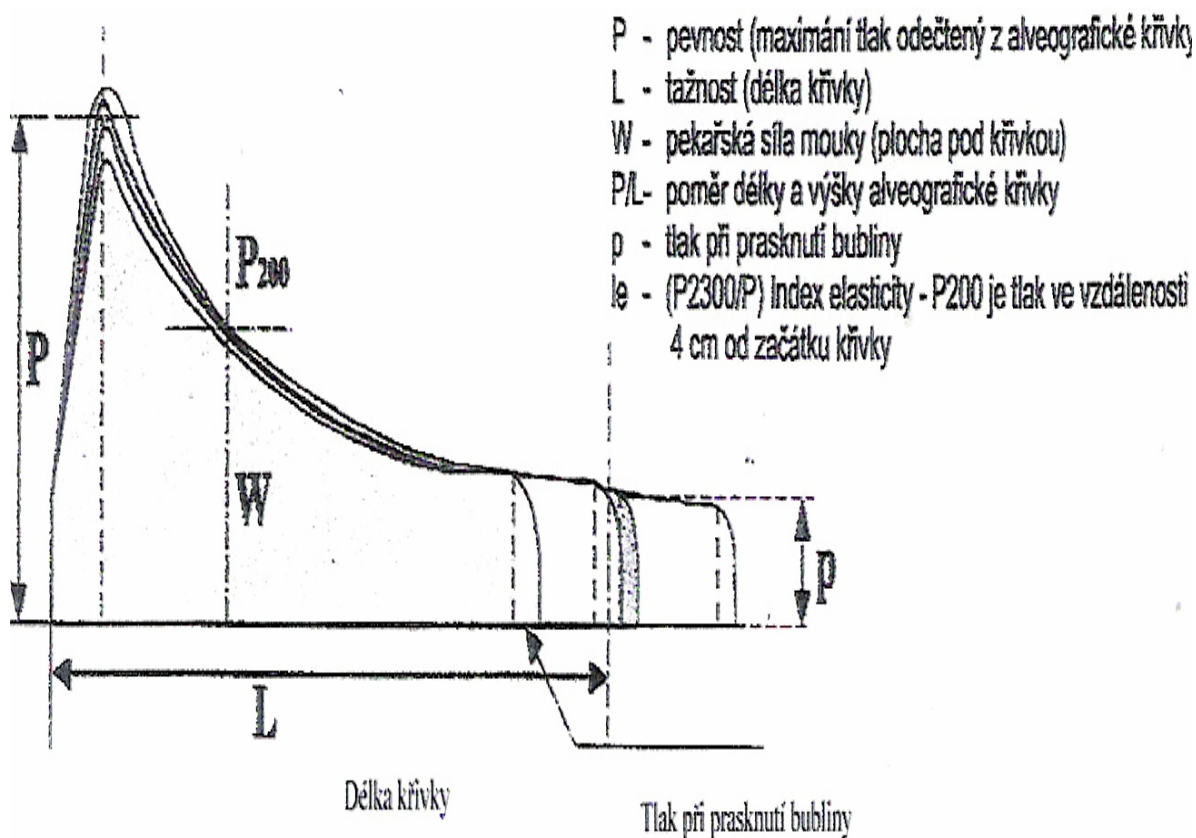
Jednotlivé veličiny používané při měření jsou znázorněny v (Tab.3) níže:

Tab. 3. Popis jednotlivých hodnot znázorněných v alveografických křivkách

Hodnoty Alveografu	Vysvětlivky
ALVEO CH	konstantní hydratace - zkouška k určení pekařských vlastností mouky při vlhkosti 15 %
ALVEO AH	adaptovaná hydratace - zkouška k určení pekařských vlastností mouky při optimálním poměru mouky a vody a při zadané pevnosti těsta
P	pevnost těsta (lepku) nebo maximální tlak, který vyjadřuje odolnost těsta proti deformaci
L a G	roztažnost a nafouknutí , které vyjadřují schopnost tvárnosti těsta před prasknutím
L	tažnost těsta (lepku) až k okamžiku protržení – délka křivky
G	index nafouknutí = $2,226 \sqrt{L}$
W	energie – pekařská síla mouky, práce nezbytná k deformaci bubliny až k prasknutí, vyjádřená povrchem křivky, vztažená k síle mouky
P/L	konfigurační poměr křivky
W (40)	vyjádření W při dané délce
T	pevnost
A	prodloužení
Ie	index elasticity , který vyjadřuje odpor těsta – pokles křivky během deformace, je to vlastně poměr tlaku po vpuštění 200 cm ³ vzduchu do testovaného vzorku (hodnota tlaku 4 cm od počátku křivky) ku maximálnímu tlaku na křivce. $Ie \% = P_{200}/P_{max}$
Ex	roztažnost
Fb	pečicí síla
Hodnoty	Vysvětlivky

Alveografu	
T/A	konfigurační poměr
Iec	stupeň elasticity
Fb (40)	vyjádření pečící síly při dané délce
HYDHA	upravená hydratace – odpovídá absorpční schopnosti mouky

Obr. 3. Popis alveografické křivky



Konzistograf

Přístroj byl vyvinut v polovině 90. let firmou CHOPIN (součást Tripette-Renaud) ve Francii. Konzistograf je dvouramenný hnětač, který je nastaven na teplotu měření $24,0 \pm 0,2$ °C. Skládá se z komůrky a krytu opatřeného uprostřed kulatým válcem.

Postup měření sestává ze dvou kroků. Při prvním hnětení těsta se přidává množství vody, které se liší jen v závislosti na vlhkosti mouky. Má se tedy dosáhnout konstantního podílu vody na sušinu mouky. V průběhu hnětení tohoto těsta je průběžně snímán tlak na stěně hnětačky, což je přeneseně ukazatelem konzistence těsta. Přístroj je vybaven kompletním elektronickým zařízením hnětení a snímáním parametrů. Podle zjištění maximální hodnoty tlaku v hnětačce se vypočítá dávka vody potřebná k dosažení požadovaného tlaku, který by měl odpovídat požadované konečné konstantní konzistenci těsta. S touto nově vypočítanou vazností se připraví nové těsto, u kterého se již vyhodnocují jeho fyzikální vlastnosti. Pokud se s novou vazností nedosáhne tlaku v hnětačce v rozmezí ± 7 % kolem požadovaného konečného tlaku, přístroj vypočítá opravu a měření se opakuje s novou vazností.

Přístroj poskytuje parametry, které do určité míry odpovídají ukazatelům farinografického měření: dobu k dosažení maxima tlaku, stabilitu těsta a pokles konzistence po 240 a po 480 s. Zaznamená se také maximální tlak, kterého bylo dosaženo. Při měření se postupuje podle normy AACC 54-50 [46].

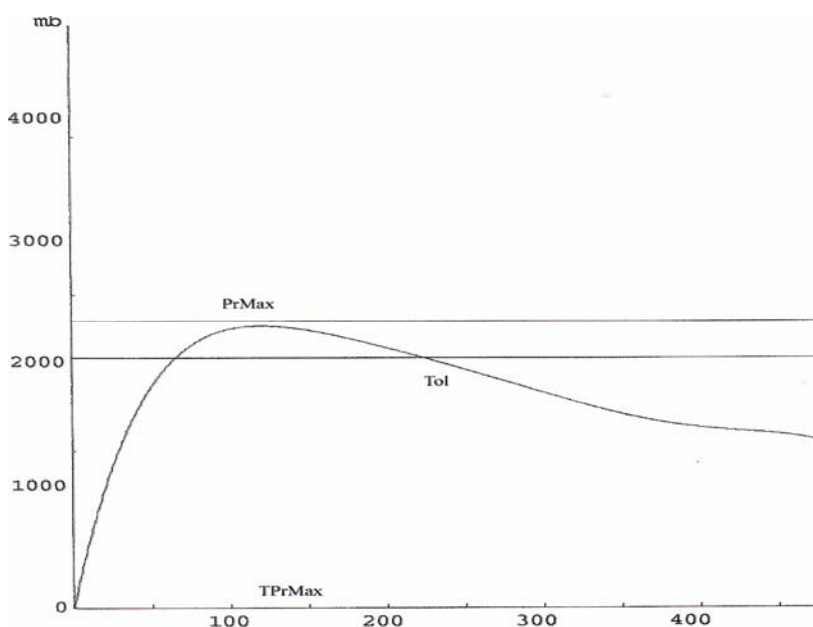
Konzistograf snadno určí hydrataci k provádění alveografického testu se zvolenou hydratací. Výsledky z konzistografu je možné vyhodnocovat v kombinaci s údaji zjištěnými na alveografu, ať již při konstantní nebo zvolené hydrataci. Ve spolupráci těchto zařízení lze hledat cestu k lepší charakterizaci mouky [18].

Jednotlivé veličiny používané při měření jsou znázorněny v (Tab.4) níže:

Tab. 4. Popis jednotlivých hodnot znázorněných v konzistografických křivkách

Hodnoty konzistografu	Vysvětlivky
KONZISTO CH	konstantní hydratace - zkouška, na jejímž základě se určí optimální poměr mouky a vody pro další měření při adaptované hydrataci
KONZISTO AH	adaptovaná hydratace - zkouška k určení vlastností těst
PrMax	pevnost těsta -maximální hodnota naměřeného tlaku, v závislosti na absorpční kapacitě mouky
WA	hydratační ekvivalent k 1700 mb při vlhkosti 15 %
HYDHA	vaznost mouky -ekonomický ukazatel (kolik vody mouky přijme), hydratační ekvivalent k 2200 mb při vlhkosti 15 %
TprMax	vývin těsta – čas potřebný k dosažení PrMax
Tol	stabilita těsta – tolerance, doba, během níž je tlak vyšší než PrMax – 20 %
D 250	změknutí (zeslabení) těsta po 250 s, pokles tlaku v porovnání s PrMax, po 250 s
D 450	změknutí (zeslabení) těsta po 450 s, pokles tlaku v porovnání s PrMax po 450s
WAC	přesná hodnota WA obdržena v průběhu testu, hydratační ekvivalent k 1700 mb při vlhkosti 15 %

Obr. 4. Popis konzistografické křivky



Rotační viskozimetr Bohlin Gemini

Měření jednotlivých těst na rotačním viskozimetru Bohlin Gemini (Bohlin Instruments, UK) bylo prováděno při teplotě 30 °C a při měření těsta byla užitá geometrie deska-deska. Průměr desek byl 40 mm a vzdálenost desek neboli šířka štěrbiny byla nastavena na 1,5 mm. Měření bylo prováděno v oblasti lineární viskoelastivity za konstantního napětí 50 Pa. Skluz na povrchu měřících desek byl redukován pomocí smirkového papíru o drsnosti 40. Vzorek každého těsta byl zformován do tvaru kolečka a uzavřen mezi desky měřící geometrie. Aby se zabránilo ztrátě vlhkosti těsta v průběhu měření, byl volný povrch těsta natřen tenkou vrstvou silikonového oleje.

8.2 Metodika měření na jednotlivých přístrojích

8.2.1 Metodika měření na Alveokonzistografu

Příprava směsi na měření:

- 1) na vahách byl navážen 1 kg mouky a na analytických vahách 2 g monoacylglycerolu (Ireks Enzyma, C 12, C 18)
- 2) jednotlivé druhy monoacylglycerolů byly nejprve promíchány s trochou mouky (u monoacylglycerolů C 12 a C 18 šlo o rozdrcení monoacylglycerolů s moukou na jemný prášek v třecí misce)
- 3) směs 1 kg mouky a 2 g monoacylglycerolu byla hnětena v spirálovém hnětači po dobu 20 minut

Konzistograf a konzistografická zkouška – konstantní křivka

Do komůrky se nasype 250 g mouky a pomocí byrety se přidává roztok 2,5 % NaCl podle vypočítané vlhkosti mouky. Roztok 2,5 % NaCl se musí dostat do mouky do 30 minut. Po 30 sekundách máme 1 minutu na seškrabání mouky z čidla. Tato doba se nezapočítává do celkové délky zkoušky. Po ukončení seškrabávání a zapnutí přístroje dochází už k vykreslování konstantní křivky. U naší mouky byla vypočítaná vlhkost na 13 %. Celá zkouška je daná časem. V době kdy je k mouce přidáván roztok 2,5 % NaCl jsou spuštěny stopky na dobu 28 minut. Nejprve se těsto míchá v konzistografu po dobu 8 minut. Po 8 minutách se vytlačuje štěrbinou z komůrky těsto na destičku, kdy štěrbinu i destičku jsou pokapány parafinovým olejem. Těsto na destičce je přeneseno do válce, kde je těsto rozváleno 3krát rychle a 3krát pomalu, a poté je z něj vyřezáno kolečko, které se pak položí na destičku, která je také natřena parafinovým olejem a poté se vloží do simulátoru kynutí, kde je nastavena teplota na 25°C. Zde je těsto necháno do 28. minuty. Po 28 minutách jsou z těsta vyfukovány bubliny. Čím větší je bublina (čím daná bublina má větší rozměry v mm), tím má těsto větší tažnost. Je povoleno, aby 2 z 5 bublin mohly prasknout a ty mohou být vyloučeny při odlehlých křivkách. Poté se konečný výsledek počítá jen ze zbylých tří bublin. Většinou je ale vykreslována křivka z průměru výpočtu.

Alveograf a alveografická zkouška

Do komůrky se nasype 250 g mouky, kdy hmotnost mouky je vypočítána podle vlhkosti mouky (u nás činila 13 %) a pomocí byrety se do ní přidává roztok 2,5 % NaCl podle vypočítané vlhkosti mouky. Dané hodnoty byly získány z tabulek, kdy platí, že čím je větší vlhkost mouky, tím je nižší objem 2,5 % roztoku NaCl. Roztok 2,5 % NaCl musí být dostán do mouky do 1 minuty. Po 1 minutě je dána 1 minuta na seškrabání mouky z čidla. Je doporučováno provést seškrabávání i 2krát v průběhu této minuty. Tato doba se nezapočítává do celkové délky zkoušky. Po ukončení seškrabávání se nechá do 8. minuty těsto míchat.

Konzistograf a konzistografická zkouška – adaptovaná křivka

Pomocí Konzistografu je vykreslena adaptovaná křivka tak, že se vypočítá z konstantní křivky nová navážka mouky a objem přidaného roztoku 2,5 % NaCl. Do komůrky se nasype vypočítaná navážka mouky a pomocí byrety se přidává vypočítaný objem roztoku 2,5 % NaCl podle dané vlhkosti mouky. Roztok 2,5 % NaCl musí být dostán do mouky do 30 minut. Po 30 sekundách je dána 1 minuta na seškrabání mouky z čidla. Tato doba se nezapočítává do celkové délky zkoušky. Po ukončení seškrabávání a zapnutí přístroje dochází už k vykreslování adaptované křivky. Tlak, při kterém se jednotlivé křivky vykreslují je nastaven od 0 – 2200 mb. Kdy do 2000 mb lze adaptovanou křivku upravovat. Pokud tlak u naměřených adaptovaných křivek vyjde menší nebo větší než 2000 mb, musí být měření provedeno znovu, ale už při jiném nastavení (navážce mouky a objemu roztoku 2,5 % NaCl).

(pozn.- navážka mouky a objem přidaného roztoku 2,5 % NaCl za přídavku monoacylglycerolu C 18 činily u adaptované křivky: 11,8 % ICC 2,5 % roztoku NaCl na 235,1 g mouky; navážka mouky a objem přidaného roztoku 2,5 % NaCl za přídavku monoacylglycerolu C 12 činily u adaptované křivky: 11,55 % ICC 2,5 % roztoku NaCl na 234 g mouky)

8.2.2 Metodika měření na rotačním viskozimetru Bohlin Gemini

Těsta na měření byla připravena na Vorwerku Thermomix TM 21 (viz dříve) dle daných postupů:

příprava těsta bez přídavku monoacylglycerolu

Ve 250 g vody, která byla nejprve ohřátá na cca 60 °C, bylo rozpuštěno 9 g soli a za stálého míchání bylo přidáno 500 g mouky. Těsto bylo pak mícháno 5,5 minuty (kdy po dobu 2 minut je směs homogenizována pomocí rychlostního stupně 2 a zbývajících cca 3,5 minuty je těsto hnětáno pomocí rychlostního stupně „Klas“ (přerušovaný) za občasného zamíchání lopatkou. Těsto bylo poté vybráno a zpracováno do bochánku a necháno volně přikryté zrát 10 minut. Po 10 minutách bylo těsto znovu zpracováno, dáno do misky, přikryto víkem a necháno dalších 10 minut zrát.

příprava těsta s přídavkem monoacylglycerolu C18

Do ohřáté vody na 60 °C byl přidán 0,2 % hm. monoacylglycerolu C 18 a rychle zamíchán. Za stálého míchání bylo přidáváno 500 g mouky a 9 g soli. Těsto bylo poté mícháno 5,5 minuty (kdy po dobu 2 minut je směs homogenizována pomocí rychlostního stupně 2 a zbývajících cca 3,5 minuty je těsto hnětáno pomocí rychlostního stupně „Klas“(přerušovaný) za občasného zamíchání lopatkou. Těsto bylo pak vybráno a zpracováno do bochánku a necháno volně přikryté zrát 10 minut. Po 10 minutách bylo těsto znovu zpracováno, dáno do misky, přikryto víkem a necháno dalších 10 minut zrát.

příprava těsta s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma

Ve 250 g vody, která byla nejprve ohřáta na cca 60 °C, bylo rozpuštěno 9 g soli a za stálého míchání bylo přidáno 500 g mouky a 0,2 % hm. monoacylglycerolu Ireks Enzyma. Těsto bylo pak mícháno 5,5 minuty (kdy po dobu 2 minut je směs homogenizována pomocí rychlostního stupně 2 a zbývajících cca 3,5 minuty je těsto hnětáno pomocí rychlostního stupně „Klas“(přerušovaný) za občasného zamíchání lopatkou. Těsto bylo poté vybráno a zpracováno do bochánku a necháno volně přikryté zrát 10 minut. Po 10 minu-

tách bylo těsto znovu zpracováno, dáno do misky, přikryto víkem a necháno dalších 10 minut zrát.

Každé těsto bylo po době zrání uloženo do misky víkem, aby nedošlo k oschnutí těsta. A po této době, která odpovídá cca 40 minutám bylo provedeno měření pomocí oscilační reometrie na rotačním viskozimetru Bohlin Gemini (viz dříve).

Postup měření:

Jednotlivé vzorky byly odebírány z prostředku těsta, a po každém odběru vorku bylo těsto ihned v misce přikryto víkem, aby nedošlo k jeho oschnutí, což by způsobovalo výkyvy při měření. Vždy byl odebrán kousek vzorku a vylišován do tvaru kolečka o průměru 40 mm a vkládán mezi měřicí desky opatřené smirkovým papírem.

8.2.3 Metodika měření na penetrometru

Princip:

Měření je založeno na hloubce průniku penetračního tělíska do střídy vzorku

Postup měření:

Ze vzorku toastového chleba byl po odkrojení krajového plátku- silného 3 cm ukrojen další krajíček, který byl umístěn na měřicí desku přístroje pod penetrační tělísko. Penetračním tělískem je polokoule o průměru 25 mm a hmotnosti 50 g obrácená kulovou plochou dolů. Toto tělísko je připevněno na 10 g těžké vodící tyči, která je zatížena dalším přídatným závažím. Celková hmotnost závaží působící na střídu vzorku toastového chleba byla u tohoto typu vzorku 160 g. Penetrační tělísko se přesune do takové polohy, aby se dotýkalo střídy. Po uvolnění tělíska dochází ke stlačování střídy. Doba působení je 5 sekund a hodnota penetrace se odečítá v milimetrech s přesností na setiny.

8.3 Experimentální výroba pečiva

8.3.1 Výroba vánoček

K pokusným výrobám vánoček bez a s přísádky monoacylglycerolů, které byly prováděny na UTB FT ve Zlíně, bylo použito klasické pšeničné těsto, které je z pohledu aplikace monoacylglycerolů nejvhodnější.

Použitá receptura a složení těsta bylo následující:

- pšeničná mouka hladká T 530 100 % (500 g); sůl 1,8 % (9 g); droždí 4 % (20 g); olej 4 % (20 g); voda 50 % (250 g); cukr 14 % (70 g); monoglycerid 0,1 % ; 0,2 % (0,5 g ;1 g).

Zpracování těsta bylo provedeno takto:

Těsto bylo připravováno v hnětači při teplotě 60 °C a celkové době hnětení cca 5,5 minuty. Byl použit trojí způsob přípravy v závislosti na přísádce jednotlivých druhů monoacylglycerolů a jedno těsto bylo připravováno bez přísádky monoacylglycerolu (tzv. kontrola).

1) těsto bez monoacylglycerolu

Do hnětače se nasype 500 g mouky, přidá se 9 g soli a 70 g vanilkového cukru. Dále se přidá 20 g droždí, 250 g vody a 20 g oleje. Vše se smíchá a hněte při 60 °C po dobu 5,50 minuty.

2) těsto s přísádkou monoacylglycerolu Ireks Enzyma (0,2 % hm.)

Do hnětače se nasype 500 g mouky, přidá se 0,2 % hm. monoacylglycerolu C 18, 9 g soli, 70 g vanilkového cukru, 20 g droždí, 250 g vody a 20 g oleje. Vše se smíchá a hněte při 60 °C po dobu 5,50 minuty.

- 3) těsto s přidavkem monoacylglycerolu C18 (ve formě měkkých vloček, 0,2 % hm; 0,1 % hm)

Do hnětače se nalije 50 g vody, která se zahřeje na 60 °C a poté se v ní rozmíchá 0,2 % hm. nebo 0,1 % hm. monoacylglycerolu C18. Dále se do ní přidá 500 g mouky společně s 200 g vody, dále 20 g droždí, 9 g soli, 70 g vanilkového cukru, 20 g oleje. Vše se smíchá a hněte při 60 °C po dobu 5,50 minuty.

Uhnětené těsto se položí na vál posypaný trochou mouky. Těsto se jemně propracuje a vytvaruje do bochánku (tzv. pres) a nechá se přikryté (aby nám povrch těsta neoschnul) zrát cca 10 minut. Po zrání se těsto znovu prohněte, aby se z něj dostal přebytečný vzduch. Rozdělí se na 6 stejně velkých dílů, z nichž jsou pak vyváleny válečky, ze kterých se uplete vánočka. Upletená vánočka se položí na vymaštěný plech a nechá se kynout 40 minut při cca 36 °C a vlhkosti 70 %. Pokud je vánočka vykynuta, potřeme ji vejcem a pečeme v předem rozehřáté troubě po dobu :

1. pečení vánoček : 5 minut při 225 °C, 10 minut při 200 °C a dopékání 3-5 minut při 175 °C.
2. pečení vánoček: 5 minut při 225 °C, 6,30 minut při 200 °C a dopékání 1-3,50 minuty při 175 °C.

Po dopečení jsou vánočky nechány trochu zchladnout a přikryty utěrkami.

8.3.2 Výroba toastových chlebů a rohlíků

K provoznímu pokusu, který byl proveden ve firmě Ireks Enzyma, bylo použito klasické pšeničné těsto, které je z pohledu aplikace monoacylglycerolů nejvhodnější.

Použitá receptura a složení těsta bylo následující:

- pšeničná mouka hladká T 530 100 % (3 kg); sůl 1,8 %; droždí 4 %; olej 4 %; voda 50 %; monoglycerid 0,2 %.

Zpracování těsta bylo provedeno tímto postupem:

- 1) mísení těst – 4 minuty pomalé otáčky a potom 3 minuty rychlé otáčky na spirálovém mísiči (na tomto mísiči lze nastavit podle druhu těsta i intenzitu míchání)
- 2) zrání těst 10 – 15 minut
- 3) vytvarování těst do bochánků (tzv. pres – těsto je rozděleno na bochníky 1, 60 kg u rohlíků, kdy toto těsto bylo dále rozděleno pomocí děličky cca za 2 sekundy na 30 malých kousků, na 0,52 kg u toastového chleba)
- 4) 2. zrání těst po dobu 10 minut
- 5) ruční rozválení těst
- 6) těsta byla vložena do vyolejovaných vaniček, které musí být dostatečně velké, aby těsta nepřetekla
- 7) vaničky přikrýt, aby nám těsta neoschla a aby se udržovalo mikroklima (v podstatě vytvoření podmínek jako u kynárny)
- 8) nechat těsta kynout v termostatu 40 minut při 36 °C a relativní vlhkosti 70 %
- 9) před pečením vykynulá těsta ve vaničkách postříkat vodou úplně do mokra, stříknout vodu také do pece a při pečení mít dole v troubě plech s vodou
- 10) pečení – toastové chleby 23 minut při 220 °C, pak při 200 °C
- rohlíky 10 minut při 250 °C

Těsta byla vyrobena dle receptury doporučené pro výrobu pekárenských výrobků (rohlíky, toastový chléb). Příprava těst byla provedena na spirálovém mísiči používaném ve firmě v následujících variantách:

- 1) standardní těsto o složení (viz dříve uvedeno) s přídavkem monoacylglycerolu 6 g na 3 kg těsta (tj. přídavek 0,2 %)
- 2) standardní těsto s přídavkem 0,2 % hm. monoacylglycerolu Ireks Enzyma
- 3) standardní těsto s přídavkem 0,2 % hm. monoacylglycerolu C12
- 4) standardní těsto s přídavkem 0,2 % hm. monoacylglycerolu C18

8.4 Seznam provedených analýz

Analýza obou řad vánoček, které byly vyrobeny na UTB FT ve Zlíně a řady toastových chlebů a rohlíků, které byly vyrobeny ve firmě Ireks Enzyma v Brně zahrnovala:

- senzoryckou analýzu
- chemickou analýzu (stanovení sušiny)

Chemická analýza u vánoček byla provedena vždy 2. den po upečení (jednou 3. den po upečení) a senzorycká analýza jednotlivých druhů pečiva (vánočky, toastové chleby, rohlíky) byla provedena v druhém nebo následujících dnech dle trvanlivosti jednotlivého pečiva.

8.4.1 Senzorycká analýza

Senzorycké analýzy se vždy zúčastnili hodnotitelé na úrovni „vybraný posuzovatel“ ve smyslu ČSN ISO 5492. Vzorky byly předkládány anonymně při pokojové teplotě (22 ± 2 °C). Hodnotitelé použili nejprve pořadový preferenční test, tzn. že seřadili vzorky od nejpreferovanějšího až po nejméně preferovaný tj. v pořadí 1 až 4. Senzorycké hodnocení spočívalo v posuzování jednotlivých vzorků vánoček, toastových chlebů a rohlíků pomocí jakostních ordinálních (číselných) stupnic s charakteristikou každého stupně. Orientace škály byla zvolena tak, že první stupeň odpovídal úrovni „vynikající“ a poslední stupeň byl označen např. jako úroveň „nevyhovující“ nebo velmi špatný. Tímto způsobem byly posuzovány deskriptory textury při hodnocení vánoček (vlhkost, polykatelnost) a celkové (komplexní) hodnocení jakosti. U toastových chlebů byly posuzovány texturní (konzistenční) vlastnosti (tvrdost, suchost; konzistence), dále během žvýkání byla hodnocena změna chuti, schopnost střídky absorbovat sliny (nasákavost) a celkové hodnocení komplexní jakosti a komplexní textury. Vzory použitých protokolů jsou uvedeny v Příloze VI a Příloze VII diplomové práce. U vánoček obou řad bylo provedeno hodnocení vždy druhý den po upečení, a navíc u řady II bylo provedeno i senzorycké hodnocení třetí den po upečení. U toastových chlebů bylo provedeno hodnocení 5. den po upečení a u rohlíků se provádělo hodnocení ihned po upečení a zchlazení.

Senzorycká analýza byla dále doplněna párovým preferenčním testem, který přesněji a objektivněji dokáže zachytit jakostní odchylky mezi srovnávanými vzorky v porovnání se

stupnicovými metodami, resp. pořadovým preferenčním testem většího souboru vzorku [63]. K hodnocení byly použity 4 vzorky vyrobené z jednoho těsta, rozdíl byl pouze v přidavku emulgátoru – viz popis vzorků v kapitole 8.1.1. Ze 4 vzorků bylo tedy vytvořeno celkem 6 párů vzorků (vánočky), a 3 páry vzorků u toastových chlebů. Tedy páry vzorků vánoček, toastových chlebů a rohlíků pocházely vždy ze stejné řady.

V průběhu pokusu byly provedeny následující senzorní testy (analýzy), které byly zpracovány pomocí výpočetní techniky [68].

- pořadový test preferencí (Friedmanův test, Néményiho test vícenásobného párového porovnání pro závislé výběry, test o parametrech binomického rozdělení)
- hodnocení jednotlivých senzorních znaků – vlhkost, polykatelnost, tvrdost, suchost, změna chuti, celkové hodnocení komplexní jakosti a komplexní textury (Kruskal - Wallisův test, Wilcoxonův test).

8.4.2 Chemické analýzy

8.4.2.1 Stanovení vlhkosti sušiny u vánočky rozhodčí metodou

Vlhkost vánoček se stanovuje dvěma metodami. Rozhodčí metoda je kombinovaná s předsoušením a druhá, provozní metoda stanoví vlhkost vážením za horka.

V tomto hodnocení byla použita rozhodčí metoda. Podstatou stanovení této metody je, že se navážené množství vzorku předsouší při teplotě do 45 °C a po rozemletí se dosušuje při teplotě 130 °C po dobu 60 minut. Po vysušení se zbytek zváží. Přepočet se provede po předsušení i po dosušení dle následujícího vzorce [49]. Výpočet vlhkosti, která se odebrala před sušením:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad (1)$$

kde m_0 – hmotnost vysušené prázdné misky (g)

m_1 – hmotnost misky s navázkou vzorku před vysušením (g)

m_2 – hmotnost misky se vzorkem po vysušení (g)

Výsledek se uvádí s přesností na 0,1 hmot.%.

9 VÝSLEDKY A DISKUSE

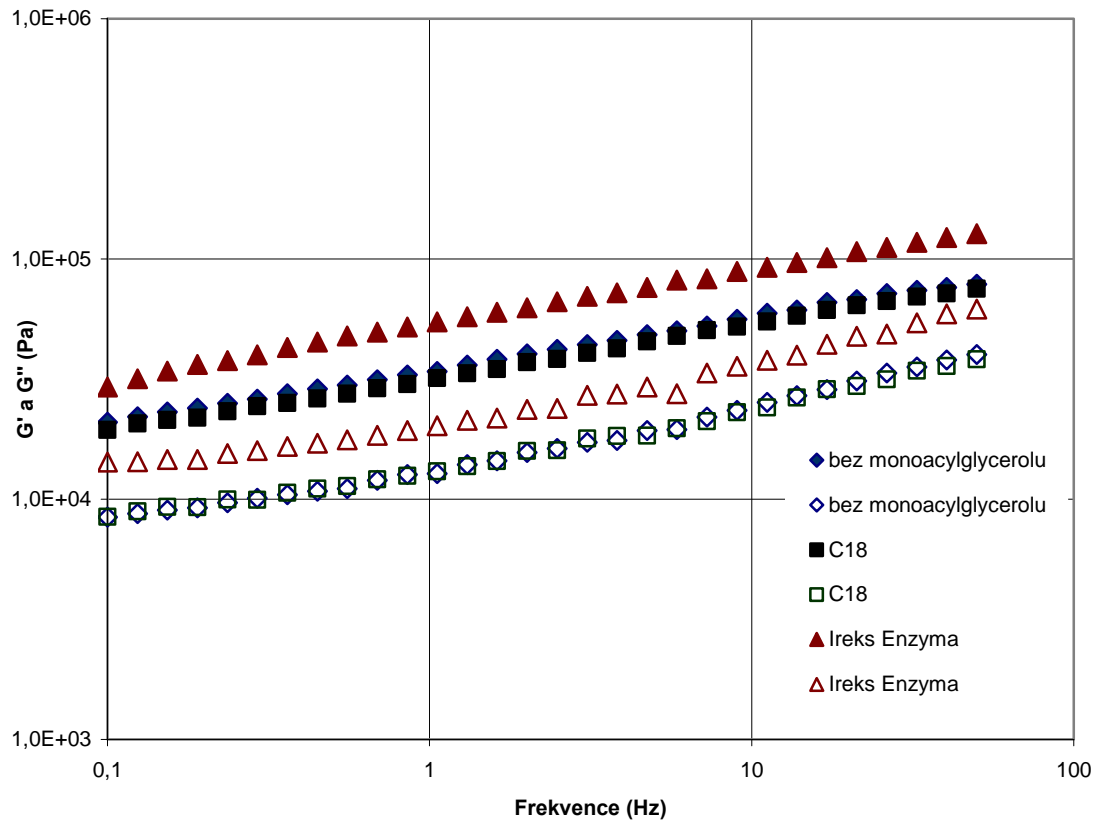
V experimentální části byl zkoumán vliv přísadků jednotlivých druhů monoacylglycerolů na těsto a na jednotlivé druhy pečiva (vánočky, toastové chleby a rohlíky). Zkoumány byly nejen změny při měření reologie těsta na jednotlivých měřecích přístrojích, ale i změny senzoričké a chemické jakosti jednotlivých druhů pečiva.

9.1 Výsledky jednotlivých metod (analýz)

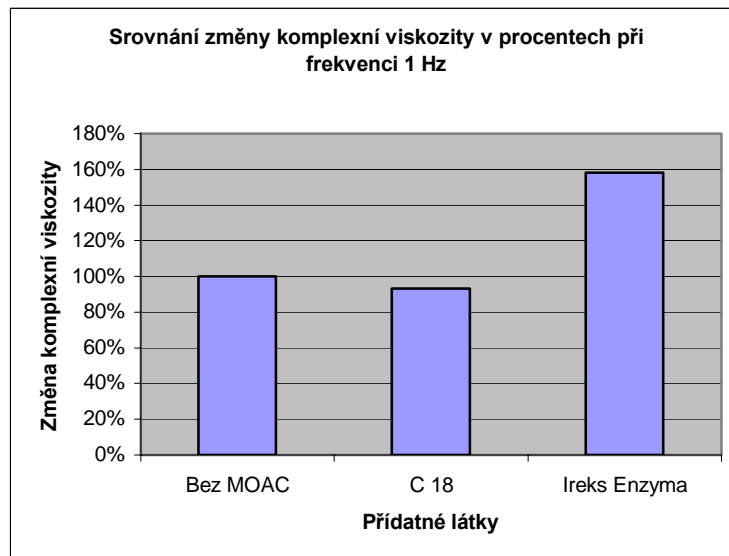
9.1.1 Výsledky měření viskoelastických vlastností

Dosažené výsledky měření viskoelastických vlastností jsou znázorněny na (Obr. 5). Všechna zkoumaná těsta vykazují stejný trend vzrůstu souřazového i ztrátového modulu s rostoucí frekvencí. Přísadky monoacylglycerolů se projeví na viskoelastických vlastnostech těsta rozdílným způsobem. Těsto s přísadkem monoacylglycerolu C18 (ve formě měkkých vloček) vykazuje viskoelastické vlastnosti téměř totožné jako těsto bez přísadku monoacylglycerolů. Přísadek monoacylglycerolu Ireks Enzima (ve formě prášku) naproti tomu způsobí výrazné zvýšení obou modulů v celém rozsahu měřených frekvencí. Účinek monoacylglycerolu na těsto oproti ostatním použitým monoacylglycerolům je znázorněn v grafu (Obr.5)

Pro srovnání ztužujících účinků přísadků monoacylglycerolů byly při referenční frekvenci 1 Hz jednotlivé moduly srovnávány v (Obr.6), kde těsto bez přísadku monoacylglycerolů vyjadřuje 100 %.



Obr. 6. Graf srovnání změny komplexní viskozity v procentech při frekvenci 1 Hz (Těsto bez MOAC 100 %)



Závěr:

Z daného měření vyplynulo, že nejlepší viskoelastické vlastnosti mělo těsto s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, což se projevilo ve vyšším vzrůstu křivek soufázového i ztrátového modulu a křivce komplexní viskoelastivity.

9.1.2 Výsledky měření na Alveokonzistografu

Výsledky v tabulkách níže uvádějí přehled získaných hodnot naměřených při konzistografické a při alveografické zkoušce na těstech bez a s přidavkem jednotlivých druhů monoacylglycerolů.

Tab. 5. Výsledky měření získané z konzistografické zkoušky

KONZISTO AH	Bez monoacylglycerolu	C 18	Ireks Enzyma	C 12
H ₂ O	13.00 %	13.00 %	13.00 %	13.00 %
HYDHA	56.7 % b 15	56.7 % b 15	58.1 % b 15	57.4 % b 15
PrMax	2266 mb	2309 mb	2185 mb	2139 mb
TPrMax	128 s	121 s	172 s	147 s
Tol	242 s	226 s	224 s	258 s
D 250	268 mb	355 mb	222 mb	199 mb
D 450	826 mb	886 mb	780 mb	730 mb
WAC	59.6 % b 15	59.7 % b 15	60.5 % b 15	59.6 % b 15

Výsledky z Konzisto AH (viz Tab. 5.)

1) Porovnání těsta bez přidavku monoacylglycerolu s ostatními těsty s přidavkem jednotlivých druhů monoacylglycerolů:

Při měření těsta za přidavku monoacylglycerolu C 18 jsme dospěli k tomu, že v porovnání s těstem bez přidavku monoacylglycerolu má toto těsto téměř totožné hodnoty a nedocházelo u něj k nějak významným odchylkám. Jedinou znatelnou výjimkou u těsta s přidavkem monoacylglycerolu C 18 je že rychleji měklo. Pokles křivky na veličinách (D250, D450) je vidět větší odchylka od standardu. Je zde také pozorován vyšší tlak (PrMax, TPrMax). Také větší odchylka v hodnotě byla pozorována u stability těsta (Tol), která byla také výrazně větší než u těsta bez přidavku monoacylglycerolu. Z tohoto tvrzení

pro technologii vyplývá, že při zpracování těsta by měli zkracovat čas při hnětení a zrání, aby toto těsto nemělo právě v těchto fázích šanci povolovat.

Při měření těsta za přídavku monoacylglycerolu Ireks Enzyma jsme dospěli k tomu, že v porovnání s těstem bez přídavku monoacylglycerolu má toto těsto větší vaznost (HYDHA), potřebuje delší dobu na vývin (TPrMax), má menší stabilitu (Tol), ale za to pomalejší měknutí (D250, D 450). Také maximální hodnota naměřeného tlaku je menší (PrMax).

Při měření těsta za přídavku monoacylglycerolu C 12 jsme dospěli k tomu, že v porovnání s těstem bez přídavku monoacylglycerolu má toto těsto větší vaznost (HYDHA), potřebuje delší dobu na vývin (TPrMax), má větší stabilitu (Tol) a z toho vyplývající znatelně pomalejší měknutí (D250, D 450). Také maximální hodnota naměřeného tlaku je znatelně menší (PrMax).

2) Porovnání největších odchylek mezi těsty:

Těsto za přídavku monoacylglycerolu Ireks Enzyma má prokazatelně větší vaznost než ostatní těsta. Největší rozdíl je vidět oproti těstu bez přídavku monoacylglycerolu a s monoacylglycerolem C 18.

Těsto za přídavku monoacylglycerolu Ireks Enzyma potřebuje podstatně delší čas na vývin těsta, což je výhodou, jelikož není nutno při zpracování jednotlivé technologické operace (např. míchání, zrání) zkracovat. Pokud by potřebovalo kratší čas na vývin, bylo by nutno např. míchání, či hnětení těsta časově zkrátit. Největší rozdíl je opět vidět oproti těstu bez přídavku monoacylglycerolu a s přídavkem monoacylglycerolu C 18.

Těsto za přídavku monoacylglycerolu C 12 vykazovalo největší stabilitu těsta a tomu odpovídající i hodnoty podstatně pomalejšího změknutí těsta oproti ostatním těstům. Největší rozdíl je vidět oproti těstu s přídavkem monoacylglycerolu C 18.

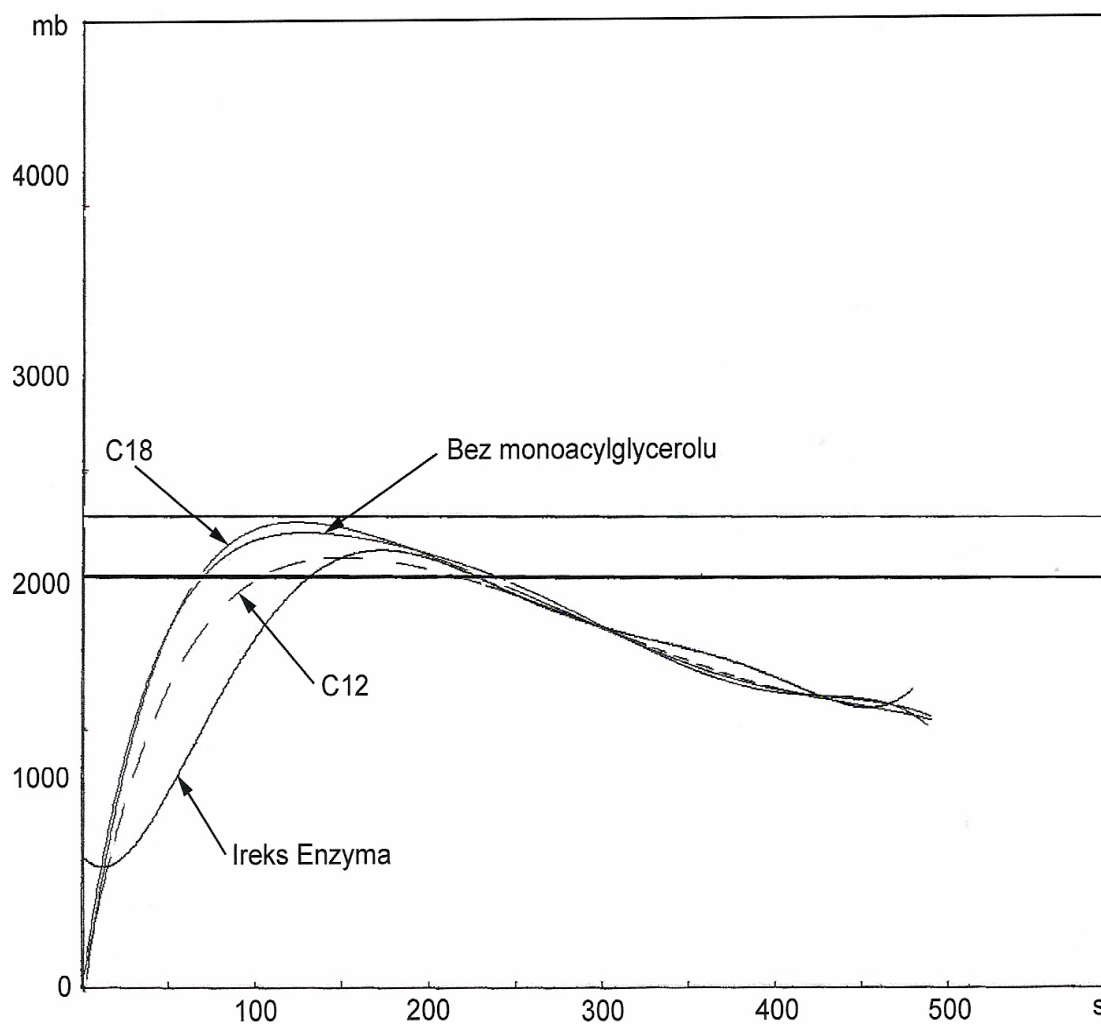
Tab. 6. Výsledky měření získané z alveografické zkoušky

ALVEO CH	Bez monoacylglycerolu	C 18	Ireks Enzymba	C 12
P	107 mm H ₂ O	111 mm H ₂ O	112 mm H₂O	104 mm H ₂ O
L	75 mm	66 mm	65 mm	71 mm
G	19.2	18.1	18.0	18.8
W	284 10E-4J	270 10E-4J	266 10E-4J	266 10E-4J
P/L	1.44	1.67	1.71	1.45
Ie	55.3 %	54.6 %	54.2 %	55.0 %
W (40)	185 10E-4J	189 10E-4J	190 10E-4J	177 10E-4J

Výsledky z Alveo CH (viz Tab.6.)

- největší pevnost (P) vykázalo těsto s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzymba, dále pak těsto s přidavkem monoacylglycerolu C 18
- největší tažnost (L) vykázalo těsto bez přidavku monoacylglycerolu, dále pak těsto s přidavkem monoacylglycerolu C 12
- největší index nafouknutí (G) vykázalo těsto bez přidavku monoacylglycerolu, dále pak těsto s přidavkem monoacylglycerolu C 12
- největší energii (pekařskou sílu mouky - W), nebo-li práci nezbytnou k deformaci bubliny až k prasknutí bylo nutno vynaložit u těsta bez přidavku monoacylglycerolu
- nejmenší index elasticity (Ie) vykázalo těsto bez přidavku monoacylglycerolu, dále pak těsto s přidavkem monoacylglycerolu C 12

Obr. 7. doc. Graf konzistografických křivek měřených na Alveokonzistografu



Závěr:

Z daných výsledků je vidět, že nejlepší vlastnosti má těsto s přidavkem monoacylglycerolu C 12, a to hlavně díky své stabilitě a pomalému měknutí.

9.1.3 Výsledky měření penetrace střídy toastových chlebů

Výsledné hodnoty z penetrometrického měření, které byly prováděny na toastových chlebech bez a s přidavkem jednotlivých druhů monoacylglycerolů na penetrometru ve firmě Ireks Enzyma a které nám slouží k určení měkkosti daného pečiva, byly získány zprůměrováním hodnot naměřených v šesti měřeních.

Dané výsledky jsou uvedeny v (Tab. 7):

Tab. 7. Výsledné hodnoty z penetrometrického měření

Vzorek	Přídavná látka	Naměřené hodnoty [mm]
1	bez monoacylglycerolu	7,40 mm
2	Ireks Enzyma	8,28 mm
3	C 12	6,75 mm
4	C 18	6,62 mm

Závěr:

Zjištěné hodnoty z penetrometru znamenají to, že čím je hodnota penetrace vyšší, tím je měřený vzorek měkčí. Tělísko, které během měření proniká do střídy vzorku, působí na všechny vzorky stejnou silou, a čím hlouběji pronikne, tím je pak hodnota penetrace vyšší. To znamená, že nejměkčí byl vzorek s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, dále vzorek bez přidavku monoacylglycerolu, dále vzorek s přidavkem monoacylglycerolu C 12 a nejmenší měkkost prokázal vzorek s přidavkem monoacylglycerolu C 18.

9.2 Výsledky senzorických analýz

V rámci této kapitoly bude v první řadě pojednáno o vyhodnocení první a druhé řady vánoček bez a za přídavku jednotlivých druhů monoacylglycerolů 2. a 3. den po upečení. Dále je zde také pojednáno o vyhodnocení toastových chlebů 5. den po upečení a rohlíků 3. den po upečení a také vyhodnocení těst na výše zmíněné pekárenské výrobky a posouzení samotných pekárenských výrobků ihned po upečení.

9.2.1 Výsledky první řady hodnocení vánoček po výrobě

Výsledky pořadového testu preferencí (součty pořadí) pokusných vánoček první skupiny jsou uvedeny v (Tab. I) v P I. Test byl formulován tak, že čím vyšší součet pořadí, tím nižší preference vzorek získal.

S 95 % spolehlivostí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly v preferencích mezi srovnávanými vánočkami. Jako nejlepší byl hodnocen vzorek B (vánočka s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, 0,2 % hm.), následoval vzorek C (vánočka s přídavkem monoacylglycerolu C 18, 0,2 % hm.) a D (vánočka s přídavkem monoacylglycerolu C 18, 0,1 % hm.) a jako nejhorší byl shledán vzorek A (vánočka bez přídavku monoacylglycerolu, tzv. kontrola). Statisticky významné rozdíly však shledány v preferencích nebyly.

Výsledky hodnocení na základě jakostní stupnice u pokusných vánoček první skupiny lze najít v (Tab. II) v P I. Výsledky jsou uvedeny tak, že u každého vzorku u každého jakostního stupně je uveden počet hodnotitelů, kteří daný jakostní stupeň u daného vzorku zvolili.

Na hladině významnosti 5 % nebyl shledán statisticky významný rozdíl v celkové (komplexní) jakosti mezi srovnávanými vánočkami. Je tedy možné akceptovat tvrzení, že srovnávané vzorky mají obdobnou jakost.

Dále byly provedeny párové porovnávací testy mezi vzorky kontrola – Ireks Enzyma, kontrola – C 18 (0,2 % hm.), kontrola – C 18 (0,1 % hm.), Ireks Enzyma (0,2 % hm.) – C 18 (0,2 % hm.), Ireks Enzyma (0,2 % hm.) – C 18 (0,1 % hm.), C 18 (0,2 % hm.) – C 18 (0,1 % hm.). Test byl formulován tak, že čím vyšší preference vzorek u hodnotitelů získal, tím vyšší je součet bodů. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí hodnotitelů pro jednotlivé vzorky vánoček první řady jsou uvedeny v (Tab. III-V) v P I.

V tomto testu byly společně hodnoceny vánočky s rozdílnými přídávky monoacylglycerolu nebo bez přídávku monoacylglycerolu s daným monoacylglycerolem. S 95 % spolehlivostí lze říci, že:

- vzorek Ireks Enzyma (0,2 % hm.) je preferovanější než vzorek kontrola. Hodnotitelé tedy preferují v tomto případě vánočku s přídávkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma než vánočku bez přídávku monoacylglycerolu.
- vzorek Ireks Enzyma (0,2 % hm.) je vláčnější, vlhčí než vzorek kontrola. Hodnotitelé tedy preferují v tomto případě vánočku s přídávkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma než vánočku bez přídávku monoacylglycerolu.
- vzorek Ireks Enzyma (0,2 % hm.) je lépe polykatelnější než vzorek kontrola. Hodnotitelé tedy preferují v tomto případě vánočku s přídávkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma než vánočku bez přídávku monoacylglycerolu.

9.2.2 Výsledky druhé řady hodnocení vánoček po výrobě

Ve druhé sérii pokusů byl proveden pořadový test preferencí, který představuje velmi citlivou metodou z hlediska hodnotitelů, která je schopna se zvolenou spolehlivostí rozlišit preference hodnocených vzorků. Pořadí do jisté míry záleží také na subjektivním posouzení každého z hodnotitelů. Součty pořadí jsou uvedeny v (Tab. VI) v P II.

Pomocí Friedmanova testu bylo prokázáno, že na zvolené hladině významnosti existují statisticky významné rozdíly v preferencích hodnocených vzorků vánoček. Statisticky významné rozdíly byly následným testem v této řadě prokázány mezi vzorky A a C. Za nejlepší vánočku byla označena vánočka A (vánočka za přidavku monoacylglycerolu C 18, 0,2 % hm), který se lišil v preferencích od vánoček B (vánočka za přidavku monoacylglycerolu C 18, 0,1 % hm.) a D (vánočka bez přidavku monoacylglycerolu, tzv. kontrola). Nejhůře byl hodnocen vzorek C (vánočka za přidavku monoacylglycerolu Ireks Enzyma, 0,2 % hm.).

Z výsledku pořadového testu preferencí přesvědčivě vyplynulo, že spotřebitelé dávají přednost vánočkám A, B, do kterých byl přidán monoacylglycerol C 18 (0,2 % hm., 0,1 % hm.) nebo klasické vánočce (D) bez přidavku monoacylglycerolu. Jediné co většinou vytýkali hodnotitelé vánočkám, do kterých byl přidán monoacylglycerol C 18 (0,2 % hm., 0,1 % hm.), byla jejich mírná lepivost, a u vánočky bez přidavku monoacylglycerolu byl zmíněn kvasniční zápach. Jako nejméně preferovaná byla hodnocena (vánočka s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, 0,2 % hm.). Tento monoacylglycerol nemá takovou čistotu jako monoacylglycerol C 18, a navíc má strukturu prášku na rozdíl od monoacylglycerolu C 18, který má konzistenci měkkých vloček.

V (Tab. VII) v P II jsou uvedeny výsledky hodnocení znaku celková jakost na základě kategorové jakostní stupnice u vzorků vánoček druhé řady. Výsledky jsou uvedeny tak, že u každého vzorku a u každého jakostního stupně je uveden počet hodnotitelů, kteří daný jakostní stupeň u daného vzorku zvolili.

Na hladině významnosti 5 % byl shledán statisticky významný rozdíl v celkové (komplexní) jakosti mezi srovnávanými vánočkami. Statisticky významné rozdíly byly mezi vzorky C 18 (0,2 % hm.) - Ireks Enzyma (0,2 % hm.), Ireks Enzyma (0,2 % hm.) - kontrola.

Dále byly provedeny párové porovnávací testy mezi vzorky C 18 (0,2 % hm.) – C 18 (0,1 % hm.), C 18 (0,2 % hm.) – Ireks Enzymba (0,2 % hm.), C 18 (0,2 % hm.) – kontrola, C 18 (0,1 % hm.) – Ireks Enzymba (0,2 % hm.), C 18 (0,1 % hm.) – kontrola, Ireks Enzymba (0,2 % hm.) – kontrola. Test byl formulován tak, že čím vyšší preference vzorek u hodnotitelů získal, tím vyšší je součet bodů. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí hodnotitelů pro jednotlivé vzorky vánoček druhé řady jsou uvedeny v (Tab. VIII-X) v P II.

V tomto testu byly společně hodnoceny vánočky s rozdílnými přísávkami monoacylglycerolu nebo bez přísávky monoacylglycerolu s daným monoacylglycerolem. S 95 % spolehlivostí lze říci, že:

- vzorek C 18 (0,2 % hm.) je preferovanější než vzorek Ireks Enzymba (0,2 % hm.).

Hodnotitelé tedy preferují v tomto případě vánočku s přísávkou monoacylglycerolu

C 18 než vánočku s přísávkou monoacylglycerolu Ireks Enzymba.

- vzorek kontrola je vláčnější, vlhčí než vzorek Ireks Enzymba (0,2 % hm.).

Hodnotitelé tedy preferují v tomto případě vánočku bez přísávky monoacylglycerolu než vánočku s přísávkou monoacylglycerolu Ireks Enzymba.

- vzorek Ireks Enzymba (0,2 % hm.) je lépe polykatelnější než vzorek

C 18 (0,2 % hm.). Hodnotitelé tedy preferují v tomto případě vánočku s přísávkou monoacylglycerolu Ireks Enzymba než vánočku s přísávkou monoacylglycerolu

9.2.3 Výsledky druhé řady vánoček hodnocených 3. den po výrobě

Nejlépe pro svoji vláčnost, měkkost a čerstvost byly hodnoceny vánočky za použití přídatku monoacylglycerolu Ireks Enzyma (0,2 % hm.) (B) a za použití přídatku monoacylglycerolu C18 (ve formě měkkých vloček, 0,1 % hm.) (D). Vzhled vzorků těchto vánoček byl při nárroji celistvý a skoro nedrobivý. Vláčnost byla zkoumána i dotykem, kdy po dotyku ve vzorcích těchto vánoček zůstávaly otisky prstů.

Nejhůře byl hodnocen vzorek vánočky bez přídatku monoacylglycerolu (A). Který po sensorické zkoušce byl hodnocen jako sypký, při nárroji značně drobivý, při skusu suchý. Při sensorické zkoušce byly okraje vánočky bez monoacylglycerolu hodnoceny jako úplně suché.

Vzorek vánočky s přídatkem monoacylglycerolu C18 (ve formě měkkých vloček, 0,2 % hm.) (C) byl hodnocen 2. den při sensorické zkoušce jako nejvláčnější, ale 3. den připadal hodnotitelům méně vláčný než vzorek vánočky s přídatkem monoacylglycerolu C18 (ve formě měkkých vloček, 0,1 % hm.) (D).

Hodnotitelé také hodnotili zápach po droždí, kdy znatelnější zápach byl u vzorku vánočky bez monoacylglycerolu (A) než u zbývajících vzorků vánoček za použití monoacylglycerolů (B, C, D). Vzorek vánočky s přídatkem monoacylglycerolu C18 (ve formě měkkých vloček, 0,1 % hm.) byl hodnocen jako nejméně zapáchající po droždí.

Doporučení:

Díky lepší viditelnosti účinků jednotlivých druhů monoacylglycerolů na vánočky bylo tedy doporučeno spíše hodnotit jednotlivé vzorky vánočky až 3. den po upečení, jelikož je na nich lépe poznat účinek monoacylglycerolů, tzn. lépe se na nich rozpozná vláčnost mezi jednotlivými vzorky.

9.2.4 Výsledky první řady hodnocení těst a hotových výrobků u toastových chlebů a rohlíků ihned po výrobě

Ve firmě Ireks Enzyma v Brně byl hodnocen jednak vliv jednotlivých druhů monoacylglycerolů na těsto jako takové a dále pak na hotové výrobky (toastové chleby a rohlíky).

a) hodnocení těst

- na začátku zrání bylo těsto za přídavku monoacylglycerolu Ireks Enzyma hodnoceno jako nejvláčnější, nejtažnější, nevlhčí; těsto za přídavku monoacylglycerolu C 12 jako dostatečně vláčné, tažné, dostatečně vlhké; těsto za přídavku monoacylglycerolu C 18 a těsto bez přídavku monoacylglycerolu za spíše sušší
- v průběhu zrání došlo k vyrovnání vlastností těst s přídavkem monoacylglycerolu C 12 a s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, a to jednak ve vláčnosti ale i v tažnosti a tuhosti; těsto za přídavku monoacylglycerolu C 18 bylo hodnoceno jako tažné, pružné, stabilní

(pozn. pro pekaře jsou u těsta nejdůležitější: tažnost, pružnost a suchost)

b) hodnocení pečiva

Hodnocení objemu pečiva a vlivu monoacylglycerolů na objem pečiva– rohlíky, toastové chleby při kynutí:

- největší objem vykázal vzorek za přídavku monoacylglycerolu Ireks Enzyma, výrazné zlepšení
- C 12 se hodně blížila objemově vzorku s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, malé zlepšení
- C 18 vykázal nejmenší objem, spíše zhoršení
- tzv.kontrola vykázala o něco větší objem než vzorek za přídavku C 18

Hodnocení tuhosti pečiva – rohlíky, toastové chleby:

- nejměkčí byl vzorek s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma
- vzorky C 18, C 12 a tzv.kontrola byly tužší, pevnější

Hodnocení síly střídky – rohlíky, toastové chleby:

- vzorky za přidavku monoacylglycerolu Ireks Enzyma a C 12 vykazovaly velkou sílu těsta vzorek C 18 vykazoval malou sílu těsta
- tzv.kontrola vykazovala dostatečnou sílu těsta
(u toastových chlebů to nebylo dostatečně průkazné)

Hodnocení drobivosti střídky:

- u toastových chlebů – byla drobivost takřka stejná u všech vzorků
- u rohlíků – k drobivosti nedocházelo u všech vzorků

Hodnocení plastičnosti, vláčnosti, šťavnatosti – rohlíky, toastové chleby:

- vzorky s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma a C 12 byly hodnoceny jako dostatečně plastické, vláčné, šťavnaté
- u vzorku s přidavkem monoacylglycerolu C 18 byla zhodnocena dobrá vláčnost
- tzv.kontrola byla hodnocena jako nejsušší

Závěr:

Vzorky rohlíků a toastových chlebů za přidavku Ireks Enzyma a dále pak za přidavku monoacylglycerolu C 12 byly hodnoceny nejlépe ve všech vlastnostech. Pokud bychom chtěli hodnotit jen vliv monoacylglycerolů na objem výrobku, tak se doporučuje testovat jejich vliv na toastových chlebech. Vliv monoacylglycerolů zde byl hodnocen jako nejprůkaznější.

9.2.5 Výsledky hodnocení rohlíků 2. den po upečení

Dané sensorické hodnocení rohlíků s přídavkem a bez přídavku jednotlivých druhů monoacylglycerolů bylo provedeno hodnotiteli z řad zaměstnanců na UTB FT ve Zlíně.

Výsledky sensorického hodnocení:

a) *nakynutí*

- nejlépe nakynul rohlík za přídavku monoacylglycerolu C 12, dále rohlík za přídavku monoacylglycerolu Ireks Enzymba, rohlík za přídavku monoacylglycerolu C 18 a nejméně nakynul rohlík bez přídavku monoacylglycerolu.

b) *suchost, vláčnost, textura*

- jako nejvíce tuhý, suchý a houževnatý byl zhodnocen hodnotiteli rohlík bez přídavku monoacylglycerolu, dále rohlík s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzymba, rohlík s přídavkem monoacylglycerolu C 18 a nejlépe byl hodnocen rohlík za přídavku monoacylglycerolu C 12.

c) *chuť a vůně*

- jako nejlepší v chuti a vůni byl hodnocen rohlík s přídavkem monoacylglycerolu C 18, dále rohlík s přídavkem monoacylglycerolu C 12, rohlík s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzymba a nejhůře byl hodnocen rohlík bez přídavku monoacylglycerolu.

Závěr:

Z hodnocení vyplývá pozitivní závěr, a to že naše vzorky rohlíků za přídavku monoacylglycerolů C 12 a C 18 byly velmi dobře hodnoceny. Byly nejméně rovnocenné se vzorkem rohlíku za přídavku monoacylglycerolu Ireks Enzymba.

9.2.6 Výsledky hodnocení toastových chlebů 5. den po upečení

Ve první sérii pokusů byl proveden pořadový test preferencí. Součty pořadí jsou uvedeny v (Tab. XI) v P III.

S 95 % spolehlivostí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly v preferencích mezi srovnávanými toastovými chleby. Jako nejlepší byl hodnocen vzorek C (toastový chléb s přídavkem monoacylglycerolu C 12), následoval vzorek D (toastový chléb s přídavkem monoacylglycerolu C 18) a B (toastový chléb s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyna) a jako nejhorší byl shledán vzorek A (toastový chléb bez přídavku monoacylglycerolu, tzv. kontrola). Statisticky významné rozdíly však shledány v preferencích nebyly.

V (Tab. XII-XVII) v P III jsou uvedeny výsledky hodnocení znaku celková jakost na základě kategorové jakostní stupnice u vzorků toastových chlebů první řady. Výsledky jsou uvedeny tak, že u každého vzorku a u každého jakostního stupně je uveden počet hodnotitelů, kteří daný jakostní stupeň u daného vzorku zvolili.

U senzorických znaků tvrdost, suchost, v šŕavnatosti, v schopnosti střídky absorbovat sliny, nasákavosti, v celkové jakosti, v textuře nebyl na hladině významnosti 5 % shledán statisticky významný rozdíl v těchto znacích. Je tedy možné akceptovat tvrzení, že srovnávané vzorky toastových chlebů se od sebe neliší.

Dále byly provedeny párové porovnávací testy mezi vzorky kontrola – Ireks Enzyna, kontrola – C 18, C 12 – C 18. Test byl formulován tak, že čím vyšší preference vzorek u hodnotitelů získal, tím vyšší je součet bodů. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí hodnotitelů pro jednotlivé vzorky toastových chlebů první řady jsou uvedeny v (Tab. VIII-XX) v P III.

Na základě provedeného párového porovnávacího testu preferencí mezi dvojicemi vzorků kontrola – Ireks Enzyna, kontrola – C 18, C 12 – C 18 lze s 95 % spolehlivostí říci, že vzorky toastových chlebů byly v přijatelnosti (preferovanosti) hodnoceny jako obdobné. Hodnotitelé tedy preferují jednotlivé vzorky toastových chlebů téměř totožně.

9.3 Výsledky chemické analýzy

9.3.1 Chemická analýza vánočky

V této části se budeme zabývat hodnotami sušiny u vánoček bez a s přísady jednotlivých druhů monoacylglycerolů získaných ze dvou pečení.

Vyhodnocení sušiny u I.a II. řady vánoček

Získané hodnoty sušiny byly statisticky vyhodnoceny. K vyhodnocení údajů byl použit Kruskal-Wallisův test analýzy rozptylu při 5% hladině významnosti (95% spolehlivost). Hodnoty sušiny získané ze dvou měření sušiny vánoček znázorňují následující dvě tabulky.

Tab. 8. Výsledky chemické analýzy I.řady vánoček zjištěné laboratorními zkouškami druhý

Vzorky	Přidatné látky	I.řada [% hm]
A	bez přísady MOAC	38,40 ± 0,09
B	Ireks Enzyma (0,2 % hm.)	37,80 ± 0,13
C	C 18 (0,2 % hm.)	37,90 ± 0,11
D	C 18 (0,1 % hm.)	37,20 ± 0,08

den po upečení

Tab. 9. Výsledky chemické analýzy II.řady vánoček zjištěné laboratorními zkouškami druhý den po upečení

Vzorky	Přidatné látky	II.řada [% hm]
A	C 18 (0,2 % hm.)	36,50 ± 0,35
B	C 18 (0,1 % hm.)	35,90 ± 0,04
C	Ireks Enzyma (0,2 % hm.)	36,50 ± 0,03
D	bez přísady MOAC	36,50 ± 0,06

Úkolem chemické analýzy bylo zjistit, zda a jak ovlivňuje přidavek jednotlivých druhů monoacylglycerolů hodnocení jednoho ze sensorických znaků, a to je vláčnost. Z daných tabulek je vidět, hlavně při prvním měření, že přidavek monoacylglycerolu má vliv na údržnost vláčnosti těsta. Největší vliv měl přidavek monoacylglycerolu C 18 (0,1 % hm.), dále přidavek monoacylglycerolu C 18 (0,2 % hm.) a monoacylglycerolu Ireks Enzyma (0,2 % hm.) a nejhůře si udržovala vláčnost (údržnost vody) vánočka bez přídavku monoacylglycerolu. Dané výsledky byly také zkoumány při sensorických zkouškách, kde se také potvrdil příznivý účinek přídavku jednotlivých druhů monoacylglycerolu.

ZÁVĚR

V závěru mé diplomové práce bych okomentovala vliv jednotlivých druhů monoacylglycerolů na těsto a na pekárenské výrobky.

Byla provedena reologická měření a posouzení těst bez přídavku monoacylglycerolu a s přídavkem jednotlivých druhů monoacylglycerolů na rotačním viskozimetru Bohlin Gemini, kde byl zkoumán vliv na elasticitu, viskozitu a na komplexní viskozitu těsta. V rámci tohoto měření bylo zjištěno, že nejlepší vlastnosti vykázalo těsto s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma. Přídavek monoacylglycerolu Ireks Enzyma (ve formě prášku) způsobil výrazné zvýšení modulů soufázového i ztrátového v celém rozsahu měřených frekvencí.

Dále bylo provedeno také srovnávací měření těst bez přídavku monoacylglycerolu a s přídavkem jednotlivých druhů monoacylglycerolů na Alveokonzistografu ve firmě Ireks Enzyma v Brně. Toto měření bylo prováděno z důvodu srovnání výsledků naměřených na rotačním viskozimetru a také hlavně proto, že tento postup má větší uplatnění v pekárnách. Při tomto měření byl použit navíc, jako další vzorek těsto s přídavkem monoacylglycerolu C 12. Tento přídavek vykázal nejlepší účinek na vlastnosti těsta, a to hlavně na jeho stabilitu a pomalejší změknutí. Jako druhé bylo nejlépe hodnoceno těsto s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma a to hlavně ve vaznosti.

Výsledky získané z alveografických zkoušek se nepovažují za rozhodující, jelikož slouží pouze k dokreslení vlastností těsta. Při alveografické zkoušce je důležitá hodnota pevnost a tažnost těsta. Největší pevnost mělo těsto s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma. Hodnota tažnosti se ale dá ovlivnit větším či menším přídavkem vody. Pro pekaře jsou důležité vlastnosti těsta a mouky, které byly získány z konzistografické zkoušky.

Bylo provedeno sensorické hodnocení a hodnocení jakostních znaků vzorků vánoček, toastových chlebů a rohlíků vyrobených bez nebo s přídavkem jednotlivých druhů monoacylglycerolů. Výsledky hodnocení ukázaly, že spotřebitelé preferují pekárenské výrobky (vánočky, toastové chleby a rohlíky) s přídavky monoacylglycerolů.

Sensorická jakost byla hodnocena obecně jako lepší u vzorků vánoček obou hodnocených s přídavky monoacylglycerolu. U vánoček I. řady byly nejlépe hodnoceny vánočky s přídavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, a to ve všech posuzovaných znacích (prefe-

rovanost; vláčnost, vlhkost; polykatelnost), u vánoček II. řady s přidavkem monoacylglycerolu C 18 (0,1 % hm.).

Při tomtéž hodnocení II. řady vánoček hodnocených následující den byly opět nejlépe hodnoceny vánočky za přidavku monoacylglycerolu Ireks Enzyma. Z toho vyplývá, že přidavek monoacylglycerolu Ireks Enzyma udržuje delší trvanlivost než monoacylglycerol C 18.

Výsledky hodnocení toastových chlebů a rohlíků ihned po výrobě ukázaly, že nejlépe vliv mají na toastové chleby a rohlíky monoacylglyceroly Ireks Enzyma a C 12, a to jak v nakynutí, měkkosti, síle střídky tak i vláčnosti.

Vzorky toastových chlebů hodnoceny 5. den po upečení vykázaly nejlepší účinek přidavku monoacylglycerolu C 12. K témuž závěru jsme dospěli při hodnocení rohlíků 3. den po upečení.

V rámci chemické analýzy bylo zjištěno, že přidavek jednotlivých druhů monoacylglycerolů ovlivňuje vlhkost. Největší vliv měl přidavek monoacylglycerolu C 18 (0,1 % hm.), dále přidavek monoacylglycerolu C 18 (0,2 % hm.) a monoacylglycerolu Ireks Enzyma (0,2 % hm.) a nejhůře si udržovala vláčnost (údržnost vody) vánočka bez přidavku monoacylglycerolu.

Z výsledků diplomové práce vyplynulo:

- přidavek použitých (definovaných) druhů monoacylglycerolů má pozitivní vliv na reologické vlastnosti těsta,
- při senzorigickém hodnocení se ukázalo, že nejlepší vliv má na dané pekárenské výrobky přidavek monoacylglycerolu Ireks Enzyma a monoacylglycerolu C 12,
- v rámci chemické analýzy byl prokázán pozitivní vliv přidavku jednotlivých druhů monoacylglycerolů na vláčnost vánoček.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Alexander, R.J. 1998: Sweeteners Nutritive, AACC, St. Paul, USA.
- [2] Auerman, L.J. Technologija chlebopekarnogo proizvodstva. Piščevaja promyšlennost'. Moskva, 1972.
- [3] Bee, R., Davies, E., Dickinson, E.. Orthokinetic destabilization of emulsions by satu rated and unsaturated monoglycerides, International Dairy Journal, 11, 2001, 827-836.
- [4] Bretschneider, R..*Technologie cukru*. Praha: SNTL Praha, 1980. 432 s.
- [5] Buňka, F., Pavlínek, V., Hrabě, J., Otakar, R., Galářová, B., Rahula, J., Krejčí, J. Vliv přídatku 1-monoacylglycerolů na konzistenci plnotučných tavených sýrů. In Mléko a sýry 2006. Praha 25.-26.1. 2006. – v tisku.
- [6] Campbell, G.M., Shah, P., 1999. Entrainment and disentrainment of air during bread dough mixing, and their effect on scale-up of dough mixers. In: Campbell, G.M., Webb, C., Pandiella, S.S., Niranjan, K. (Eds.), Bubbles in Food, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA.
- [7] Del Vecchio, A.J. 1975: Emulsifiers and their use in soft wheat products, The Baker Digest, 49, August.
- [8] Dobraszczyk, B.J., 1997. Development of a new dough inflation system to evaluate doughs. Cereal Foods World 42, 516-519.
- [9] Dobraszczyk, B.J., Morgenstern, M.P. Rheology and the breadmaking process, 38, 2003, 229-245.
- [10] Dobraszczyk, B.J., Roberts, C.A., 1994. Strain hardening and dough gas cell-wall failure in biaxial extension. Journal of Cereal Science 20, 265-274.
- [11] Dobraszczyk, B.J., Smewing, J., Albertini, M., Maesmans, G., Schofield, J.D., 2003. Extensional rheology and stability of gas cell walls in bread doughs at elevated temperatures in relation to breadmaking performance. Cereal Chemistry

- 80, 218-224.
- [12] Dodok, L., Szemes, V. Laboratorně kontrolné metody pre pekárku a cukrársku prax. 1. vyd. Pezinok: Cech pekárov a cukrárov regiónu západného Slovenska ako učebný text pre Kurz pekárskych majstrov, 1998. 77 s.
- [13] Drdák, M., Studnický, J., Mórová, E., Karovičová, J. *Základy potravinářských technologií*. Bratislava: Malé centrum Bratislava, 1996. 495 s.
- [14] Ettinger, van J., Sittig, J. *Výrobce, spotřebitelé a jakost. Práce*. Praha, 1970.
- [15] Hampl, J. *Cereální chemie a technologie I*. 2.vyd. Praha: VŠCHT Praha, 1988. 241 s.
- [16] Hampl, J. a kol. *Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků*. 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1981. 232 s. ISBN: 04-818-81.
- [17] Holý, Č., Janíček, F. *Technologie pekárenství v praxi*. Praha: SNTL Praha, 1970.
- [18] Hoseney, R.C. 1991: *Cereal Chemistry*, 68, str.503.
- [19] Hrabě, J., Severová, M., Buňka, F. Vliv surovinové skladby na sensorickou jakost chleba. Vyškov: Katedra ekonomiky a hygieny výživy, FEOSL VVŠ PV, 2002. Sborník VVŠ PV. č. 2/2002.
- [20] Chandan, R. 1997: *Dairy-Based Ingredients*, AACC, St. Paul, USA.
- [21] Kadlec, P. *Technologie sacharidů*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2000. 138 s. ISBN 80-7080-400-9.
- [22] Kent, N.L., Ewers, A.D. *Technologie of Cereals*. 4.vyd. Elsevier Oxford, 1994. 334 s.
- [23] Kodet, J., Bátor, K. *Modifikované škroby, dextriny, lepidla*. Praha: SNTL Praha, 1991. 326 s.
- [24] Matz, S. *Bakery Technology and Engineering*. Westport (USA), 1963.
- [25] Matějovský, K. *Přehled pekařství, I. díl (suroviny)*. Praha: SNTL Praha, 1955.
- [26] Mouloungui, Z., Rokotondrazafy, V., Peyrou, G., Gachen, Ch., Eychenne,

- V. Pure α – monoglycerides for industrial applications, Agro-Food-Industry Hi-Tech, 1998, 10-14.
- [27] Muchová, Z., Francáková H., Bojňanská, T., Bajči, P. *Honotenie surovin a potravín rastlinného povodu*. Nitra: SPU Nitra, 1999. 215 s.
- [28] Muchová, Z., Francáková H., Bojňanská, T. *Technológia spracovania cereálií*. Nitra: VŠP Nitra, 1966. 134 s.
- [29] Müllerová, M., Chroust, F. *Pečeme moderně*. Pardubice: Kora Pardubice, 1993. 205 s.
- [30] Pelikán, Miloš. *Potravinářský zpravodaj*. 2005, roč. 6, č. 11, s. 14.
- [31] Pelikán, Miloš. *Zpracování obilovin a olejnin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. 152 s. ISBN 80-7157-195-4.
- [32] Pelikán, M., Hřivna L., Humpola, J. *Technologie sacharidů*. Brno: MZLU Brno, 1999. 152 s.
- [33] Pelikán, M., Sáková, L. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2001. 235 s. ISBN 80-7040-502-3.
- [34] Pešek, M. a kol. *Potravinářské zbožíznalství*. České Budějovice: JU ZF České Budějovice, 2000. 175 s.
- [35] Petr, J., Louda, F. *Produkce potravinářských surovin*. Praha: VŠCHT Praha, 1998. 213 s.
- [36] Poitrenaud, B. 1994, *La Levure*, v: Guinet, R., Hodin, B.: *La Panification Francaise, Technique et documentation-Lavoisier*, Paris.
- [37] Pokorný, J. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. 2. vydání. Praha: ÚZPI Praha, 1997. 196 s. ISBN: 80-85120-60-7.
- [38] Pokorný, V.L. *Pekařská mikrobiologie a biochemie*. Praha: SNTL Praha, 1956.
- [39] Pokorný a kol. *Technologie tuků*. Praha: SNTL Praha, 1986. 450 s.

- [40] Prouty, W.W. The Guidelines for a Quality Control Program, II. Process Kontrol, 1965.
- [41] Prugar, J. a kol. *Kvalita rostlinných produktů*. Praha: SZN Praha, 1977. 302 s.
- [42] Prugar, J., Hraška, Š. *Kvalita pšenice*. Bratislava: Priroda Bratislava, 1986. 220 s.
- [43] Příhoda, J. *Cereální chemie a technologie III*. Praha: VŠCHT Praha, 1991. 58 s.
- [44] Příhoda, J., Hampl, J., Karlová, S. 1971: Rheological studies of dough with the Hoesppler consistometer, *Cereal Chemistry* 48, 59-67.
- [45] Příhoda, J., Humpolíková, P., Novotná, D. *Základy pekárenské technologie*. 1. vyd. Praha: Pekař a cukrář s.r.o. odborné nakladatelství a vydavatelství, obchodní společnost Podnikatelského svazu pekařů a cukrářů v ČR, 2003. 363 s. ISBN: 80-902922-1-6.
- [46] Pyler, E.J. 1973: *Baking Science and Technology*, Siebel Publ.Co., Chicago.
- [47] Ravi, R., Manohar, R.S., Rao, P.H. (2000). *Influence of additives on the rheological characteristic and baking quality of wheat flours*. *European Food Research and Technology*, 210, 202-208.
- [48] Severová, M., Březina, P. *Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin*. Vyškov: SNTL, VVŠ PV, 1998. ISBN 80-7231-022-4.
- [49] Skoupil, J., Skalický, J. *Technologie trvanlivého pečiva*. 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1972.
- [50] Sluková, M. *Cereální chemie a technologie*. Ústav chemie a technologie sacharidů
- [51] Stauffer, C.E. 1999: *Emulsifiers*, AACC, St. Paul, USA.
- [52] Stauffer, C.E. 1990: *Functional Additives For Bakery Foods*, AVI Book, New York.
- [53] Šicho, V., Vondrážka, Z., Králová, B. *Potravinářská biochemie*. Praha: SNTL/ALFA, 1981.

- [54] Šilhánková, L. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. Praha: Victoria Publishing, a.s., 1995.
- [55] Tregubov, N. a kol. Technología škrobu a výrobkov zo škrobu. Praha: ALFA, SNTL Praha, 1986. 484 s.
- [56] Velíšek, J. Chemie potravin 1.1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [57] Venhuda, F. *Ročenka pekaře a cukráře 1996*. Praha: Podnikatelský svaz pekařů a cukrářů v České republice, 1995. s. 53-62.
- [58] Whitehurst, R.J. Emulsifiers in food technology. Group Technical Coordinator cereform Eur limited Northampton, UK. Blackwell Publishing. s. 247. s. 46-51.
- [59] Zheng, H., Morgenstern, M.P., Campanella, O.H., Larsent, N.G. Rheological properties of dough during mechanical dough development, *Journal of Cereal Science*, 32, 2000, 293-306.
- [60] ČSN ISO norma 5530-1, Pšeničná mouka – Fyzikální charakteristiky těst 1, Stanovení vaznosti a reologických vlastností na farinografu.
- [61] ČSN ISO 3093, Obiloviny, Stanovení čísla poklesu.
- [62] ČSN ISO norma 5530-2, Pšeničná mouka – Fyzikální charakteristiky těst 1, Stanovení vaznosti a reologických vlastností na extenzografu.
- [63] ČSN ISO norma 5530-4, Pšeničná mouka – Fyzikální charakteristiky těst 1, Stanovení vaznosti a reologických vlastností na alveografu.
- [64] *Journal of Cereal Science*, článek: Rheology and the breadmaking process.
- [65] Nabídkový ceník výrobků firmy Enzyna Stamag.
- [66] Potravinářský zpravodaj, číslo 3, ročník V, 2. března 2004, strana 17.
- [67] Statistický program STATK25.
- [68] Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 304/2004 Sb., v platném znění.
- [69] Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 333/1997 Sb., v platném znění.

- [70] <<http://www.cnspp.cz/cz/clenove/worwerk.html>>
- [71] <<http://www.souss.cz/webucebnice/pv/1/obiloviny.htm>>
- [72] <http://www.ekovesnický.org/strava/obiloviny_weleda.html>
- [73] <http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant_TRP/dokumenty/06.pdf>
- [74] <http://www.vvs-pv.cz/Sb_VVS_PV_2002_02_02.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MOAC	Monoacylglycerol
HMW	Vysokomolekulární hmotnost
CO ₂	Oxid uhličitý
SH	Thiol
CaCO ₃	Uhličitan vápenatý
HLB	Hydrophilic Lipophilic Balance
MAG	Monoacylglyceroly
Mze	Ministerstvo zemědělství
pH	Kyselost
(PGMS)	Propylenglykolové estery mastných kyselin
(PGE)	Polyglycerolové estery mastných kyselin
dL/Lo	Dělicí síla použitá při dělení materiálu
dL	Tlak použitý při dělení materiálu
Lo	Hloubka zářezu při dělení materiálu
NaCl	Chlorid sodný
Hz	Hertz
Pa	Pascal
C 12	1-monolaurylglycerol (MAG- C _{12:0})
C 18	1-monostearylglycerol (MAG- C _{18:0})
mb	Milibar
G′	Elastický modul pružnosti
G′′	Ztrátový modul pružnosti
%hm	Hmotnostní procenta
ALVEO CH	Konstantní hydratace

ALVEO AH	Adaptovaná hydratace
P	Pevnost
L	Tažnost těsta (lepku)
G	Index nafouknutí
W	Energie
P/L	Konfigurační poměr křivky
Ie	Index elasticity
T	Pevnost
A	Prodloužení
Ex	Roztažnost
Fb	Pečící síla
T/A	Konfigurační poměr
Iec	Stupeň elasticity
Fb (40)	Vyjádření pečící síly při dané délce
HYDHA	Upravená hydratace
KONZISTO CH	Konstantní hydratace
KONZISTO AH	Adaptovaná hydratace
PrMax	Pevnost těsta
WA	Hydratační ekvivalent k 1700 mb při vlhkosti 15 %
HYDHA	Vaznost mouky
TprMax	Vývin těsta
Tol	Stabilita těsta
D 250	Změknutí (zeslabení) těsta po 250 s
D 450	Změknutí (zeslabení) těsta po 450 s
WAC	Přesná hodnota WA obdržená v průběhu testu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Pšenice	13
Obr. 2. Žito	14
Obr. 3. Popis alveografické křivky.....	57
Obr. 4. Popis konzistografické křivky.....	59
Obr. 5. Graf srovnání G' a G'' při frekvenci 1 Hz	74
Obr.6. Graf srovnání komplexní viskozity v procentech při frekvenci 1,309 Hz.....	74
Obr. 7. Graf konzistografických křivek měřených na Alveokonzistografu.....	79

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Rozdělení látkového složení v jednotlivých částech zrna v % suš.....	11
Tab. 2. Chemické složení obilovin a mouk v %.....	16
Tab. 3. Popis jednotlivých veličin užitých v grafech při alveografických zkouškách.....	56
Tab. 4. Popis jednotlivých veličin užitých v grafech při konzistografických zkouškách.....	59
Tab. 5. Výsledky měření získané z konzistografické zkoušky.....	76
Tab. 6. Výsledky měření získané z alveografické zkoušky.....	78
Tab. 7. Výsledné hodnoty z penetrometrického měření.....	80
Tab. 8. Výsledky chemické analýzy I.řady vánoček zjištěné laboratorními zkouškami druhý den po upečení.....	90
Tab. 9. Výsledky chemické analýzy II.řady vánoček zjištěné laboratorními zkouškami druhý den po upečení.....	90

SEZNAM PŘÍLOH

- P 1: Výsledky první řady hodnocení vánoček po výrobě
- P 2: Výsledky druhé řady hodnocení vánoček po výrobě
- P 3: Výsledky hodnocení toastových chlebů 5. den po upečení
- P 4: Grafy celkových vyhodnocení pořadových testů preferencí první a druhé řady vánoček hodnocených po výrobě
- P 5: Graf celkového vyhodnocení pořadového testu preferencí toastových chlebů hodnocených po výrobě
- P 6: Vzor dotazníku pro hodnocení vánoček
- P 7: Vzor dotazníku pro hodnocení toastových chlebů
- P 8: Ukázky velikosti nakynutí toastových chlebů a rohlíků bez a s přídavkem jednotlivých druhů monoacylglycerolů ihned po upečení ve firmě Ireks Enzyma v Brně

PŘÍLOHA P I: VÝSLEDKY PRVNÍ ŘADY HODNOCENÍ VÁNOČEK PO VÝROBĚ

Tab. I. Výsledky pořadového testu preferencí pokusných vánoček po výrobě

Vzorek	kontrola	Ireks Enzymb (0,2 % hm.)	C 18 (0,2 % hm.)	C 18 (0,1 % hm.)
Součet pořadí	48	32	40	40

Tab. II. Výsledky hodnocení celkové (komplexní) jakosti vánoček první řady po výrobě

Vzorek	Jakostní stupeň				
	1	2	3	4	5
kontrola	1	4	6	5	0
Ireks Enzymb (0,2 % hm.)	1	8	6	1	0
C 18 (0,2 % hm.)	3	3	7	3	0
C 18 (0,1 % hm.)	1	5	9	1	0

Tab. III. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí

Vzorek kontrola - Ireks Enzymb (0,2 % hm.)	kontrola	Ireks Enzymb (0,2 % hm.)
Počet hodnotitelů	4	12

Tab. IV. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí (vlhkost)

Vzorek kontrola - Ireks Enzymb (0,2 % hm.)	kontrola	Ireks Enzymb (0,2 % hm.)
Počet hodnotitelů	4	12

Tab. V. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí (polykatelnost)

Vzorek kontrola - Ireks Enzymb (0,2 % hm.)	kontrola	Ireks Enzymb (0,2 % hm.)
Počet hodnotitelů	4	12

PŘÍLOHA P II: VÝSLEDKY DRUHÉ ŘADY HODNOCENÍ VÁNOČEK PO VÝROBĚ

Tab. VI. Výsledky pořadového testu preferencí hodnocených vánoček

Vzorek	C 18 (0,2 % hm.)	C 18 (0,1 % hm.)	Ireks Enzymba (0,2 % hm.)	kontrola
Součet pořadí	38	49	62	41

Tab. VII. Výsledky hodnocení celkové (komplexní) jakosti vánoček druhé řady po výrobě

Vzorek	Jakostní stupeň				
	1	2	3	4	5
C 18 (0,2 % hm.)	2	8	9	0	0
C 18 (0,1 % hm.)	2	5	12	0	0
Ireks En- zymba (0,2 % hm.)	0	4	8	7	0
kontrola	6	4	8	1	0

Tab. VIII. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí

Vzorek C 18 (0,2 % hm.) - Ireks Enzymba (0,2 % hm.)	C 18 (0,2 % hm.)	Ireks Enzymba (0,2 % hm.)
Počet hodnotitelů	15	4

Tab. IX. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí (vlhkost)

Vzorek Ireks Enzymba (0,2 % hm.) - kontrola	Ireks Enzymba (0,2 % hm.)	kontrola
Počet hodnotitelů	5	14

Tab. X. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí (polykatelnost)

Vzorek C 18 (0,2 % hm.) - Ireks Enzymba (0,2 % hm.)	C 18 (0,2 % hm.)	Ireks Enzymba (0,2 % hm.)
Počet hodnotitelů	5	14

PŘÍLOHA P III: VÝSLEDKY HODNOCENÍ TOASTOVÝCH CHLEBŮ

5. DEN PO VÝROBĚ

Tab. XI. Výsledky pořadového testu preferencí pokusných toastových chlebů po výrobě

Vzorek	kontrola	Ireks Enzyma	C 12	C 18
Součet pořadí	32	25	21	22

Tab. XII. Výsledky hodnocení tvrdosti toastových chlebů první skupiny po výrobě

Vzorek	Jakostní stupeň						
	1	2	3	4	5	6	7
kontrola	0	0	4	5	1	0	0
Ireks Enzyma	1	0	4	2	0	0	0
C 12	1	1	4	4	0	0	0
C 18	0	2	6	2	0	0	0

Tab. XIII. Výsledky hodnocení suchosti toastových chlebů první skupiny po výrobě

Vzorek	Jakostní stupeň				
	1	2	3	4	5
kontrola	2	3	4	1	0
Ireks En- zyma	0	7	1	2	0
C 12	3	1	5	1	0
C 18	1	2	4	3	0

Tab. XIV. Výsledky hodnocení šřavnatosti toastových chlebů první skupiny po výrobě

Vzorek	Jakostní stupeň						
	1	2	3	4	5	6	7
kontrola	0	0	0	2	4	4	0
Ireks Enzymb	0	0	0	2	6	2	0
C 12	0	0	1	3	4	2	0
C 18	0	0	1	2	5	2	0

Tab. XV. Výsledky hodnocení schopnosti střídky absorbovat sliny, nasákavost toastových chlebů první skupiny po výrobě

Vzorek	Jakostní stupeň				
	1	2	3	4	5
kontrola	0	3	3	1	2
Ireks Enzymb	0	2	6	1	0
C 12	0	3	5	1	0
C 18	0	3	4	2	0

Tab. XVI. Výsledky hodnocení celkové jakosti toastových chlebů první skupiny po výrobě

Vzorek	Jakostní stupeň				
	1	2	3	4	5
kontrola	1	0	4	2	0
Ireks Enzymb	0	3	4	0	0
C 12	0	0	7	0	0
C 18	0	3	5	0	0

Tab. XVII. Výsledky hodnocení textury toastových chlebů první skupiny po výrobě

Vzorek	Jakostní stupeň				
	1	2	3	4	5
kontrola	0	3	5	2	0
Ireks En- zyma	0	1	8	0	0
C 12	1	2	7	0	0
C 18	0	2	8	0	0

Tab. XVIII. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí

Vzorek kontrola - Ireks Enzyma	kontrola	Ireks Enzyma
Počet hodnotitelů	2	8

Tab. XIX. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí

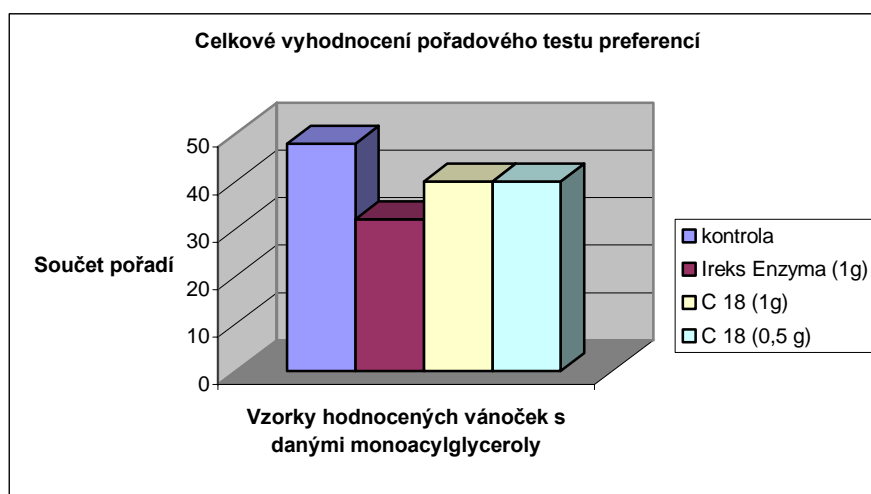
Vzorek kontrola - C 18	kontrola	C 18
Počet hodnotitelů	2	8

Tab. XX. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí

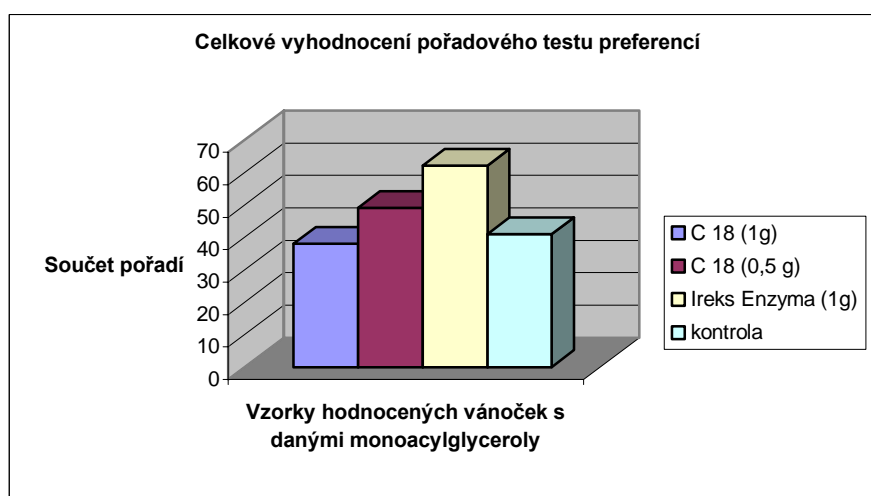
Vzorek C 12 - C 18	C 12	C 18
Počet hodnotitelů	6	4

PŘÍLOHA P IV: GRAFY CELKOVÝCH VYHODNOCENÍ POŘADOVÝCH TESTŮ PREFERENCÍ PRVNÍ A DRUHÉ ŘADY VÁNOČEK HODNOCENÝCH PO VÝROBĚ

Obr. I. Graf celkového vyhodnocení pořadového testu preferencí
první řady vánoček hodnocených po výrobě

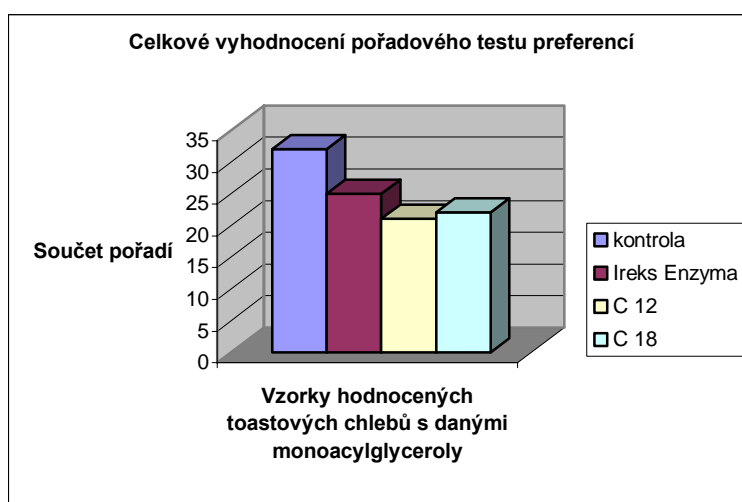


Obr. II. Graf celkového vyhodnocení pořadového testu preferencí
druhé řady vánoček hodnocených po výrobě



PŘÍLOHA P V: GRAFY CELKOVÝCH VYHODNOCENÍ POŘADOVÝCH TESTŮ PREFERENCÍ TOASTOVÝCH CHLEBŮ HODNOCENÝCH PO VÝROBĚ

Obr. III. Graf celkového vyhodnocení pořadového testu preferencí toastových chlebů hodnocených po výrobě



PŘÍLOHA P VI: VZOR DOTAZNÍKU PRO HODNOCENÍ VÁNOČEK

Senzorické hodnocení vánoček

Hodnotitel:

Dne:

Čas:

Proveďte senzorické hodnocení 4 předložených vzorků vánoček označených kódy A, B, C, D

1. Proveďte pořadový test preferencí v pořadí 1 až 4 tak, že nejpreferovanější vzorek označíte číslem 1 a nejméně preferovaný číslem 4.

Označení vzorku kódem	A	B	C	D
Pořadí preference				

2. Proveďte celkové (komplexní) hodnocení jakosti vánoček dle stupnice v níže uvedené tabulce. Výsledné hodnocení jakosti proveďte zakřížkováním v příslušné kolonce.

Vzorek	vynikající	velmi dobrá	dobrá, průměrná	špatná, nevhovující	velmi špatná
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					

3. Proveďte párový preferenční test u následujících dvojic vzorků. Preferovanější výrobek zakroužkujte.

Dvojice vzorků: A – B A – C A – D
 B – C B – D C – D

PŘÍLOHA P VII: VZOR DOTAZNÍKU PRO HODNOCENÍ TOASTOVÝCH CHLEBŮ

Jméno:

Datum:

U 4 předložených vzorků chleba proveďte hodnocení:

1. Seřadte vzorky podle pořadového testu preferencí do pořadí od č.1 (nejpreferovanější) až po č. 4 (nejméně preferovaný)

Označení vzorku	A	B	C	D
Pořadí				

2. Proveďte párový preferenční test u následujících dvojic vzorků a zakroužkujte přijatelnější (preferovaný vzorek)

Pár vzorků A nebo B

Pár vzorků A nebo D

Pár vzorků C nebo D

HODNOCENÍ KONZISTENCE CHLEBA

1. Hodnocení konzistence chleba při prvním kousnutí (díleční profily)

a) **Tvrdość chleba** dle následující stupnice. Odpovídající hodnocení zakřížkujte

Vzorek	Příliš měkký	Velmi měkký	Měkký	Středně tvrdý	Tvrďší	Velmi tvrdý	Neobyčejně tvrdý
	1	2	3	4	5	6	7
A							
B							
C							
D							

b) **Suchost chleba**

Vzorek	Velmi suchý	Suchý	Středně suchý	Vlhký	Velmi vlhký
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					

2. Hodnocení konzistence během žvýkánía) **Šťavnatost chleba**

Vzorek	Neobyčejně vysoká	Velmi značná	Dostí vysoká	Prostřední	Dostí malá	Velmi malá	Neobyčejně malá
	1	2	3	4	5	6	7
A							
B							
C							
D							

b) **Schopnost střídky absorbovat sliny, nasákavost**

Vzorek	Velmi značná	Dosti velká	Průměrná	Dosti malá	Velmi malá
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					

3. Celkové (komplexní) hodnocení jakosti a textury chleba

Na hodnocení použijte přiloženou pětibodovou kategorovou stupnici.

Celkové hodnocení jakosti proveďte označením v příslušné kolonce **O** a

textury označením **X**

Vzorek	Vynikající	Velmi dobrá	Dobrá, průměrná	Špatná, nevyhovující	Velmi špatná
	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					

PŘÍLOHA P VIII: UKÁZKY VELIKOSTI NAKYNUTÍ TOASTOVÝCH CHLEBŮ A ROHLÍKŮ BEZ A S PŘÍDAVKEM JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ MONOACYLGLYCEROLŮ IHNED PO UPEČENÍ VE FIRMĚ IREKS ENZYMA V BRNĚ

Obr. IV. Rozdíly v nakynutí toastových chlebů po přidavku jednotlivých monoacylglycerolů (zleva- toastový chleba s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, zprava-toastový chleba s přidavkem monoacylglycerolu C 12).



Obr. V. Rozdíly v nakynutí toastových chlebů po přidavku jednotlivých monoacylglycerolů (zprava- toastové chleby bez přidavku monoacylglycerolu, toastové chleby s přidavkem monoacylglycerolu C 18, toastové chleby s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma).



Obr. VI. Rozdíly v nakynutí rohlíků po přidavku jednotlivých monoacylglycerolů (v první řadě dál od nás-rohlíky bez přidavku monoacylglycerolu, druhá řada-rohlíky s přidavkem monoacylglycerolu C 18, třetí řada-rohlíky s přidavkem monoacylglycerolu Ireks Enzyma, čtvrtá řada-rohlíky s přidavkem monoacylglycerolu C 12).

