

Vliv přídavku sójové mouky na kvalitu pekařského výrobku

Bc. Simona Řezáčová

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Simona ŘEZÁČOVÁ**
Osobní číslo: **T08818**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Vliv přídavku sójové mouky na kvalitu pekařského výrobku**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizace sójové mouky.
2. Metody pro sledování kvality pekařských výrobků.

II. Praktická část

1. Metodika stanovení kvalitativních parametrů.
2. Vlastní pekařský pokus.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*, OSSIS, Tábor 1999.

[2] GÓMEZ, M. et al *Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends*, *Food science and Technology*, 2008, 41, 1701-1709.

[3] KADLEC, P. *Technologie potravin 1*, VŠCHT Praha, 2007.

[4] PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*, VÚPS Praha, 2008.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Hanuštiak

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

4. ledna 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2010

dne



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



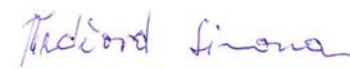
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 10.5.2010


.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Předkládaná práce se zabývá výrobou pečiva s přídavkem sójové mouky. Teoretická část práce je věnována nutriční hodnotě obilovin a sóji jako hlavních surovin pro výrobu běžného pečiva. Dále jsou zde rozebrány i ostatní suroviny potřebné pro výrobu chleba a základní technologie výroby a pečení chleba. Praktická část se zaměřuje na pečení chleba s přídavkem sójové mouky v domácí pekárně Panasonic SD – 253. Po upečení jsme získali čtyři druhy chleba o množství sójové mouky 0 %, 20 %, 40 % a 60 %. U těchto chlebů se stanovil objem, vlhkost, titrační kyselost střídy, celkový obsah dusíkatých látek, aminokyseliny a množství vlákniny. Na závěr byla provedena senzorická analýza jednotlivých druhů chleba.

Klíčová slova: obiloviny, pšeničná mouka, žitná mouka, sójová mouka, chleba

ABSTRACT

The thesis describes the production of baked goods with the addition of soya flour. The theoretical part deals with nutritive value of cereals and soya as main ingredients for the production of common types of bread and pastry. Furthermore the work talks about other raw materials used for production of bread. It also describes basic technologies employed for its production. The practical part focuses upon bread baking with the addition of soya flour in a home baking appliance Panasonic SD – 253. Using this appliance four types of bread with the amount of soya flour of 0 %, 20 %, 40 % and 60 % were obtained. A volume, moistness, titration acidity of crumb, total amount of nitrogen chemicals, amino acids and the amount of fiber was determined. To conclude, a sensory analysis of different types of bread was accomplished.

Keywords: cereals, wheat flour, rye flour, soya flour, bread

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Pavlu Hanuštiakovi za poskytnuté rady, připomínky a čas, který mi věnoval při jejím zpracování. Dále bych chtěla poděkovat panu doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D., který mi pomohl se statistickým vyhodnocením výsledků u aminokyselin.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HISTORIE VÝROBY CHLEBA	12
1.1 CHLÉB DNEŠNÍ DOBY	12
2 OBILOVINY	14
2.1 PŠENICE.....	14
2.2 ŽITO	15
2.3 SÓJA.....	15
2.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	15
2.4.1 Sacharidy	16
2.4.2 Bílkoviny	18
2.4.3 Vlákna	19
2.4.4 Lipidy	20
2.4.5 Minerální látky	21
2.4.6 Vitaminy.....	21
3 SUROVINY PRO PEKÁRENSKOU VÝROBU	23
3.1 ZÁKLADNÍ SUROVINY	23
3.1.1 Mouka	23
3.1.1.1 Pekařská jakost pšeničné mouky	23
3.1.1.2 Pekařská jakost žitné mouky.....	24
3.1.1.3 Sójová mouka	25
3.1.2 Voda	26
3.1.3 Sůl	26
3.1.4 Droždí.....	26
3.2 POMOCNÉ SUROVINY	26
3.2.1 Cukr.....	26
4 VÝROBA CHLEBA	27
4.1 KLASICKÝ ZPŮSOB	27
4.1.1 Mikroflóra žitných kvasů	27
4.1.1.1 Kvasinky	27
4.1.1.2 Mléčné bakterie	27
4.2 KVASOMATY	28
4.3 KVASOVÉ KONCENTRÁTY.....	28
5 TĚSTO A JEHO PŘÍPRAVA	30
5.1 PŘÍPRAVA PŠENIČNÉHO TĚSTA.....	30
5.1.1 Nepřímé vedení pšeničného těsta.....	30
5.1.2 Přímé vedení pšeničného těsta	31
5.2 PŘÍPRAVA TĚSTA SE ŽITNOU MOUKOU	31
6 PEČENÍ CHLEBA	32

II	PRAKTICKÁ ČÁST	33
7	CÍL PRÁCE	34
8	MATERIÁL A PŘÍSTROJE	35
8.1	SUROVINY PRO VÝROBU CHLEBA.....	35
8.2	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY.....	35
8.3	POUŽITÉ ROZTOKY A CHEMIKÁLIE.....	36
8.3.1	Stanovení kyselosti střídy chleba.....	36
8.3.2	Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek.....	36
8.3.3	Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou.....	36
8.3.4	Stanovení AMK kyselou a oxidativní hydrolýzou.....	36
9	METODIKA PRÁCE	37
9.1	PŘÍPRAVA CHLEBA	37
9.2	STANOVENÍ JEDNOTLIVÝCH UKAZATELŮ.....	38
9.2.1	Stanovení velikosti.....	38
9.2.2	Stanovení vlhkosti.....	38
9.2.3	Stanovení kyselosti střídy chleba.....	39
9.2.4	Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek.....	40
9.2.5	Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou.....	41
9.2.6	Stanovení AMK oxidativní a kyselou hydrolýzou.....	43
9.2.6.1	Oxidativní hydrolýza	43
9.2.6.2	Kyselá hydrolýza	43
9.2.7	Senzorická analýza chlebů.....	44
10	VÝSLEDKY	46
10.1	VÝSLEDKY OBJEMU.....	46
10.2	VÝSLEDKY VLHKOSTI.....	47
10.3	VÝSLEDKY KYSELOSTI STŘÍDY CHLEBA.....	48
10.4	VÝSLEDKY CELKOVÉHO OBSAHU DUSÍKATÝCH LÁTEK.....	50
10.5	VÝSLEDKY VLÁKNINY.....	51
10.6	VÝSLEDKY OXIDATIVNÍ A KYSELÉ HYDROLÝZY AMK.....	52
10.7	VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY.....	54
11	DISKUZE	57
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ	67
	SEZNAM TABULEK	68
	SEZNAM GRAFŮ	69
	SEZNAM PŘÍLOH	70

ÚVOD

Předpokladem zdravého životního stylu je správná výživa. Jde o zabezpečení přiměřeného množství energie a vyváženého poměru jednotlivých živin. Základní patro pyramidy zdravé výživy tvoří pečivo, těstoviny, rýže a luštěniny. Pečivo je v dnešní době nenahraditelnou součástí každodenní stravy člověka. Je plné sacharidů, které se zpracovávají v trávicím ústrojí a uvolňují pro tělo člověka zejména energii. První zmínky o výrobě a pečení chleba pocházejí z doby Egypta. Tehdy se jednalo o jiný chléb, než známe my dnes.

Pekařský obor prošel za posledních 20 let neuvěřitelným vývojem. Současná nabídka na trhu reprezentuje nespočetné množství druhů, tvarů, velikostí a chutí chlebů, k jejichž výrobě může být použito různé množství receptů, přísad a technologických postupů.

Některé druhy chleba nejsou bohaté pouze na obiloviny (pšenici a žito), ale bývají v nich obsaženy také luštěniny, především sója. Z výživového hlediska jsou nejcennější složkou sóji bílkoviny, proto by kombinace obilovin s luštěninami měli poskytovat lepší esenciální aminokyselinové rovnováhy.

V diplomové práci jsem tedy sledovala vliv sójové mouky na jakost chleba. Zaměřila jsem se na stanovení objemu, vlhkosti, titrační kyselosti střídy chleba, celkového obsahu dusíkatých látek, aminokyselin a množství vlákniny. Součástí byla také senzorická analýza. Ke každému stanovení jsou uvedeny výsledky jednotlivých druhů chleba a porovnání mezi nimi.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE VÝROBY CHLEBA

Chléb a pečivo ve svých nejrůznějších podobách doprovázely člověka od nejstarších dob a sehrávaly velmi významnou roli nejen ve výživě obyvatelstva, ale i v její historii, hospodářství a kultuře [1]. Každá země má svůj chléb, který je typický pro danou oblast. Je národním pokrmem, který se stává základní potravinou. V mnoha zemích je také jedním ze symbolů, které se podávají jako projev úcty na uvítanou vzácného, váženého hosta [2, 3].

V době globalizace a masivního rozšíření cestování do jiných zemí jsme seznamováni s různými národními chleby, které ve většině z nás nevyvolávají představu klasického bochníku, ale zvědavě ochutnáváme různé bagety, placky, ciabatty, tortily. Pod pojmem český chléb se většině z nás vybaví klasicky kulatý bochník, pecen nebo šiška. Spotřeba chleba se v ČR v roce 2008 pohybovala na úrovni cca. 44 kg na osobu a rok [2, 4].

1.1 Chléb dnešní doby

Chlebem se podle vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č. 333/1997 Sb. a jeho novely č. 93/2000 Sb., rozumí pekařský výrobek kypřený kvasem, popřípadě droždím, o hmotnosti nejméně 400 g, s výjimkou krájeného ve tvaru veku, bochníku, nebo formovaný [5].

Hlavní surovinou pro výrobu chleba je pšeničná a žitná mouka. Podle podílu obsahu příslušných druhů mouky použitých k výrobě lze rozlišit chléb[6]:

- Pšeničný – obsahující nejméně 90 % hmotnostních mlýnských výrobků z pšenice
- Žitný – obsahující nejméně 90 % mlýnských výrobků ze žita
- Žitnopšeničný – podíl žitných mlýnských výrobků je vyšší než 50 % a pšeničných nad 10 % z celkové hmotnosti mlýnských výrobků
- Pšeničnožitný – podíl pšeničných výrobků je nejméně 50 % a žitných vyšší než 10%
- Celozrnný – těsto musí obsahovat nejméně 80 % celozrnných mouk nebo upravených obalových částic obilky
- Vícezrnný – do těsta jsou přidány mlýnské výrobky z jiných obilovin než pšenice a žita, luštěniny nebo olejiny v celkovém množství nejméně 5 %

- Speciální – výrobek obsahující vedle výrobků z pšenice a žita další složku (obiloviny, olejninu, luštěniny, brambory) nejméně 10 % z hmotnosti mlynářských výrobků [5, 7].



Obr. 1. Chleba [8]

2 OBILOVINY

Cereálie, tedy obiloviny, jsou součástí lidské výživy již více než 12 tisíc let. Postupně byly zařazovány do jídelníčku ve stále větší míře. V průběhu doby vznikly i první primitivní formy nekynutého chleba. Kynutý a prokvašený chléb, tak jak ho známe dnes, je záležitostí posledních několika století [9].

Obilniny jsou vlastně určité druhy vyšlechtěných trav, jejichž semena nazýváme zrna [10]. Podle Charalampopoulose jsou pěstovány na více než 73 % celkové světové pěstivatelské plochy [11]. Z obilnin pěstovaných v našich podmínkách má z potravinářského hlediska největší význam pšenice a žito [12].

Zrna obilovin obsahují 60 až 70 % škrobu. Jsou výbornou potravinou, bohatou na energii pro člověka. Obiloviny se také přidávají do kojenecké stravy a nedávné výzkumy potvrzují, že zdravá strava dospělých jedinců by měla mít většinu svých kalorií ve formě komplexních sacharidů [13].

Snaha o zlepšení zdravotního stavu vede jednotlivce, ale i státní organizace, k hledání možností, jak zvrátit reálnou situaci, která není dobrá a za jednu z těchto cest je možné považovat i obohacování běžných potravin každodenní spotřeby o přírodní zdroje biologicky účinných látek. Velmi dobrým zdrojem je sója, kterou je možné využít mimo jiné i na výrobu chleba ve směsích s pšeničnou a žitnou moukou [14].

2.1 Pšenice

Pšenice je celosvětově jedna z nejdůležitějších obilovin a má nezastupitelné místo ve výživě člověka [15]. Pšenice používaná pro pekárenské účely má v různých zemích mnoho odrůd, které ale patří k jedinému botanickému druhu *Triticum aestivum* (pšenice setá). Některé odrůdy jsou nazývány tvrdé, některé střední nebo měkké [16].

Formy spotřebovávané pšenice se liší. Pšenice chleba *Triticum aestivum* činí podle Bajaje 80 % spotřeby ve světě [17]. Tvrdé odrůdy pšenice *Triticum aestivum* mají vysoký obsah bílkovin, které v těstě vytváří pevný, pružný a mechanicky odolný lepek, který je nosnou kostrou pšeničného pečiva. Měkké odrůdy téhož druhu pšenice mají lepek rozplývavý, nepružný, trhavý a nestabilní a nejsou vhodné pro pekárenské zpracování [16, 17].

Celková nabídka pšenice na mezinárodním trhu byla v roce 2008/09 zhruba ve výši 804 miliónů tun a světová spotřeba dosáhla úrovně 639 miliónů tun. V marketingovém roce

2009/10 se celková nabídka pšenice na mezinárodním trhu odhaduje na 836 miliónů tun a světová spotřeba by měla vrůst na 648 miliónů tun. Největšími producenty pšenice *Triticum aestivum* jsou země EU, Čína, Indie, Spojené státy americké a Rusko [18].

2.2 Žito

Světová produkce žita činí kolem 50 milionů tun ročně. Je pěstováno hlavně v zemích střední Evropy (Německo, Polsko, ČR, Rakousko) [16].

Žito a pšenice jsou botanicky dosti příbuzné a jejich umělým křížením se podařilo vyšlechtit obilovinu *Triticale* (česky se používá někdy názvu žitovec). Název *Triticale* je složeninou latinských názvů pšenice (*Triticum*) a žita (*Secale*). Pekařské vlastnosti jsou na přechodu mezi pšenicí a žitem [19].

2.3 Sója

Sója luštinatá (*Glycine max.*), luskovina z čeledi bobovité (*Fabaceae* syn. *Leguminosae*) je původem z Východní Asie a svým složením a možnostmi využití má zvláštní postavení v lidské výživě a je důležitou surovinou. Zaujímá mezi přírodními potravinami první místo v bohatosti na bílkoviny (35 %) [20, 21, 22].

V současné době se celosvětová produkce odhaduje na 137 miliónů tun, přičemž hlavními producenty jsou Spojené státy americké, Brazílie, Čína, Argentina a Indie [23].

Pěstování sóji si doposud v České republice nenašlo zastoupení odpovídající jejímu významu a hlavní uplatnění nachází v krmivářském průmyslu. Produkční plochy sóji luštinaté v České republice kolísají. Vrcholu dosáhly v marketingovém roce 2006/07, kdy bylo sklizeno 9 641 ha a při hektarovém výnosu 1,85 tun dosáhla celková produkce sójových bobů 17 847 tun. V roce 2008/09 však plochy sóji klesly až na 4 339 ha a při hektarovém výnosu 2,17 tun dosáhla celková produkce bobů 9 419 tun. Pro marketingový rok 2009/10 bylo oseto sójou luštinatou 6 046 ha a je očekávaná produkce sójových bobů ve výši nad 12 tisíc tun [24].

2.4 Chemické složení

Chemické složení většiny obilovin se příliš neliší. Daleko větší variabilita ve složení je mezi odrudami jednoho druhu obilí. Také půdní, klimatické a agrotechnické podmínky

mají velmi výrazný vliv na chemické složení zrna a v některých případech i na vlastnosti jednotlivých složek [16].

Obilné zrno se skládá ze dvou hlavních částí a to z vody a sušiny [25]. Voda je důležitou složkou nacházející se hlavně v zrnech obilovin. Má vliv na většinu biochemických a fyziologických činitelů během růstu, dozrávání a skladování. Z technologického hlediska, podle obsahu vody, mluvíme o zrnu suchém (do 14 %), středně suchém (nad 14 %), vlhkém (nad 15,5 %) a mokřím (nad 17 %) [26]. Sušinu obilovin nejčastěji tvoří sacharidy v množství 75 %, dále obiloviny 10 – 15 % a 2 % lipidů [25].

Podle množství jsou základní stavební složky sacharidy a bílkoviny, dále lipidy, minerální látky a v poslední řadě vitaminy [26].

Sójové boby, většinou nesprávně nazývaná pouze sója, se v chemickém složení liší podle účelu pěstování [20]. Průměrné složení zralých sójových bobů určených pro lidskou výživu je zaznamenáno v Tab. 1.

Tab. 1. Rozmezí uváděných obsahů hlavních složek obilného zrna a sójových bobů (v %) [16, 27, 28]

Složka	Pšenice	Žito	Sója
Sacharidy	75 - 82	78 - 86	30 - 35
Bílkoviny	9,0 - 15,5	8,5 - 13,5	38 - 40
Lipidy	2,0 - 2,8	1,6 - 2,7	18 - 20
Minerální látky	2,0 - 3,0	1,8 - 2,3	3,8 – 4,1
Vláknina	1,9 - 3,2	1,9 - 3,2	2,3 - 2,6

2.4.1 Sacharidy

Sacharidy obsažené v obilovinách můžeme rozdělit na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. Volné **monosacharidy** se vyskytují ve zralých obilných zrnech pouze v nepatrném množství a to především v klíčku. Do mouky se jich dostává jen málo (max. 1 – 3 % na mouku). Nejdůležitějšími monosacharidy v obilovinách jsou: pentosy – arabinoza, xylosa, ribosa; hexosy – glukosa, fruktosa, galaktosa, mannososa [19, 28].

Ve zralém, neporušeném a suchém zrnu se **oligosacharidy** vyskytují ve velmi nízkých koncentracích. Ponejvíce se v zrnu nachází maltosa a sacharosa. Obsah sacharózy se

v obilkách pšenice pohybuje kolem 0,6 %, v žitě dosahuje až 3 %. Dále obsahuje obilné zrno malé množství maltózy 0,2 – 2,0 % [19, 29].

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin **polysacharidy**. Zásobní polysacharidy, jejichž typickým představitelem je škrob, jsou pro organismy zdrojem či rezervoárem energie [19]. Škrob spolu s lepkem určuje koloidně chemickou strukturu těsta. Na jeho stavu a aktivitě amylázy závisí jakost chleba, zejména konzistence střídy a barva kůrky [29].

Obsah škrobu v pšeničném zrnu se pohybuje v širokém rozpětí od 50 – 70 %. Škrobová zrna ve vodě bobtnají, při zahřátí na teplotu okolo 65 °C se rychle zvyšuje viskozita suspenze. Zrna mnohonásobně zvětšují svůj objem, následně praskají, jejich obsah vytéká a tak vzniká silně viskózní roztok – škrobový maz [30]. Pšeničná škrobová zrna tvoří dvě významné velikostní frakce. Velká zrna nazývaná “prima“ nebo též škrob A a malá zrna nazývaná “sekunda“ nebo škrob B. Malá zrna jsou pevně fixovaná na bílkovinnou matici, jsou tudíž velmi špatně oddělitelná, a snižují tak nejen kvalitu lepku, ale i výtěžnost škrobu. Velká škrobová zrna obsahují vyšší podíl amylosy, jsou snadněji degradovatelná α -amylasou a k jejich mazovatění dochází při nižších teplotách, než je tomu u malých škrobových zrn [31, 32].

Škrobová zrna se skládají ze dvou polysacharidů, a to jednak z amylosy a amylopektinu [30]. Obě frakce jsou tvořeny jednotkami glukosy [19]. Amylosa je lineární, spojena α -1,4 glykosidickou vazbou. Naopak amylopektin je rozvětvený a spojený α -1,4 a β -1,6 glykosidickou vazbou. Typické úrovně amylosy a amylopektinu jsou v poměru 25 – 28 % : 72 – 75 % [33].

V žitném zrně připadá na škrob 52 – 59 %, který se vyznačuje mazovatěním při nižších teplotách 55 °C [30].

Technologicky nejdůležitější funkcí z **neškrobových polysacharidů** v žitné mouce mají heteroxylany (přesněji arabinoxylany). Starší, ale stále nejčastěji používaný název, je pentosany, jejichž obsah podle Prugara a kolektivu činí 7 – 9 % [30]. Vyznačují se vysokou schopností vázat vodu (15 – 100 g vody na 1 g sušiny). Nacházejí se v buněčných stěnách, a to i v endospermu, kde vyplňují prostory mezi celulosovými vlákny, a dělí se na ve vodě rozpustné a nerozpustné. Nerozpustné pentosany se často označují jako hemicelulosy

v buněčných stěnách, rozpustné jako slizy, jež zahrnují i arabinogalaktany a někdy i β -glukany [30].

Významná je funkce pentosanů při pečení. Ty při zahřátí uvolní značné množství vázané vody, která je použita pro mazování škrobu a bobtnání nerozpustných pentosanů. Rozpustné pentosany ovlivněním viskozity a reologických vlastností těsta zlepšují vlastnosti žitné mouky, brzdí rychlost retrogradace škrobu střídy, prodlužují životnost pekařského výrobku a mají příznivý vliv i na sensorické vlastnosti kůrky. Retrogradace znamená stárnutí škrobového gelu, má za následek pokles pružnosti, ztrátu vodu a dochází k zpětnému přechodu v polopevnou krystalickou strukturu – hlavní příčina stárnutí a tvrdnutí pečiva [30].

Sacharidy sóji nemají velký výživový význam. Z rozpustných sacharidů je přítomna sacharosa (do 10 %) a dále kolem 5 % nestavitelných oligosacharidů (rafinosa, stachyosa aj.), které způsobují nadýmání. Na rozdíl od jiných luštěnin obsahuje sója pouze velmi malé množství škrobu [30].

2.4.2 Bílkoviny

Z technologického hlediska mají zvláštní význam bílkoviny obilného zrna [16]. Lze je rozdělit na:

1. proteidy (bílkoviny složené – glykoproteidy, fosfoproteidy, nukleoproteidy a chomoproteidy)
2. proteiny (bílkoviny jednoduché – albumin, globulin, prolamin a glutelin)
3. nebílkovinné dusíkaté látky (aminokyseliny a amidy) [29]

Ze složených bílkovin mají největší význam nukleoproteidy, protože jsou nositelem všech genetických informací.

Z jednoduchých bílkovin řadíme albuminy a globuliny mezi bílkoviny stavební, kdežto prolamin a gluteliny k bílkovinám zásobním [29].

Pšeničné prolamin 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. Vzhledem k tomu, že pšeničná mouka je v podstatě rozdrčený endosperm, při hnětení pšeničné mouky s vodou dochází právě ke vzniku lepku a ten tvoří

vlastní “kostru“ těsta. Lepek je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, jeho tažnosti a pružnosti. Těsto žitné, jehož kostrou není bílkovinný gel, ale je tvořeno převážně na bázi polysacharidů, tyto vlastnosti nemá [19].

Kyselina glutamová je zcela dominantní **aminokyselinou** v obilovinách, která je ovšem téměř výhradně přítomna jako glutamin. Jeho obsah v bílkovině zrna a mouky představuje více než 1/3 z celkového obsahu aminokyselin. Další významnou aminokyselinou je prolin, který díky svému strukturnímu uspořádání dává předpoklady k vytvoření pružné prostorové bílkovinné struktury pšeničného těsta. Důležité je také upozornit na velmi nízký obsah lysinu, v bílkovinách žita se nachází v množství 3,5 g, v pšenici 2,1 g na 100 g bílkovin. Z dalších esenciálních aminokyselin je v žitě více argininu, methioninu, threoninu a valinu [19, 30].

Z výživového hlediska jsou nejcennější složkou sóji bílkoviny, které sice nejsou plnohodnotné kvůli nedostatku esenciálních aminokyselin methioninu a cystinu, ale svou celkovou kvalitou se řadí hned za plnohodnotné bílkoviny z živočišných zdrojů [30]. Kromě toho, luštěniny mají bílkoviny, které jsou bohaté na lysin.

Obilné proteiny mají naopak nedostatek lysinu, ale dostatečné množství sirných aminokyselin. Proto by kombinace zrna luskovin s proteiny měli poskytovat celkově lepší esenciální aminokyselinové rovnováhy [34].

2.4.3 Vlákna

Vlákna zvyšuje nutriční hodnotu pečárenských výrobků a v neposlední řadě má také vliv na jejich senzorycké vlastnosti. Její doporučená denní dávka je 30 g, ovšem odborníci na výživu tvrdí, že průměrný příjem vlákniny u české populace tvoří pouze 10 g denně [9, 35].

Vlákna se podle rozpustnosti ve vodě rozděluje do dvou hlavních skupin: vlákna nerozpustná neboli hrubá a vlákna rozpustná neboli jemná [9]. Rozpustná vlákna se skládá z rostlinných buněk, které mají schopnost ve vodě bobtnat a tím zvětšovat svůj objem. Nerozpustná vlákna sice vodu váže, ale nebobtná. Vlákna prochází střevem nezměněna, není trávena ani vstřebávána. Rozpustnou vlákninu obsahují hlavně luštěniny, nerozpustnou obilniny [36].

2.4.4 Lipidy

Hlavní podíl obilných lipidů je soustředěn do klíčkové části zrna [30]. Na stavbě tuků se podílejí až z 95 % mastné kyseliny. Podstatný podíl tvoří nenasycené mastné kyseliny, především kyselina linolová. Z nasycených mastných kyselin se hlavně jedná o kyselinu palmitovou a v nepatrném množství také o kyselinu stearovou a myristovou [29].

V zrně pšenice je přítomno 1,5 – 3,0 % lipidů [30]. I přes nízký obsah hrají lipidy poměrně důležitou úlohu při tvorbě těsta. Bylo prokázáno, že zvyšující se podíl polárních lipidů má zlepšující vliv na objem pšeničného pečiva, zatímco při stoupajícím podílu nepolárních lipidů se objem snižuje. Značná část lipidů se při hnětení váže do struktury pšeničného lepku [19].

Nenasycené mastné kyseliny (linolová, olejová) podléhají velmi snadno oxidaci. Během oxidace dochází ke žluknutí mouky, což způsobuje hořkou a škrablavou chuť a nepříjemný zápach. Hydrolytické žluknutí tuku v mouce, které je katalyzováno přítomnou lipasou se projevuje zvýšením kyselosti. Dochází k tomu i během dlouhodobého skladování mouk [19, 29].

Tab. 2. Přehled mastných kyselin v lipidech pšenice a žita (v %) [37]

Kyselina	Pšenice	Žito
Kyselina linolová	58,0	59,0
Kyselina olejová	16,0	14,0
Kyselina linoleová	4,0	9,0
Kyselina palmitová	20,0	16,0
Kyselina stearová	1,5	1,0
Kyselina myristová	-	0,1

Díky vysokému obsahu tuku (18 – 20 %) mají celá sójová zrna největší energetickou hodnotu ze všech luštěnin [38].

V sójových bobech jsou obsaženy především tyto mastné kyseliny: palmitová, stearová, olejová, linolová a kyselina α -linolenová. Z celkového obsahu mastných kyselin jsou v bobech sóji zastoupeny převážně nenasycené mastné kyseliny s vícečetnými dvojnými vazbami. Esenciální mastná kyselina linolová tvoří asi 50 % z celkového obsahu nenasycených mastných kyselin s vícečetnými dvojnými vazbami [39, 40].

Fosfolipidy jsou poměrně bohatým zdrojem sójových bobů. V sóji je z fosfolipidů nejvíce zastoupen fosfatidylcholin (lecitin) [41].

2.4.5 Minerální látky

Minerální látky se v obilném zrně nacházejí v množství 1,5 – 2,5 % v závislosti na odrůdě, půdě a podmínkách v průběhu vegetace [26, 30]. Největší množství se nachází v klíčku a obalových vrstvách. Například endosperm pšeničného zrna obsahuje kolem 0,5 %, klíček 5,0 % a obalové vrstvy 6 – 12 % popelovin [29]. Obsah popelovin v mouce je ukazatelem stupně vymletí, tedy oddělení obalových vrstev a klíčků od endospermu [30].

Tab. 3. Přehled minerálních látek pšenice ve 100 g sušiny [42]

Minerální látka	mg/100 g	Minerální látka	mg/100 g
Draslík	380	Železo	5
Síra	160	Mangan	4,5
Hořčík	140	Zinek	3
Vápník	60	Bór	2,5
Fosfor	45	Měď	0,7
Sodík	30		

Obsah minerálních látek v sóji je 2,7 %. Pro výživu lidstva má největší význam vápník, fosfor, hořčík a železo. Jejich využitelnost je však poměrně nízká [19, 43, 44] v důsledku vazby na kyseliny fytovou a oxalovou a vlákninu [20].

2.4.6 Vitaminy

Endosperm obilovin je na vitaminy chudý. Vitaminy se nacházejí v jiných anatomických částech, především v obalových vrstvách a klíčku. Obiloviny je možné považovat za zdroj vitaminů skupiny B [19]. Vitamin B₁ (thiamin) se ve větším množství nachází v pšenici než v žitě. Během mletí přechází valná část thiaminu do výrobních zbytků (u pšenice až 73 %, u žita asi 30 %), proto přední mouky jsou na obsah thiaminu i ostatních vitaminů skupiny B chudé. Vitamin B₂ (riboflavin) se během technologického postupu ztrácí u pšenice až 65 %, u žita asi ze 37 % [29].

Kyselina nikotinová se nachází v pšenici v poměrně velkém množství. Výhodou této kyseliny je, že je stálá vůči oxidaci i tepelným zásahům. Kyselina pantotenová je obsažena v poměrně značném množství v okrajových částech obilky. Vitamin C (kyselina askorbo-

vá) se tvoří při klíčení, v samotných obilkách se nenachází. Vitaminy skupiny D jsou obsaženy v obilkách pouze ve formě jejich prekurzorů, z nichž ozářením ultrafialovými paprsky vznikají vitaminy (např. z ergosterolu vzniká vitamin D₂) [29]. Důležité je, se také zmínit o vitaminu E (tokoferolu), který se ve vysoké koncentraci vyskytuje v pšeničných klíčcích [19].

V obilkách jsou obsaženy v malém množství vitamin A (retinol), B₆ (pyridoxin) a biotin [29].

Tab. 4. Přehled vitaminů pšenice ve 100 g sušiny [30]

Vitamin	mg/100 g	Vitamin	mg/100 g
Niacin	5,0	Riboflavin	0,15
Tokoferol	3,0	Kyselina listová	0,15
Kyselina pantotenová	1,0	A-karoten	0,01
Thiamin	0,45	Biotin	0,015
Pyridoxin	0,4		

Sójové boby obsahují významné množství vitaminů, především ze skupiny B (thiamin a niacin) a vitaminu E [20].



Obr. 2. Sója luštinatá (*Glycine max.*) [45]

3 SUROVINY PRO PEKÁRENSKOU VÝROBU

Pro pekárenskou výrobu se používají základní suroviny: mouka, voda, sůl a droždí. Pomocnými surovinami jsou: cukr, tuky, mléčné produkty, vejce, chemická kypřidla. Tyto složky nejsou pro vytvoření těsta a výrobku nezbytné, ale zlepšují především strukturu, chuťové a další senzorycké vlastnosti. Výhodou těchto složek také je, že zpomalují stárnutí (tuhnutí) výrobků. V současné technologii se používá celá řada zlepšovacích přísad jako oxidantů (kyselina askorbová), emulgátorů, enzymů, látek vážících vodu (přírodní hydrokoloidy a modifikované škroby), ochucovacích a aromatizujících látek (kmín, fenykl, anýz, koncentrát ze žitných kvasů), barvicích látek (karamel, cikorka). Tyto látky bývají kombinovány do připravených zlepšovacích směsí pro jednotlivé druhy výrobků [19, 26].

3.1 Základní suroviny

3.1.1 Mouka

Mouka je univerzální surovinou pro výrobu celého pekařského sortimentu. Tvoří 60 i více % hmotnosti ve většině těst. Za základní mouky považujeme pouze pšeničnou a žitnou mouku o různém stupni vymletí (obsahem popela). Mouky, které jsou vymleté z jiných obilovin, luskovin nebo jiných plodin považujeme jen za přísady (mouka sójová, kukuřičná, ječná, bramborová a další) [26, 28, 46].

Pekařské vlastnosti mezi moukou pšeničnou a žitnou jsou rozdílné. Na první pohled je rozdíl vidět v barvě. Mouka žitná je bělošedá a mouka pšeničná je nažloutlá. Čím jsou zrna jemněji rozemletá, tím je mouka relativně světlejší. Granulace mouky také ovlivňuje průběh kvasného procesu [47].

3.1.1.1 Pekařská jakost pšeničné mouky

Požadavky na pekařskou jakost pšeničné mouky jsou rozsáhlé. Především je to:

- Cukrotvorná schopnost mouky a schopnost vytvořit dostatečné množství kypřícího plynu, CO₂ (plynotvorná schopnost mouky), což ovlivňují amylolytické enzymy.

Je důležité mít dostatek zkvasitelných cukrů a dostatečnou aktivitu kvasinek pro správný průběh fermentace. Zkvasitelné cukry mohou být přítomny už v mouce a vedle toho vznikají působením amylolytických enzymů v těstě. Žitná mouka má více zkvasitelných cukrů

než pšeničná mouka. Do všech kynutých pšeničných těst se proto přidává menší množství cukru. Nedostatkem enzymů trpí většinou pšeničné mouky, proto se do nich enzymy přidávají ve formě různých zlepšovacích prostředků. Předpokladem dobré plynotvorné a cukrotvorné schopnosti mouky je dobrý stav amylaso-škrobového komplexu v mouce. Při nabobtnání vytváří pšeničná bílkovina spojitou souvislou strukturní síť, která je základem stavební struktury pšeničného těsta [26].

Hlavní a nejdůležitější zkouškou technologické jakosti pšenice pro pekárenské použití je pekařský pokus. Existuje celá řada modifikací pekařského pokusu. V našich podmínkách se používá ve státních odrudových zkouškách tzv. Rapid Mix Test - pekařský pokus. U upečeného pečiva se zjistí pomocí speciální metody objem pečiva a přepočítá se na 100 g mouky. Zjistí se tak měrný objem pečiva v ml. Čím je tento měrný objem pečiva vyšší, tím je odrůda pšenice vhodnější pro pekárenskou výrobu [48].

3.1.1.2 Pekařská jakost žitné mouky

Parametry určující pekařskou kvalitu žitné mouky jsou do značné míry odlišné od mouky pšeničné:

- Žitná bílkovina není schopna vytvořit samostatnou souvislou prostorovou síť, která je nosnou kostrou pšeničného pečiva. U žitné mouky proto spolupůsobí při vázání vody již za normální teploty při hnětení žitné pentosany a při tvorbě střídy hotového výrobku i škrob [26].

Zásadní význam při zhodnocení pekařské kvality žitné mouky má stav amylaso-škrobového komplexu. Jde o působení amylas na složky škrobu. Pokud je nadměrná aktivita těchto enzymů nebo předem poškozené granule škrobu, je žitná mouka schopna velmi rychle vytvořit řadu produktů hydrolýzy škrobu (maltosa, dextriny) a její zpracovatelská kvalita se zhorší.

Pokud brzy po vyhnětení těsta dojde k bouřlivé fermentaci a kvasná kapacita kvasinek se rychle vyčerpá, dojde k tomu, že výrobek ztratí objem, případně se tvarové klenutí úplně propadne. Těsto se zvýšeným podílem dextrinů se stává lepivým a není dále strojně zpracovatelné.

Pšeničný škrob má ve srovnání s žitným více amylosy, která zpětně retrograduje a je hlavní příčinou tvrdnutí pšeničného pečiva. Tím lze vysvětlit pomalejší tvrdnutí žitného chleba, neboť žitný škrob má ve srovnání s pšeničným více amylopektinu a méně amylosy.

Důležité jsou také pentosany, které se podílejí na vyšší vláčnosti a pomalejším tuhnutí střídy chleba. Mají vysokou bobtnací schopnost, pevně váží vodu již při normální teplotě a pomáhají zpevňovat prostorovou strukturu těsta a střídy příčným vázáním své makromolekuly s makromolekulou bílkovin [26].

Rozdílná technologie při výrobě chleba vyplývá hlavně z rozdílného složení žitné a pšeničné mouky (Tab. 5.)

Tab. 5. Průměrné složení pšeničné a žitné mouky [26]

Složky	Obsah jednotlivých složek v % sušiny	
	Mouka pšeničná	Mouka žitná
Škrob	75 - 79	69 - 81
Bílkoviny	10 - 12	8 - 10
Tuk	1,1 - 1,9	0,7 - 1,4
Zkvasitelné cukry	2 - 5	5 - 8
Vláknina	0,1 - 1,0	0,1 - 0,9
Slizy	2,5 - 3,4	3,5 - 5,2
Popeloviny	0,4 - 1,7	0,5 - 1,7

3.1.1.3 Sójová mouka

Sójová mouka se vyrábí z pražených sojových bobů, které se rozemílají na jemný prášek. Na trhu jsou dva druhy sójové mouky:

- přírodní, resp. plnotučná sójová mouka, která obsahuje přírodní sójový olej
- odtučněná sójová mouka, z které byl olej během výroby odstraněn

Sójová mouka se ve značném množství používá v potravinářském průmyslu [49]. Protože sójová mouka neobsahuje žádný lepek, nemůže zcela nahradit v receptech na výrobu chleba pšeničnou nebo žitnou mouku. Pokud se ale přidá sójová mouka k mouce pšeničné či žitné, chleba dostane větší vlhkost a ořechovou příchuť [50].

3.1.2 Voda

Voda je nutná pro vytvoření hladkého těsta ze všech surovin. Pro výrobu chleba se používá pouze pitná voda. Každý výrobní podnik musí zajistit nezávadnost a kontrolu vody ve všech vlastních rozvodech. Voda používaná do pekařských těst by měla být středně tvrdá [26, 51].

3.1.3 Sůl

Jedlá sůl je definována jako krystalický produkt obsahující nejméně 97 % chloridu sodného v sušině, případně obohacená potravním doplňkem (jódem, jódem s fluórem nebo jinými látkami, které nemusí být výhradně minerály). Sůl se používá nejen jako chuťová přísada, ale také jako regulátor důležitých technologických procesů. Má vliv na reologické vlastnosti těsta, kdy ztuzuje konzistenci lepkové bílkoviny a snižuje vaznost mouky. Sůl má dále vliv na kvasinky, kdy snižuje jejich aktivitu, což se projeví snížením produkce CO₂ [26, 52].

3.1.4 Droždí

Za klasické droždí jsou považovány kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* Hansen, získané biotechnologickým postupem množení čistých kvasničných kultur. Ty jsou vypěstované na obohacených cukerných substrátech. Kvasinky jsou živé mikroorganismy, používané pro zajištění kynutí. Samy o sobě mají vysokou nutriční hodnotu, neboť obsahují mnoho bílkovin a vitamínů skupiny B. Kvasinky se ve styku s vodou a s cukrem při vhodné teplotě rozmnožují pučením [53].

3.2 Pomocné suroviny

3.2.1 Cukr

Při anaerobním zkvašování je cukr (sacharóza) z velké části přeměněn na alkohol, aniž by docházelo k významnějšímu uvolňování energie. Je to proces, který probíhá při přípravě těsta. Kvasinkám chybí zdroj kyslíku. Během metabolického procesu kvašení se cukr obsažený v mouce transformuje na alkohol, který se v průběhu pečení vypaří na oxid uhličitý. Tvorba oxidu uhličitého má za následek zvětšování objemu těsta [54].

4 VÝROBA CHLEBA

Existuje mnoho pekárenských procesů po celém světě a velký výběr druhů chleba [13].

Pro výrobu chleba, který obsahuje žitnou mouku, lze použít následující způsoby:

- Klasický způsob – vyvádění kvasů v dížích a mísení těsta za použití kvasů
- Výroba kvasů v kvasomatech z čistých zárodečných kultur
- Kvasové koncentráty – výroba chleba ze suchých nebo tekutých kvasů [26]

4.1 Klasický způsob

Chléb, na který je zvyklý náš spotřebitel, obsahuje poměrně vysoký podíl žitné mouky a nezakváší se droždím, nýbrž přirozenou mikroflórou žitné mouky, kterou si pekárna pěstuje ve formě řídkého žitného těsta – chlebového kvasu. Kvas se nepřipravuje najednou, nýbrž v několika stupních. Proto klasická technologie představuje třístupňové vedení kvasu. Ke kvasu z předchozí výroby, kde je pomnožena kulturní mikroflóra se přidává postupně žitná mouka a voda. Dojde tak k udržení, ale také rozmnožení ušlechtilé mikroflóry. Kvas se tedy vyrábí pouze ze žitné mouky a vody. Do těsta se vedle kvasu přidává většinou mouka pšeničná, sůl a případně další suroviny podle druhu chleba [28].

Klasická výroba třístupňového vedení kvasů je dnes v ČR na ústupu, a to především kvůli časové, prostorové, hygienické náročnosti, nemluvě o náročnosti na zařízení pro výrobu kvasů [55].

4.1.1 Mikroflóra žitných kvasů

4.1.1.1 Kvasinky

Při pekařské fermentaci neboli kvašení produkují kvasinky oxid uhličitý a působením enzymů mění fyzikální vlastnosti těsta. Poměr rozvoje kvasinek a mléčných bakterií je v kvasu regulován faktory jako je teplota, výtěžnost kvasu a doba zrání. Kvasinkám vyhovují teploty kolem 25 – 30 °C [28, 54].

4.1.1.2 Mléčné bakterie

Bakterie mléčného kvašení v žitném kvasu jsou jednak homofermentativní a heterofermentativní. Mléčným bakteriím vyhovuje teplota 32 – 35 °C.

Homofermentativní bakterie (např. *Lactobacterium plantarum*) tvoří převážně kyselinu mléčnou. Ta spolu s dalšími organickými kyselinami, alkoholy, kypřícími plyny a těkavými látkami vytvořenými během fermentace vytváří typické chlebové aroma.

Heterofermentativní bakterie vytváří mimo kyseliny mléčné široké spektrum dalších kyselin, z nichž je významná zejména kyselina octová [28].

Tyto kyseliny zabezpečují i konzervační účinek a prodlužují tedy chlebu trvanlivost. V teplých letních měsících se setkáváme s hrozbou vzniku nitkovitosti. Tato obávaná choroba je způsobována bakteriemi *Bacillus mesentericus* a *Bacillus subtilis*, které se běžně vyskytují v menším množství v mouce. Tyto kyseliny napomáhají eliminovat vznik nitkovitosti. Vznik nitkovitosti hrozí při zjištění titrační kyselosti střídy chleba pod 60 mmol/l^{-1} [56].

4.2 Kvasomaty

V posledních desetiletích 20. století se začal rozšiřovat způsob přípravy kvasů zkráceným postupem z dodávané startovací kultury bez pozvolného pomnožování. V podstatě se jedná o předfermentovanou kulturu mléčných bakterií, které se dále rozmíchají s vodou a moukou přímo na potřebný objem kvasu. Nedochozí zde k podstatnému rozvoji kvasinek. Místo toho zde dochází k produkci kyseliny mléčné a octové.

Tento způsob výroby je velmi jednoduchý, časově i sortimentně pružný a při větších objemech i ekonomický. Takto vyrobený chléb se chuťově nejvíce přibližuje chlebu vyrobenému klasickým způsobem [26].

4.3 Kvasové koncentráty

V současné době se do popředí dostávají kvasové koncentráty. Mohou být buď suché, nebo tekuté. Kvasové koncentráty dodávají výrobku velmi podobné chuťové vlastnosti, jako má produkt vyrobený přidáním tradičního kvasu. Vyrábějí se zahušťováním přirozeného žitného kvasu. Čerstvý kvas obsahuje významný podíl kyseliny octové a mléčné. Tyto kyseliny se však během zakonzentrování ztrácejí a je tedy žádoucí kyseliny do směsi přidávat. Většinou se koncentráty skládají z těchto dalších složek: kyseliny octové, mléčné, citronové, barviv (dodávají stříde typický vzhled), hydrokoloidů a emulgátorů [26, 56].

Emulgátor (lecitin) je při pečení důležitá pomocná látka. Ulehčuje hnětení těsta a díky lecitinu se dosáhne také většího objemu, jemnější pórovitosti a křupavé kůrky. Další schopnost lecitinu je oddalovat tvrdnutí pečiva. **Hydrokoloidy** patří mezi vysokomolekulární látky, z nichž většinu můžeme zařadit mezi polysacharidy. Charakteristickou vlastností těchto látek je schopnost pevně a stabilně vázat velké množství vody, které v některých případech odpovídá až stonásobku jejich vlastní hmotnosti, což se projeví ve větší a déletrvající vláčnosti výrobku [56].

Dalšími komponenty kvasových koncentrátů mohou být **barviva, sladová pšeničná mouka, látky zlepšující mouku** (především kyselina askorbová) a jiné. Běžně se pohybuje dávkování těchto kvasových koncentrátů v rozmezí 2 – 5 % na hmotnost mouky. Za hlavní výhody těchto kvasových koncentrátů lze považovat: velmi podobné chuťové vlastnosti jako při výrobě z tradičního kvasu, úsporu místa v provozu, menší nároky na kvalifikaci pracovníků mísicího centra a vyrovnanou kvalitu. Můžeme si tedy být jisti, že dosáhneme stejnoměrného zakyselení i v jednotlivých ročních obdobích, při kterých nám kvalita klasických kvasů kolísá [56].

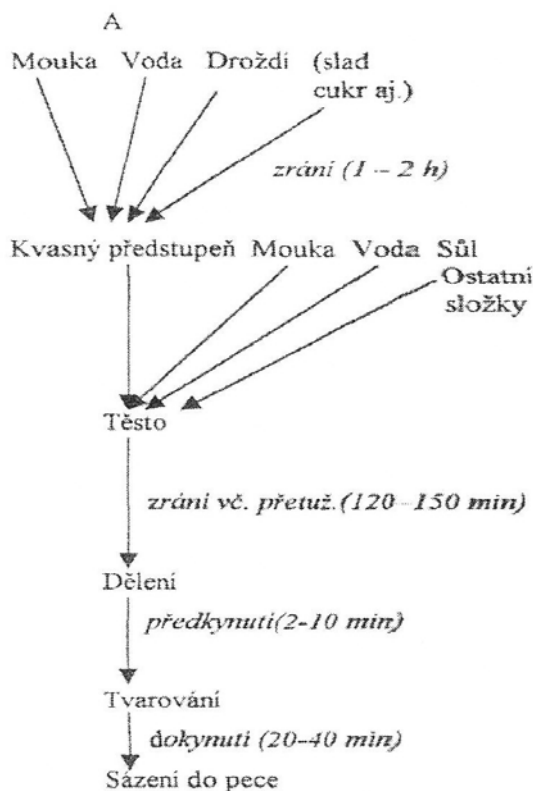
5 TĚSTO A JEHO PŘÍPRAVA

5.1 Příprava pšeničného těsta

5.1.1 Nepřímé vedení pšeničného těsta

Nepřímé vedení těst je poměrně časově náročné a pracné. Výrobky mají větší objem a delší vláčnost, protože dlouhým prokvašením dochází k hlubší hydrolyze škrobu a bílkovin a k intenzivnějšímu vázání vody.

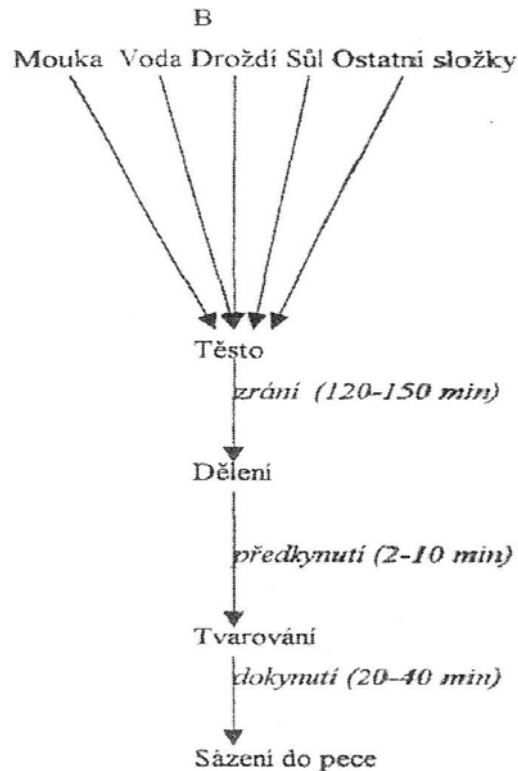
Zásady nepřímého vedení lze stručně shrnout: nejprve je důležité vyšlehat řídký kvasný stupeň a to z části mouky, vody a z veškerého droždí a enzymového přípravku. Po 1 – 2 hodinách zrání se k tomuto stupni přidá zbytek mouky, vody a ostatních recepturních surovin (sůl, cukr aj.) a vymísí se těsto. Takovéto těsto se nechá zrát 2 – 2,5 hodiny a mezitím se jednou až dvakrát přetuží, aby se oživila činnost kvasinek. Následně dochází k dělení těsta, tvarování a pečení [55].



Obr. 3. Schematické znázornění nepřímého vedení pšeničného těsta [26]

5.1.2 Přímé vedení pšeničného těsta

Přímé vedení těsta je takové, kdy se všechny recepturní suroviny přímo smíchají na těsto. Oproti nepřímému vedení se tedy vyloučí kvasný stupeň. Tento způsob přípravy se v českých zemích označuje jako “na záraz”. Přímé vedení však vyžaduje delší dobu zrání těsta [19].



Obr. 4. Schematické znázornění přímého vedení pšeničného těsta [26]

5.2 Příprava těsta se žitnou moukou

Rozhodující podíl naší průmyslové pekárenské výrobě představuje výroba pšeničnožitného chleba a malý podíl výroba žitnopšeničného chleba, s převahou žitné mouky. Pro všechny skupiny žitných či směsných těst je z větší části používán tradiční technologický postup přípravy těsta kypřeného žitným kvasem. Menší část je vyráběna na záraz a kypřena droždím [19].

6 PEČENÍ CHLEBA

Pečení je mnohostranný proces, při němž dochází k dotvoření kůrky a střídý chleba. Recepturní složení chleba má vliv na změny během pečení. Chléb pšeničný se peče kratší dobu než chléb žitný. Chléb pšeničný o hmotnosti 1,2 kg se peče 45 minut a pšeničnožitný 50 minut. Pokud pečeme chleba ve formách, tak se musí doba pečení prodloužit přibližně o 10 minut. Aby byla střída chleba kvalitní, musí být pečení pozvolné a procesy spojené s tvorbou střídý probíhají od povrchu ke středu chleba. Při pečení chleba je vstupní teplota pece 270 – 290 °C [28].

Barvu kůry vytvářejí především produkty tzv. Maillardovy reakce, tj. reakce mezi redukcujícími cukry a volnými aminokyselinami, a také produkty karamelizace. Pro vybarvení střídý výrobků je naopak podstatně důležitější barva surovin [30].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo v praktické části zjistit vliv přídavku sójové mouky na jakostní parametry pečiva. Studované parametry byly objem pečiva, vlhkost, titrační kyselost střídy, obsah dusíkatých látek, skladba aminokyselin a stanovení vlákniny. Zároveň byla provedena senzorická analýza vyráběného pečiva.

8 MATERIÁL A PŘÍSTROJE

8.1 Suroviny pro výrobu chleba

K výrobě chleba byla použita mouka pšeničná, žitná, sójová. Dále cukr, sůl, droždí a destilovaná voda. Použité suroviny byly všechny stejné výrobní šarže.

Název a výrobce jednotlivých surovin použitých při přípravě chleba:

- Pšeničná mouka hrubá, PENAM, množství 1 kg
- Žitná mouka tmavá chlebová, PENAM, množství 1 kg
- Sójová mouka hladká plnotučná, VITALCO, množství 200 g
- Sušené droždí, RUF, množství 7 g
- Cukr krystal, TTD, množství 1 kg
- Jedlá sůl s jodem, SOLSANKA, množství 1 kg
- Destilovaná voda

8.2 Použité přístroje a pomůcky

- Domácí pekárna Panasonic SD – 253
- Posuvné měřidlo (150P digitální Anaconda)
- Předvážky (Kern, SRN)
- Analytické váhy (AFA 210 LC, Schoeller, ČR)
- Sušárna (Venticell 111 Comfort, BMT a.s., ČR)
- Mineralizátor (Bloc Digest 12)
- Automatická destilační jednotka pro stanovení organického dusíku podle Kjeldahla (Pro - Nitro 1430, BioPro Praha, ČR)
- Přístroj na stanovení vlákniny (ANKOM technology Fiber analyzer)
- Spalovací pec (VEBF, Německo)
- Vakuová rotační odparka LABOROTA 4010 DIGITAL
- Automatický analyzátor aminokyselin AAA 400 (Ingot, Praha)

8.3 Použité roztoky a chemikálie

Všechny použité chemikálie a činidla byly čistoty p.a. nebo vyšší.

8.3.1 Stanovení kyselosti střídy chleba

- Etanol, hydroxid sodný o koncentraci $0,25 \text{ mol.l}^{-1}$, fenolftalein, dihydrát kyseliny šťavelové, indikátor Tashiro, chlorid vápenatý 20 %, destilovaná voda.

8.3.2 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek

- Kyselina sírová, peroxid vodíku, směsný katalyzátor ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ v poměru 10:1), hydroxid sodný 30 %, kyselina boritá, kyselina chlorovodíková $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$, destilovaná voda.

8.3.3 Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou

- Aceton, NDC (Neutrálně detergentní činidlo obsahující - disodnou sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové, tetraboritan sodný dekahydrát, hydrogenfosforečnan sodný a laurylsulfát sodný): 120 g činidla + 20 ml triethylenglykolu do 2 l, NDR (Neutrální detergentní roztok): 2 l NDC + 20 g siřičitanu sodného + 4 ml α -amylasy, α -amylasa.

8.3.4 Stanovení AMK kyselou a oxidativní hydrolýzou

- Kyselina mravenčí 85 %, peroxid vodíku 30 %, kyselina chlorovodíková 6 mol.l^{-1} , kyselina chlorovodíková $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$, destilovaná voda, pufr (2,2 pH), argon.

9 METODIKA PRÁCE

Před samotným stanovením jednotlivých ukazatelů musely být chleby nejprve vyrobeny (upečeny) pomocí domácí pekárny Panasonic SD – 253.

9.1 Příprava chleba

Pekárna Panasonic SD – 253 má jednu pečicí nádobu. K nádobě přísluší hnětací hák a jedná se tedy o tzv. jednohákovou pekárnu. Ovládací panel včetně tlačítek a displeje je velký a přehledný. Na displeji se zobrazuje jak nabídka programů a nastavení ze kterých si vybíráme, tak i délka programu.

Postup přidávání surovin je následující: nejprve se přidává droždí, následně mouka a ostatní sypké suroviny (cukr, sůl) a nakonec tekutiny. Suroviny dávkujeme přímo do pečicí nádoby, která se vloží do pekárny.

V pekárně dochází nejdříve k vyrovnání teploty v klidovém stavu, následně dochází k předehřátí surovin a pak teprve začíná mísení těsta, kynutí a samotné pečení. Celý proces trvá 4 hodiny. Výsledkem je chleba o hmotnosti 400 g.

Receptura jednotlivých chlebů je popsána v tabulkách 6 a 7.



Obr. 5. Pekárna Panasonic SD – 253 [57]

Tab. 6, 7. Množství potřebných surovin pro výrobu chlebů

Suroviny	Chleba bez přídavku sójové mouky	Chleba s přídavkem 20 % sójové mouky
Pšeničná hrubá mouka [g]	320	288
Žitná mouka [g]	80	72
Sojová mouka plnotučná [g]	-	40
Kvasnice [g]	0,8	0,8
Cukr [g]	9,3	9,3
Sůl [g]	6	6
Voda [ml]	280	280

Suroviny	Chleba s přídavkem 40 % sójové mouky	chleba s přídavkem 60 % sójové mouky
Pšeničná hrubá mouka [g]	256	224
Žitná mouka [g]	64	56
Sojová mouka plnotučná [g]	80	120
Kvasnice [g]	0,8	0,8
Cukr [g]	9,3	9,3
Sůl [g]	6	6
Voda [ml]	280	280

9.2 Stanovení jednotlivých ukazatelů

9.2.1 Stanovení velikosti

Pomocí posuvného digitálního měřidla jsem zjistila výšku a šířku upečených chlebů.

Pracovní postup

Nejprve se pomocí posuvného měřidla změřila výška chleba v nejvyšším bodě a poté šířka.

9.2.2 Stanovení vlhkosti

Stanovení vlhkosti chleba je prováděno ve dvou krocích. Vzorek se nejprve předsušel při teplotě 45 °C a po rozemletí se dosušoval při teplotě 130 °C po dobu 60 minut.

Pracovní postup

Navážené množství vzorku (100 g s přesností na 0,01 g) bylo nejprve předsušeno při teplotě 45 °C. Po vychladnutí, byl předsušený vzorek opět zvážen s přesností na 0,01 g a byl rozemlet na jemnou krupici. Mezitím se hliníková miska s víčkem sušila 30 minut při tep-

lotě 130 °C a po vychladnutí v exikátoru se zvažila na analytických vahách. Pak se do hliníkové misky navážilo 10 g rozemletého předsušeného vzorku. Vzorek se rozprostřel do stejnoměrné vrstvy na dno hliníkové misky. Miska se vložila do sušárny vyhřáté na teplotu 130 °C po dobu 60 minut. Vzorek byl sušen při této teplotě do konstantního úbytku hmotnosti. Po vychladnutí v exikátoru byla miska znovu zvážena na analytických vahách. Výsledkem je průměr ze tří provedených stanovení.

Výpočet

Obsah vlhkosti odstraněné předsušením vzorku Y v % (w/w) byl vyhodnocen pomocí vzorce:

$$Y = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

Kde m_0 – hmotnost suché prázdné misky [g]

m_1 – hmotnost misky se vzorkem před předsušením [g]

m_2 – hmotnost misky se vzorkem po předsušení [g]

Vlhkost předsušeného vzorku X v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$X = \frac{m_4 - m_5}{m_4 - m_3} \cdot 100$$

Kde m_3 – hmotnost suché prázdné vysoušečky [g]

m_4 – hmotnost vysoušečky se vzorkem před sušením [g]

m_5 – hmotnost vysoušečky se vzorkem po sušení při 130 °C 1 h [g]

Celková vlhkost původního vzorku φ v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$\varphi = Y + X$$

9.2.3 Stanovení kyselosti střídy chleba

Za titrační kyselost střídy chleba se považuje množství kyselých složek střídy, stanovené titrací odměrným roztokem hydroxidu sodného na indikátor fenolftalein. Stup-

něm kyselosti se rozumí počet ml odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 1 mol.l⁻¹, spotřebovaného k neutralizaci 100 g střídy. Vyjadřuje se jako titrační kyselost v mmol NaOH na 1 kg chleba. 1 stupeň kyselosti = 10 mmol.kg⁻¹.

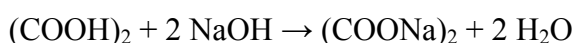
Pracovní postup

Pro stanovení kyselosti střídy se připravilo 250 ml odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 0,25 mol.l⁻¹ a provedla se jeho standardizace.

S přesností na 0,01 g se navážilo 25 g vzorku střídy. Navážka se rozdrobila a kvantitativně převedla do mixéru. Přidalo se celkem 250 ml destilované vody. Rozmixovaný vzorek se titroval odměrným roztokem hydroxidu sodného. Jako indikátor se použil fenolftalein (10 kapek). Titrovalo se do růžového zbarvení, které vydrželo aspoň 1 minutu. Výsledkem je průměr ze tří provedených stanovení.

Standardizace odměrného roztoku NaOH

Na analytických vahách se navážilo diferenčně vypočítané množství dihydrátu kyseliny šťavelové pro 1 titraci. Navážka se převedla do titrační baňky a zředila přiměřeným objemem destilované vody. Přidalo se několik kapek Tashiro indikátoru a titrovalo se odměrným roztokem 0,25 mol.l⁻¹ NaOH z fialového do šedého zbarvení. Poté se přidalo 10 ml CaCl₂ o koncentraci 20 % hmot. a roztok se opatrně dotitroval do zeleného zbarvení.



Výpočet

Stupeň kyselosti střídy chleba X se vypočítal podle vzorce:

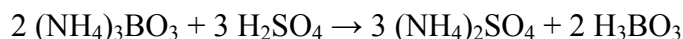
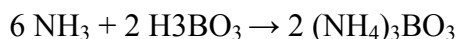
$$X = \frac{a \cdot c}{0,25} \cdot 10$$

Kde a – je spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného [ml]

c – je přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH

9.2.4 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek

Z mineralizátu bílkovinného materiálu, připraveného podle Kjeldahla, se amoniak, uvolněný ze síranu amonného koncentrovaným roztokem hydroxidu sodného predestiluje vodní parou v destilačním přístroji do roztoku kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný se stanoví titračně odměrným roztokem kyseliny sírové na indikátor Tashiro.



Z množství spotřebované kyseliny se vypočítá obsah dusíku. Výsledek se přepočítá na navážku a vynásobením faktoru 6,25 se určí % hrubé bílkoviny v analyzovaném materiálu.

Pracovní postup

Do mineralizační zkumavky se na analytických vahách navážilo 0,25 g vzorku chleba s přesností na čtyři desetinná místa. Ke vzorku se v digestoři přidalo 10 ml koncentrované kyseliny sírové, dvě kapky peroxidu vodíku a 1 malá lžička směsného katalyzátoru ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ v poměru 10:1). Baňka se vložila na topnou desku mineralizátoru. Teplota ohřevu byla nastavena na 400 °C. Po vyhřátí topného zařízení, které trvalo asi půl hodiny, probíhala mineralizace 1 hodinu. Po skončení mineralizace se vypnul vyhřívací blok a zkumavky se přendaly do stojanu. Po zchladnutí se do zkumavek přidala destilovaná voda do objemu 25 ml. Výsledkem je průměr ze tří provedených stanovení.

Výpočet

% hrubé bílkoviny X se vypočítalo podle vzorce:

$$X = \frac{P_2}{n} \cdot 100 \cdot F$$

Kde P_2 – obsah dusíku [mg]

n – navážka [mg]

F – přepočítávací faktor [6,25]

9.2.5 Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou

Při stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou bylo potřeba nejdříve připravit filtrační sáčky, které se vypraly v acetonu a poté se nechaly odvětrat v digestoři. Sáčky se po odvětrání zvažily na analytických vahách a následně se do každého sáčku navážil vzorek (0,5 g s přesností na 0,0001 g) a sáček se zatavil. Před tím, než se sáčky umístili do přístroje, byl obsah v sáčku rovnoměrně rozprostřen. Jeden sáček byl ponechán volný, tedy bez vzorku a sloužil jako tzv. korekční sáček. Do přístroje byl nalit neutrálně detergentní roztok. Zapnulo se míchání a topení. Časový spínač byl nastaven na 75 minut. Poté se přístroj zavřel, utěsnilo se víko a začalo odpočítávání. Po uplynutí 75 minut se vypnul ohřev i mí-

chání a pomocí vypouštěcího kohoutu byl roztok pomalu vypuštěn. Po otevření víka se zavřel vypouštěcí ventil a do přístroje byly nality 2 l horké vody a 4 ml α -amylázy. Víko se zavřelo a zapnulo se míchání a topení po dobu 5 minut. Pak se voda vypustila. Takto se opakovalo i druhé propláchnutí. Při třetím propláchnutí se použila také horká voda, ale bez α -amylázy a při čtvrtém propláchnutí už voda studená. Po odpuštění studené vody byly sáčky vyjmuty z přístroje a jemně se z nich vymačkala voda pomocí filtračního papíru. Poté se vložily sáčky na 3 minuty do acetonu. Po vyjmutí se nechaly odvětrat v digestoři opět na filtračním papíru. Sáčky se nakonec vysušily při teplotě 105 °C, 4 hodiny. Po vysušení a vychladnutí v exikátoru se sáčky zvážily a nechaly se spálit v muflové peci při 550 °C po dobu 5 hodin v předem vyžíhaných a zvážených kelímcích. Po ochlazení v exikátoru se kelímky opět zvážily. Výsledkem je průměr ze čtyř provedených stanovení.

Výpočet

Neutrálně-detergentní vláknina NDF v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$NDF = \frac{(m_3 - m_1 c_1) - (m_4 - m_1 c_2)}{m_2} \cdot 100$$

Kde m_1 – hmotnost sáčku [g]

m_2 – hmotnost navážky vzorku [g]

m_3 – hmotnost vysušeného sáčku s rezidui vzorku po hydrolýze [g]

m_4 – hmotnost popela po spálení vysušeného sáčku s rezidui vzorku po hydrolýze [g]

Výpočet korekcí:

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1}$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1}$$

Kde c_1 – korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze [g]

c_2 – korekce hmotnosti sáčku po spálení [g]

m_s – hmotnost vysušeného sáčku po hydrolýze [g]

m_p – hmotnost popela sáčku [g]

9.2.6 Stanovení AMK oxidativní a kyselou hydrolýzou

9.2.6.1 Oxidativní hydrolýza

Při stanovení AMK je důležité si připravit oxidativní směs: peroxid vodíku (30 %) a kyselina mravenčí (85 %) v poměru 1 : 9 (tj. 10 ml peroxidu vodíku a 90 ml kyseliny mravenčí). Tato oxidativní směs se nechala dvě hodiny v klidu v digestoři a poté se dala do lednice na 15 minut. Mezitím se do baněk navážila navážka v množství 0,8 mg na analytických vahách. Pak se k navážce přidalo 15 ml oxidativní směsi a baňky se uložily na 16 hodin do lednice. Následně se v digestoři do baněk přidalo 50 ml 6 mol.l^{-1} HCl. Na takto připravené baňky se vložily chladiče a uložily se do olejové lázně do druhého dne. Oxidativní hydrolýza probíhala 23 hodin při $118 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Nakonec se baňky z olejové lázně vytáhly a nechaly vychladnout. Chladiče se propláchly $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ HCl a obsah baněk se kvantitativně převedl přes filtrační papír do 250 ml odměrné baňky s kulatým dnem. Po vytemperování na $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ se baňky doplnily $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ HCl. Takto doplněné baňky se nechaly přes noc v lednici. Z filtrátu se poté odebral alikvotní podíl (25 ml) a odpařil se na vakuové rotační odparce (max. $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) do sirupové konzistence. Odparek se následně rozpustil v několika ml redestilované vody a znovu se odpařil (2x). Nakonec se odparek kvantitativně převedl pufrem (pH 2,2) do 25 ml odměrné baňky. Po dobrém promíchání došlo ke zfiltrování vzorku přes nylonový filtr o porozitě $0,45 \text{ } \mu\text{m}$ do čisté eppendorfové zkumavky. Takto upravený a zfiltrovaný vzorek byl použit k vlastní analýze. Uvolněné AMK byly analyzovány pomocí iontově výměnné kapalinové chromatografie na AAA 400 postkolonovou ninhydrinovou derivatizací a spektrofotometrickou detekcí (440 nm prolin, 570 nm pro ostatní AMK). Cystein a methionin byly stanoveny jako kyselina cysteová a methioninsulfon.

9.2.6.2 Kyselá hydrolýza

Vzorek chleba se navážil v množství 0,1 mg na analytických vahách. Takto zvážený vzorek se převedl do vialek, do kterých se přidalo 15 ml 6 mol.l^{-1} HCl. Poté bylo důležité vytěsnit kyslík a to pomocí argonu (30 sekund). Nakonec se vialky uzavřely a daly na 24 hodin do termobloku. Kyselá hydrolýza probíhala 23 hodin při $115 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Po ukončení hydrolýzy se vialky vytáhly z termobloku, nechaly se vychladnout a umístily se do lednice. Obsah vialky se kvantitativně převedl přes filtrační papír pomocí $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ HCl do odpařovací baňky. Odpařování probíhalo na rotační vakuové odparce (max. $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) do sirupové kon-

zistence. Odparek se následně rozpustil v několika ml redestilované vody a znovu se odpařil (2x). Nakonec se odparek kvantitativně převedl puřem (pH 2,2) do 25 ml odměrné baňky. Po dobrém promíchání došlo ke zřitřování vzorku řes nylonový řitr o porozitě 0,45 μm do řisté eppendorfové zkumavky. Takto upravený a zřitřovaný vzorek byl použit k vlastní analýze. Analýza byla prováděna na analyzátoru aminokyselin AAA 400.



Obr. 6. AAA 400 [58]

9.2.7 Senzorická analýza chlebů

Jednotlivé druhy chlebů byly hodnoceny pomocí pětibodové stupnice. Orientace stupnice byla zvolena tak, ře třetí stupeň odpovídal úrovni “optimální“. Tímto způsobem byly posuzovány řtyři sensorické znaky:

- vřhled a barva
- konzistence
- chuť a vůně
- celkové hodnocení

Vzor použité stupnice a protokolu je uveden v příloze č. 1 a č. 2. Jednotlivé druhy chlebů byly hodnoceny společně. Sensorická analýzy byla doplněna pořadovou preferenční zkouškou, jejímž cílem bylo vybrat vzorek sensoricky nejpříjemnější. Sensorickou zkoušku prováděl panel (komise), což je skupina 25 posuzovatelů na úrovni “vybraný posuzovatel” ve smyslu ČSN ISO 5492.

10 VÝSLEDKY

10.1 Výsledky objemu

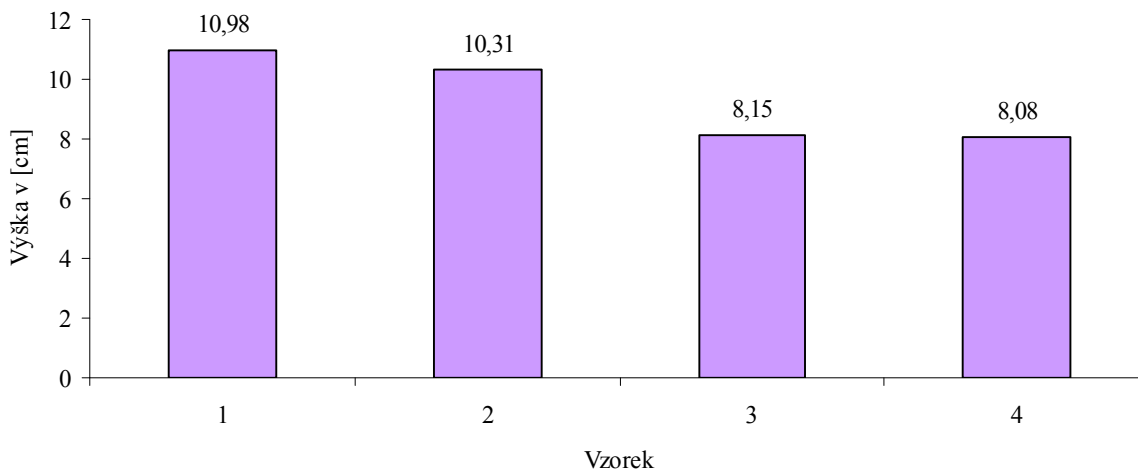
Stanovení objemu bylo provedeno u chlebů podle postupu uvedeného v kapitole 9.2.1. U každého vzorku chleba bylo měření provedeno 3x a do tabulky byly zaznamenány průměrné hodnoty.

Tab. 8 Výsledky stanovení objemu chlebů

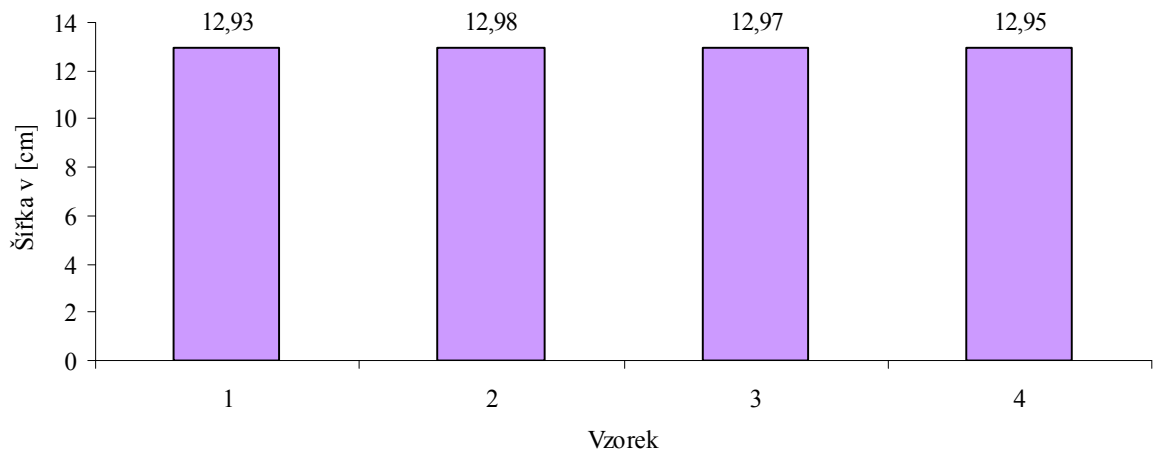
	VZOREK			
	1	2	3	4
Výška chlebů [cm]	10,98	10,31	8,15	8,08
S [±]	0,02	0,12	0,07	0,05
Šířka chlebů [cm]	12,93	12,98	12,97	12,95
S [±]	0,03	0,01	0,06	0,14

Pozn: 1 – chleba bez přídavku sójové mouky, 2 – chleba s přídavkem 20 % sójové mouky, 3 – chleba s přídavkem 40 % sójové mouky, 4 – chleba s přídavkem 60 % sójové mouky, S – směrodatná odchylka.

Graf 1. Znázornění výsledků výšky chleba



Graf 2. Znárodnění výsledků šířky chleba



Z grafu 1. je patrné, že největší výšku měl chléb bez přídavku sójové mouky a hned za ním následoval chléb s přídavkem 20 % sójové mouky. Výšky u chlebů s přídavkem 40 % a 60 % sójové mouky byly nižší, neboť takovéto procentuelní zastoupení sójové mouky zajišťovalo nevytvoření tak dokonalé lepkové sítě. Co se týče šířky chlebů, tak tam se hodnoty moc neliší graf 2. v důsledku toho, že chléb se pekl v pečicí nádobě, která tuto šířku ovlivňovala.

10.2 Výsledky vlhkosti

Stanovení vlhkosti u chlebů bylo provedeno podle postupu v kapitole 9.2.2. U každého vzorku chleba bylo stanovení provedeno 3x a do tabulky byly zaznamenány průměrné hodnoty.

Vzor výpočtu vlhkosti u vzorku č. 1 – chléb bez přídavku sójové mouky:

$$Y = \frac{(277,67 - 258,46)}{(277,67 - 227,28)} \cdot 100 = 38,12 \%$$

$$X = \frac{(35,0490 - 34,6177)}{(35,0490 - 25,0404)} \cdot 100 = 4,31 \%$$

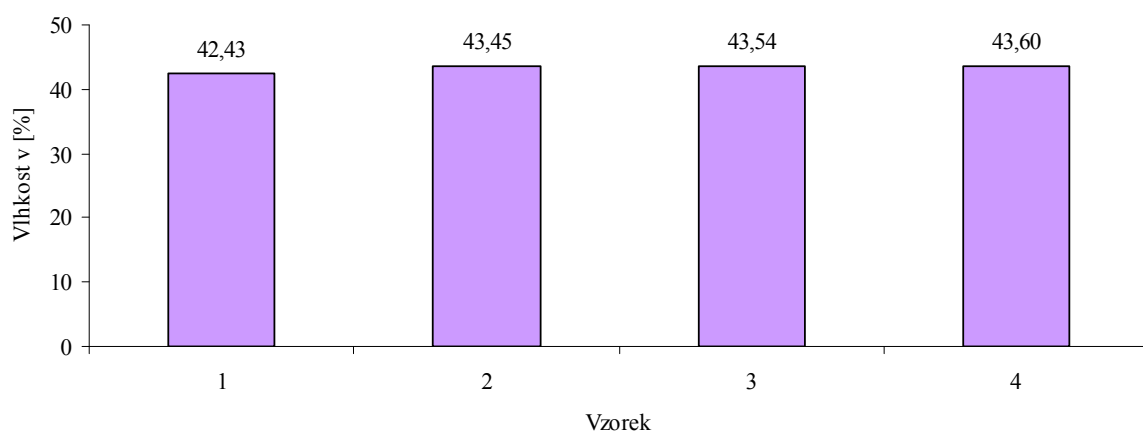
$$\varphi = 38,12 + 4,31 = 42,43 \%$$

Tab. 9. Výsledky stanovení vlhkosti chleba

	VZOREK			
	1	2	3	4
Celková vlhkost [%]	42,43	43,45	43,54	43,60
S [±]	0,02	0,04	0,05	0,15

Pozn: 1 – chleba bez přídavku sójové mouky, 2 – chleba s přídavkem 20 % sójové mouky, 3 – chleba s přídavkem 40 % sójové mouky, 4 – chleba s přídavkem 60 % sójové mouky, S – směrodatná odchylka.

Graf 3. Znázornění výsledků vlhkosti chleba



Z grafu 3. vyplývá, že chléb s přídavkem 60 % sójové mouky měl nejvyšší vlhkost 43,60 %. Za ním následoval chléb s přídavkem 40 % sójové mouky, který měl vlhkost 43,54 %. U chlebu s přídavkem 20 % sójové mouky byla vlhkost zjištěna v množství 43,45 %. A nejmenší obsah vlhkosti měl chléb bez přídavku sójové mouky 42,43 %.

10.3 Výsledky kyselosti střídy chleba

Stanovení titrační kyselosti střídy chleba bylo provedeno podle postupu zaznamenaného v kapitole 9.2.3. U každého druhu chleba bylo stanovení provedeno 3x a do tabulky byly zaznamenány průměrné hodnoty.

Výpočet navážky 0,25 mol.l-1 NaOH:

$$m = c \cdot V \cdot M$$

$$m = 0,25 \cdot 0,25 \cdot 39,998$$

$$m = 2,4999 \text{ g NaOH}$$

Kde c – je koncentrace NaOH [mol.l-1]

V – je objem NaOH [mol.l-1]

M – je molární hmotnost NaOH [mol.l-1]

Skutečná navážka 0,25 mol.l-1 NaOH:

$$m = 2,5000 \text{ g NaOH}$$

Výpočet navážky (COOH)₂ pro standardizaci odměrného roztoku NaOH:

$$m = \frac{c \cdot V \cdot M}{2}$$

$$m = \frac{0,25 \cdot 0,01 \cdot 126,066}{2}$$

$$m = 0,1576 \text{ g (COOH)}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O na 10 ml NaOH}$$

Kde c – je koncentrace NaOH [mol.l-1]

V – je objem NaOH [mol.l-1]

M – je molární hmotnost (COOH)₂ . 2 H₂O [mol.l-1]

Výpočet přesné koncentrace NaOH:

$$c = \frac{2 \cdot m_{(\text{COOH}_2)}}{V \cdot M_{(\text{COOH}_2)}}$$

$$c = \frac{2 \cdot 0,1173}{0,0071 \cdot 126,066}$$

$$c = 0,2621 \text{ mol.l}^{-1}$$

Kde m – je navážka (COOH)₂ . 2 H₂O [g]

V – je objem spotřebovaného NaOH [l]

M – je molární hmotnost (COOH)₂ . 2 H₂O [mol.l-1]

Vzor výpočtu titrační kyselosti střídy chleba u vzorku č. 1 – chléb bez přídavku sójové mouky:

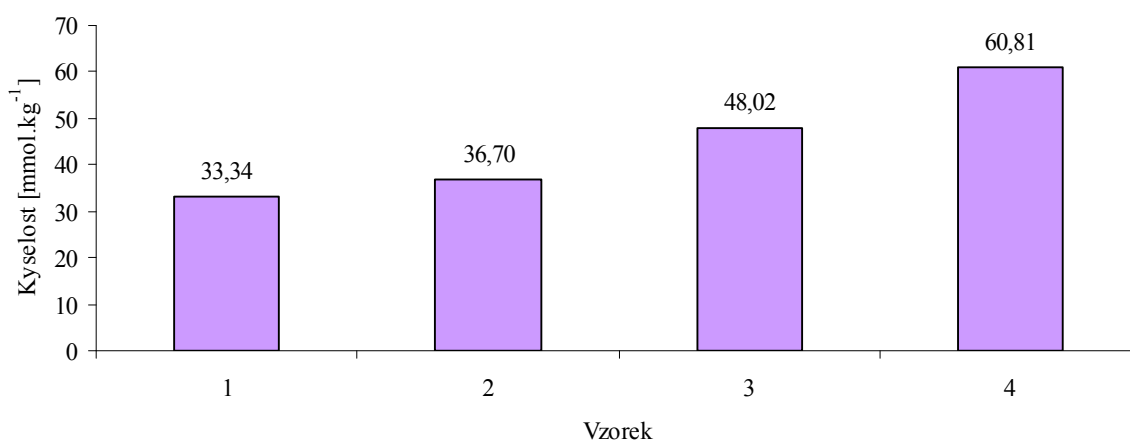
$$X = \frac{(3,18 \cdot 0,2621)}{0,25} \cdot 10 = 33,34 \text{ mmol. kg}^{-1}$$

Tab. 10. Výsledky stanovení titrační kyselosti střídy chleba

	VZOREK			
	1	2	3	4
Kyselost [mmol.kg⁻¹]	33,34	36,70	48,02	60,81
S [±]	0,08	0,08	0,06	0,08

Pozn: 1 – chleba bez přídavku sójové mouky, 2 – chleba s přídavkem 20 % sójové mouky, 3 – chleba s přídavkem 40 % sójové mouky, 4 – chleba s přídavkem 60 % sójové mouky, S – směrodatná odchylka.

Graf 4. Znázornění výsledků titrační kyselosti střídy chleba



Z grafu 4. lze vidět, že titrační kyselost střídy chleba se zvyšovala s rostoucím obsahem sójové mouky. Co se týče pravidelnosti, tak mezi vzorkem č. 2 (chléb s 20 % sójové mouky) a vzorkem č. 3 (chléb se 40 % sójové mouky) je rozdíl kyselosti 11,32 mmol.kg⁻¹. U vzorku č. 3 (chléb se 40 % sójové mouky) a č. 4 (chléb s 60 % sójové mouky) je rozdíl 12,79 mmol.kg⁻¹.

10.4 Výsledky celkového obsahu dusíkatých látek

Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek u chlebů bylo provedeno podle postupu v kapitole 9.2.4. U každého vzorku chleba bylo stanovení provedeno 4x a do tabulky byly zaznamenány průměrné hodnoty.

Vzor výpočtu dusíkatých látek u vzorku č. 1 – chléb bez přídavku sójové mouky:

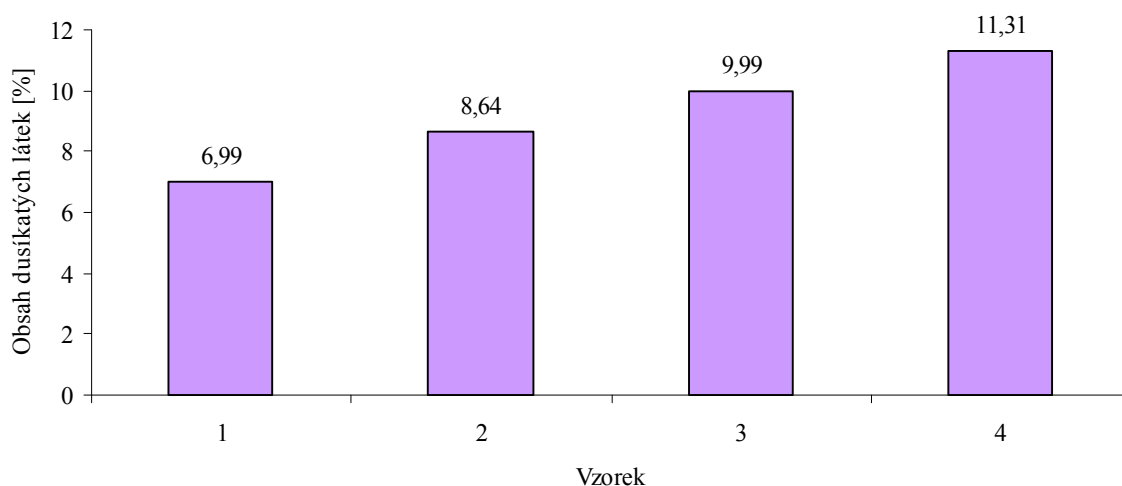
$$X = \frac{2,7999}{250,2} \cdot 100 \cdot 6,25 = 6,99 \%$$

Tab. 11. Výsledky stanovení dusíkatých látek v chlebu

	VZOREK			
	1	2	3	4
Dusíkaté látky [%]	6,99	8,64	9,99	11,31
S [±]	0,23	0,22	0,28	0,44

Pozn: 1 – chleba bez přídavku sójové mouky, 2 – chleba s přídavkem 20 % sójové mouky, 3 – chleba s přídavkem 40 % sójové mouky, 4 – chleba s přídavkem 60 % sójové mouky, S – směrodatná odchylka.

Graf 5. Znázornění výsledků dusíkatých látek obsažených v chlebu



Z grafu 5. můžeme vidět, že vzorek č. 1 (chléb bez přídavku sójové mouky) obsahoval 6,99 % bílkovin tedy nejméně ze všech zkoumaných chlebů. Za ním následoval vzorek č. 2 (chléb s 20 % sójové mouky), který obsahoval 8,64 % bílkovin, dále vzorek č. 3 (chléb se 40 % sójové mouky) s obsahem 9,99 % a vzorek č. 4 (chléb s 60 % sójové mouky) s 11,31 % bílkovin.

10.5 Výsledky vlákniny

Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou bylo u chlebů provedeno podle postupu v kapitole 9.2.5. U každého vzorku chleba bylo stanovení provedeno 4x a do tabulky byly zaznamenány průměrné hodnoty.

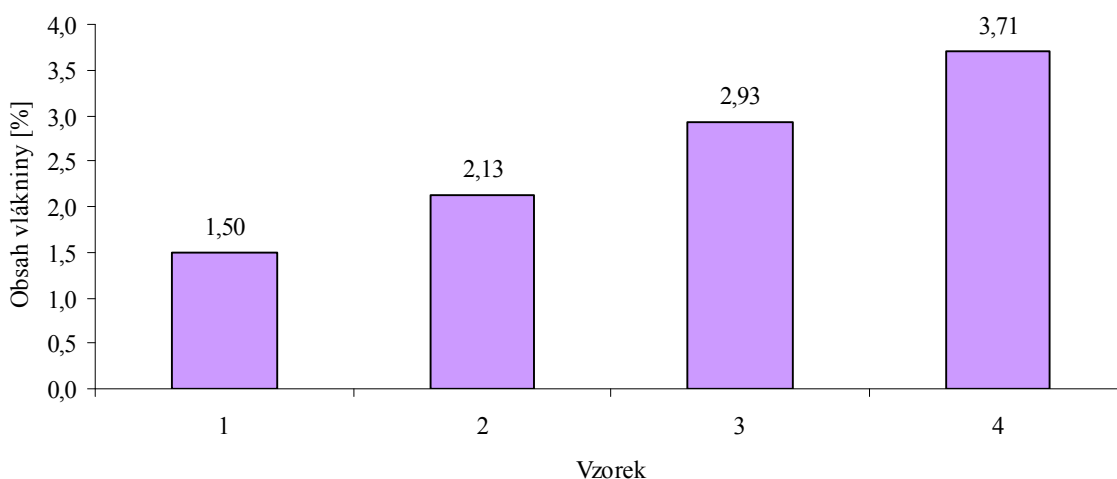
Výpočet vlákniny byl proveden pomocí programu:

Tab. 12. Výsledky stanovení vlákniny v chlebu

	VZOREK			
	1	2	3	4
Vláknina [%]	1,50	2,13	2,93	3,71
S [±]	0,04	0,07	0,18	0,02

Pozn: 1 – chleba bez přídavku sójové mouky, 2 – chleba s přídavkem 20 % sójové mouky, 3 – chleba s přídavkem 40 % sójové mouky, 4 – chleba s přídavkem 60 % sójové mouky, S – směrodatná odchylka.

Graf 6. Znázornění výsledků vlákniny obsažené v chlebu



Z grafu 6. je patrné, že vzorek č. 4 (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky) obsahoval nejvíce vlákniny v množství 3,71 %. Za ním následoval vzorek č. 3 (chléb se 40 % sójové mouky), který obsahoval o 0,78 % vlákniny méně než vzorek č. 4. Vzorek č. 2 (chléb s 20 % sójové mouky) obsahoval o 0,80 % méně vlákniny než vzorek č. 3. Nejméně vlákniny obsahoval vzorek č. 1 (chléb bez přídavku sójové mouky).

10.6 Výsledky oxidativní a kyselé hydrolýzy AMK

Stanovení oxidativní a kyselé hydrolýzy bylo u chlebů provedeno podle postupu v kapitole 9.2.6.1. a 9.2.6.2. U každého vzorku chleba bylo stanovení provedeno 3x.

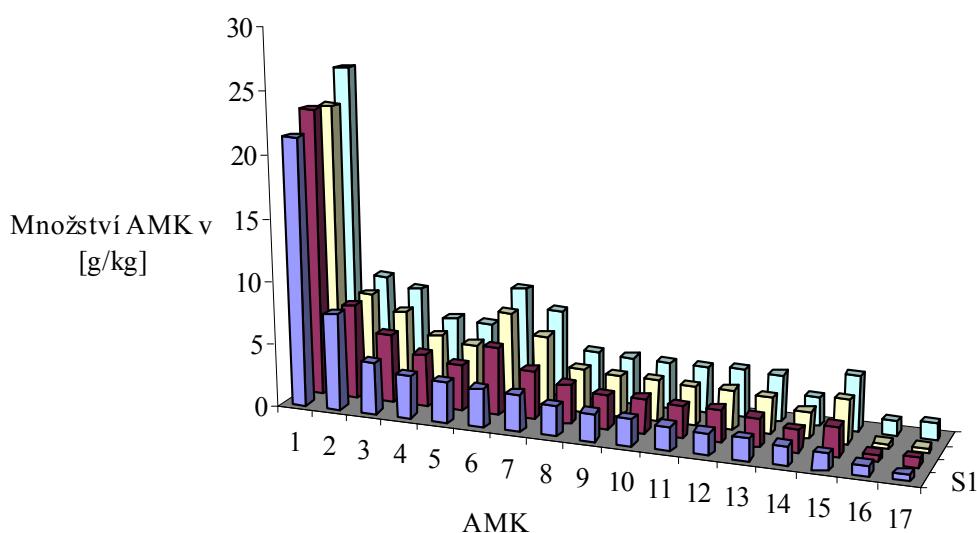
Výpočet oxidativní hydrolýzy AMK byl proveden pomocí programu:

Tab. 13. Výsledky stanovení oxidativní a kyselé hydrolýzy AMK v chlebu

AMK v [g/kg]		VZOREK							
		1	S [±]	2	S [±]	3	S [±]	4	S [±]
1.	Glu	21,40	0,96	22,98	1,24	22,64	1,52	25,12	1,13
2.	Pro	7,69	0,18	7,55	0,24	7,61	0,23	8,26	0,44
3.	Leu	4,18	0,23	5,46	0,21	6,47	0,15	7,56	0,21
4.	Phe	3,40	0,13	4,17	0,21	4,85	0,48	5,36	0,16
5.	Ser	3,24	0,21	3,67	0,06	4,43	0,24	5,25	0,09
6.	Asp	3,03	0,06	5,38	0,18	7,27	0,43	8,46	0,54
7.	Arg	3,00	0,20	3,94	0,09	5,79	0,37	6,91	0,08
8.	Val	2,43	0,14	3,09	0,09	3,44	0,16	3,94	0,12
9.	Tyr	2,19	0,08	2,66	0,01	3,29	0,15	3,79	0,28
10.	Gly	2,15	0,09	2,74	0,19	3,28	0,07	3,71	0,18
11.	Ile	1,93	0,13	2,48	0,08	3,10	0,02	3,66	0,17
12.	Ala	1,79	0,10	2,6	0,11	3,16	0,09	3,85	0,18
13.	Thr	1,78	0,07	2,33	0,07	2,97	0,16	3,76	0,15
14.	His	1,57	0,05	1,78	0,01	2,17	0,15	2,33	0,06
15.	Lys	1,35	0,08	2,37	0,04	3,48	0,13	4,35	0,26
16.	CysH	0,80	0,04	0,58	0,02	0,40	0,02	1,14	0,05
17.	MetS	0,52	0,01	0,72	0,03	0,40	0,01	1,33	0,08
Σ		62,47		74,49		84,75		98,78	

Pozn: 1 – chleba bez přídavku sójové mouky, 2 – chleba s přídavkem 20 % sójové mouky, 3 – chleba s přídavkem 40 % sójové mouky, 4 – chleba s přídavkem 60 % sójové mouky, S – směrodatná odchylka.

Graf 7. Znárodnění výsledků oxidativní a kyselé hydrolyzy AMK obsažených v chlebu



Graf 7. znázorňuje množství aminokyselin v jednotlivých vzorcích chleba. Největší zastoupení měla kyselina glutamová, která je ovšem přítomná jako glutamin. Druhou nejvíce

zastoupenou aminokyselinou byl prolin. Nejmenší zastoupení však bylo zaznamenáno u cysteinu a methioninu. Cystein a methionin byly stanoveny jako kyselina cysteová a methioninsulfon.

10.7 Výsledky senzorické analýzy

Výsledky získané na základě senzorické analýzy byly statisticky vyhodnoceny. Byla zvolena 5 % hladina významnosti (maximální pravděpodobnost chybného zamítnutí správné hypotézy je 5 %, tj. testy jsou prováděny s 95 % spolehlivostí).

Tab. 14. Výsledky senzorické analýzy vzorků chlebů

HODNOCENÉ ZNAKY	VZOREK			
	A	B	C	D
Barva	2	3	4	4
Tloušťka	3	3	3	3
Tvrdost	2	2	3	4
Pórovitost	4	3	2	2
Kyselost	1	2	2	2
Pocit v ústech po krátkém žvýkání	2	2	2	3
Pocit při polykání sousta	3	3	3	3
Celková jakost chuti (chlebová)	2	2	3	3

Pozn: A – chleba bez přídavku sójové mouky, B – chleba s přídavkem 20 % sójové mouky, C – chleba s přídavkem 40 % sójové mouky, D – chleba s přídavkem 60 % sójové mouky.

Senzorické hodnocení ($n = 25$) bylo provedeno pomocí pětibodové stupnice. Orientace stupnice byla zvolena tak, že třetí stupeň odpovídal úrovni "optimální". Výsledky jsou hodnoceny jako mediány.

Ze statistického hlediska se v barvě lišily dvojice vzorků: C (chléb s přídavkem 40 % sójové mouky) a A (chléb bez přídavku sójové mouky). Další rozdíl byl shledán u vzorků C (chléb s přídavkem 40 % sójové mouky) a vzorku B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky). U vzorku D (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky) a vzorku A (chléb bez přídavku sójové mouky) byl taktéž shledán rozdíl v barvě. U vzorku D (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky) byl také ještě zjištěn rozdíl se vzorkem B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky). Horší hodnocení v barvě bylo zapříčiněno tmavou barvou chlebů, která byla způsobena při pečení chlebů.

V případě hodnocení tloušťky a pocitu polykání sousta v ústech nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. Můžeme tedy říci, že s 95 % pravděpodobností rozdíly v preferencích nebyly hodnotiteli vnímány jako významné.

V tvrdosti byly shledány odlišnosti u dvojice vzorků: A (chléb bez přídavku sójové mouky) a C (chléb s přídavkem 40 % sójové mouky). Dále byl zjištěn rozdíl mezi vzorkem A (chléb bez přídavku sójové mouky) a vzorkem D (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky). Vzorek B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky) se lišil se vzorkem C (chléb s přídavkem 40 % sójové mouky) a také se vzorkem D (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky).

Ze statistického hlediska se v pórovitosti lišily vzorek C (chléb s přídavkem 40 % sójové mouky) se vzorkem A (chléb bez přídavku sójové mouky) a dále také vzorek C se vzorkem B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky). U vzorku D (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky) byl zjištěn rozdíl v pórovitosti se vzorkem A (chléb bez přídavku sójové mouky) a také se vzorkem B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky).

V kyselosti byly shledány odlišnosti u chlebů s přídavkem 20 %, 40 % a 60 % sójové mouky se vzorkem chleba bez přídavku sójové mouky.

Ze statistického hlediska se při pocitu v ústech po krátkém žvýkání nelišily vzorky: chleba bez přídavku sójové mouky, chleba s přídavkem 20 % a 40 % sójové mouky. Jediný vzorek, který byl odlišný od ostatních, byl tedy chléb s přídavkem 60 % sójové mouky.

U celkové jakosti chuti (chlebová) byly hodnotiteli stejně vnímány vzorky: A (chléb bez přídavku sójové mouky) a B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky). A vzorky C (chléb s přídavkem 40 % sójové mouky) a D (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky).

Na závěr byl hodnotiteli proveden preferenční test. Výsledky jsou zahrnuté v následující tabulce.

Tab. 15. Výsledky preferenčního testu

Počet posuzovatelů	VZOREK			
	A	B	C	D
1	4	1	2	3
2	3	2	1	4
3	1	2	3	4
4	3	1	4	2
5	3	1	2	4
6	4	2	1	3
7	2	3	1	4
8	4	2	1	3
9	1	4	2	3
10	3	2	1	4
11	3	2	1	4
12	2	4	1	3
13	4	1	2	3
14	3	2	1	4
15	1	2	3	4
16	3	1	2	4
17	4	2	1	3
18	3	2	1	4
19	4	3	2	1
20	4	2	1	3
21	1	2	3	4
22	3	2	1	4
23	2	3	1	4
24	3	2	1	4
25	3	1	2	4
Σ	71	51	41	87
POŘADÍ	3.	2.	1.	4.

Z výsledků preferenčního testu bylo zjištěné, že pro hodnotitelé byl nejpřijatelnější vzorek C (chléb s přídavkem 40 % sójové mouky). Na druhém místě uvedli hodnotitelé vzorek B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky) a na třetím místě uvedli vzorek A (chléb bez přídavku sójové mouky). S velkým rozdílem na posledním místě hodnotitelé uvedli vzorek D (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky).

11 DISKUZE

U chlebů bylo důležité zjistit vliv přídavku sójové mouky na jakostní parametry chlebů. Jednalo se o parametry: objem pečiva, vlhkost, titrační kyselost střídy, obsah dusíkatých látek, skladba aminokyselin a stanovení vlákniny. Také byla provedena senzorická analýza chlebů.

Z výsledků stanovení výšky chlebů bylo zjištěno, že největší výšku měl chléb bez přídavku sójové mouky a na druhém místě byl chléb s přídavkem 20 % sójové mouky. U chlebů s přídavkem 40 % a 60 % sójové mouky byly výšky chlebů nižší. Takovéto procentuelní zastoupení sójové mouky mělo tedy podstatný vliv na nedokonalé tvoření lepkové sítě. Co se týče šířky chlebů, tak ta je téměř u všech druhů stejná, neboť byla ovlivněná nádobou, ve které se pekl chleba.

Dále byla stanovena vlhkost chleba. Maximální obsah vlhkosti v chlebě se pohybuje kolem 50 % [59]. Z výsledků vyplývá, že všechny analyzované druhy chleba tedy splňují požadavky na obsah vlhkosti chleba.

Vliv přídavku sójové mouky na kyselost střídy chleba měla pozitivní vliv. Vzorek č. 4 obsahoval největší množství sójové mouky a obsah kyselosti byl stanoven nad 60 mmol.l⁻¹. Co se týče vzorku č. 1, 2 a 3, zde hrozí v teplých letních měsících vznik nitkovitosti, neboť obsah titrační kyselosti střídy chlebů byla stanovena pod 60 mmol.l⁻¹. Tato obávaná choroba je způsobována bakteriemi *Bacillus mesentericus* a *Bacillus subtilis*.

Obsah bílkovin v pšenično-žitném chlebu činí 7,2 % [60]. Z výsledků stanovení obsahu bílkovin bylo zjištěno, že vzorek č. 1 obsahuje 6,99 %. Tato hodnota je o něco nižší než udává Podnikatelský svaz pekařů a cukrářů v ČR. U vzorku č. 2, 3 a 4 s obsahem sójové mouky bylo množství bílkovin stanoveno vyšší. Důsledkem je právě sójová mouka, která z výživového hlediska má nejcennější složku bílkoviny, které sice nejsou plnohodnotné kvůli nedostatku esenciálních aminokyselin, ale svou celkovou kvalitou se řadí hned za plnohodnotné bílkoviny z živočišných zdrojů.

Nejmenší obsah vlákniny byl zaznamenán u vzorku č. 1 (chléb bez přídavku sójové mouky). Postupně se však množství vlákniny zvyšovalo. U vzorku č. 4 (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky) bylo zjištěno množství vlákniny 3,71 %. Čím více vlákniny se tedy v chlebu vyskytuje, tím lépe, neboť je vědecky prokázáno, že lidé, kteří pravidelně zařazují

do své stravy potraviny obsahující vlákninu, trpí méně často kardiovaskulárními chorobami a rakovinou tlustého střeva a konečníku.

Z výsledků stanovení aminokyselin u všech druhů chleba měla největší zastoupení kyselina glutamová, která je ovšem přítomna jako glutamin. Jeho obsah v chlebě se pohyboval kolem 21 – 25 g/kg. Další nejvíce zastoupenou aminokyselinou byl prolin, který se vyskytoval v množství od 7 – 8 g/kg. Nejmenší zastoupení bylo zaznamenáno u cysteinu a methioninu. Ty byly stanoveny jako kyselina cysteová a methioninsulfon. Důsledkem byl právě přídavek sójové mouky, která je chudá na tyto aminokyseliny. Co se týče obsahu celkových aminokyselin, tak ten se postupně zvyšoval od vzorku č. 1 k vzorku č. 4, neboť kombinace obilovin s luštěninami poskytují celkově lepší aminokyselinovou rovnováhu.

U sensorické analýzy byly v barvě shledány rozdíly mezi vzorky C-A, C-B a D-A, D-B. Nejvíce preferovaným byl vzorek B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky), který měl podle hodnotitelů optimálně hnědou barvu. U vzorku A byla barva hodnocena jako žlutá, světle hnědá a u vzorků C a D byla hodnocena tmavě hnědá barva chlebů.

U sensorické analýzy v tloušťce a při pocitu polykání sousta v ústech nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. V obou případech byly hodnotiteli vnímány jako optimum. U tloušťky tedy jako optimálně silná a při pocitu polykání v ústech jako velmi snadné, hladké.

V tvrdosti střídy byly shledány rozdíly mezi vzorky A-C, A-D a B-C, B-D. Nejvíce preferovaný byl vzorek C (chléb s přídavkem 40 % sójové mouky), který měl tvrdost optimálně měkkou a nejhůře preferovaný byl vzorek D (chléb s přídavkem 60 % sójové mouky), který byl hodnotiteli vnímán jako velmi tvrdý.

Co se týče pórovitosti chlebů, tak byly shledány statisticky významné rozdíly u vzorků C-A, C-B a D-A, D-B. Nejlépe byl hodnocen hodnotiteli vzorek B (chléb s přídavkem 20 % sójové mouky), který byl optimálně pórovitý a nejméně preferovaný byl vzorek A (chléb bez přídavku sójové mouky), u něhož byly póry velké.

U kyselosti střídy chleba byly shledány rozdíly u vzorku B-A, C-A a D-A. Žádný ze vzorků nebyl hodnotiteli vnímán jako optimum. Vzorek A byl hodnocen jako nekyselý, neznametelný. Vzorky B, C a D byly vnímány jako velmi slabě kyselé.

U senzorické analýzy při pocitu v ústech po krátkém žvýkání byly shledány rozdíly mezi vzorky A-D, B-D a C-D. Nejpreferovanější byl vzorek D, který měl vynikající pocit v ústech po krátkém žvýkání a vzorky A, B a C byli hodnotiteli vnímány jako velmi dobré.

Co se týče celkové jakosti chuti (chlebová), tak preferovanější byly chleby s přídavkem 40 % a 60 % sójové mouky oproti chlebům bez přídavku sójové mouky a s přídavkem 20 % sójové mouky.

Z výsledků preferenčního testu vyplývá, že pro hodnotitele byl nejpříjemnější chléb s přídavkem 40 % sójové mouky, po něm následoval chléb s přídavkem 20 % sójové mouky. Můžeme tedy říci, že sójová mouka obsažená v chlebě měla pozitivní vliv na celkové hodnocení hodnotitelů. Na třetím místě skončil chléb bez přídavku sójové mouky a na místě posledním chléb s přídavkem 60 % sójové mouky.

ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem se zabývala přidavkem sójové mouky a jejím vlivem na jakostní parametry pečiva. Co se týká samotné sóje, tak patří mezi luštěniny, kterých si v jídelníčku ceníme. Všechny luštěniny mají totiž vysoký obsah bílkovin, který se ještě zvýší, když se kombinují s obilninami. V případě řešené problematiky se to také potvrdilo, nejen co se týče obsahu bílkovin, ale také aminokyselin a vlákniny. Naopak zhoršení bylo zaznamenáno u stanovení objemu pečiva, neboť přidavkem sójové mouky, docházelo ke snižování tvorby lepkové bílkoviny. Lze tedy konstatovat, že sójovou mouku přidávat do obilných výrobků, aby docházelo ke zlepšení nutričních vlastností, ale pouze v určitém množství.

Ze sensorického hlediska byl nejlépe hodnocen chléb s přidavkem 40 % sójové mouky. Chléb pšenično-žitný skončil u hodnotitelů na třetím místě. Těmito výsledky je prokázáno, že přídavek sójové mouky měl pozitivní vliv i na chuť chleba. Pokud bychom srovnali chleby z ekonomického hlediska, tak chléb s přidavkem sójové mouky by byl nákladnější než chléb pšenično-žitný. Dnešní spotřebitel je však do potravin schopen investovat více peněz, jen pro to, aby se zdravěji stravoval. Můžeme konstatovat, že kdyby se takový chléb s přidavkem sójové mouky dostal do výroby, bylo by velmi pravděpodobné, že by byl spotřebiteli oblíben a vyžadován.

Výhodou sójové mouky je tedy zlepšení nutričních vlastností a naopak nevýhodou snižování objemu pečiva. To může také vést k negativnímu ovlivnění spotřebitele. Důležité je tedy použít správné množství sójové mouky tak, aby byly všechny jakostní parametry co nejpříjemnější. V ideálním případě sójová mouka činila 40 % z celkové hmotnosti surovin pro vyráběný chléb.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DŘÍZAL, J. Pekařské řemeslo v proměnách století. Praha: *Potravinářská revue*, 2010, č. 1, s. 11.
- [2] VALENTOVÁ, M. Jakost chleba není jenom jako chuť. Praha: *Potravinářská revue*, 2010, č. 1, s. 19.
- [3] KURČÍK, J. Velkovýrobní technologii chleba PENAM zvládl na výbornou. Praha: *Potravinářská revue*, 2010, č. 1, s. 22.
- [4] Český statistický úřad, *Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů (na obyvatele a rok)*
- [5] *Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb.*, v platném znění.
- [6] HRABĚ, J., SEVEROVÁ, M. a BUŇKA, F. *Vliv surovinové skladby na senzoryckou jakost chleba*. Sborník VVŠ PV. Vyškov: VVŠ PV, 2002, č. 2, s. 123 – 136.
- [7] PEŠEK, M. a kolektiv. *Potravinářské zbožíznalství*. 1. vyd. České Budějovice: 2000, s. 92 – 93. ISBN 80-7040-399-3.
- [8] *Chleba* [online]. [cit. 2010-02-13]. Dostupný z:
<http://www.sportuj.com/view.php?cislocclanku=2007110040>
- [9] NOVÁKOVÁ, E. Chléb a jeho vláknina. Praha: *Potravinářská revue*, 2010, č. 1, s. 30.
- [10] JANÍČEK, G., HALAŠKA, K. *Základy výživy*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1985, s. 134. ISBN 440-334-88.
- [11] CHARALAMPOPOULOS, D., WANG, R., PANDIELLA, S.S., WEBB, C. Application of cereals and cereal components in functional foods. *International Journal of Food Microbiology*. 2002, roč. 79, s. 131 – 141.
- [12] ČERMÁK, B. a kolektiv. *Výživa člověka*. 1 vyd. České Budějovice: JUVČB, Zemědělská fakulta, 2002, s. 111. ISBN 80-7040-576-7.
- [13] DAVID, A., DENDY, V., DOBRASZCZYK, B.J. Cereals and cereal products. *Chemistry and Technology*. Aspen: 2001, s. 429. ISBN 0-8342-1767-8.
- [14] FRANCISCI DE, M.P.L., SALGADO, J.M., LEITAO, R.F.F. Chemical, nutritional and technological characteristics of buckwheat and non-prolamine buckwheat

- flours in comparison of wheat flour. *Plant Foods for Human Nutrition*. 1994, roč. 46, s. 323 – 329.
- [15] SCUDAMORE, K.A. identifying mycotoxins is Paramount in the fight against their spread. *World Grain*. 2005, roč. 23, s. 36 – 39.
- [16] ČEPIČKA, J. a kolektiv. *Obecná potravinářská technologie*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1995, s. 45 – 46. ISBN 80-7080-239-1.
- [17] BAJAJ, Y.P.S. Wheat. *Biotechnology in agriculture and Forestry 13*. Berlín: 1990, s. 683. ISBN 3-540-51809-6.
- [18] *Situační a výhledová zpráva OBILOVINY*. Praha: Odbor rostlinné výroby MZe, 2009, ISBN 978-80-7084-801-2.
- [19] KADLEC, P. a kolektiv. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2007, s. 143. ISBN 80-7080-509-9.
- [20] DOSTÁLOVÁ, J. *Nutriční hodnota sóji*. Praha: VŠCHT. [online]. [cit. 2010-02-17]. Dostupný z: http://www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/1/Sja_Horna_2003.doc
- [21] ENDRES, J. G. *Soy protein products: Characteristics, nutritional aspects and utilization*. AOCS: 2001, s. 1. ISBN 1-893997-27-8.
- [22] VOLLMANNOVÁ, A., TIMORACKÁ, M., MELICHÁČOVÁ, S., HARANGOZO, L., JOMOVÁ, K. The relationship of heavy metal contents in soils to content of chemoprotective compounds in soya bean. *Analýza složiek životného prostedia*: 2006, s. 744 – 748. ISBN 80-228-1553-5.
- [23] KESHUN, L. Soybeans. *Chemistry Technology and utilization*. New York: 1997, s. 525. ISBN 0-8342-1299-4.
- [24] *Situační a výhledová zpráva OLEJNINY*. Praha: Odbor rostlinné výroby MZe, 2009, ISBN 978-80-7084-803-6.
- [25] MACEVILLY, C. Cereals. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Oxford: 2004, roč. 2, s. 1008 – 1033.
- [26] KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2004, s. 141. ISBN 80-7157-811-8.

- [27] SABANIS, D., TZIA, C. Effect of Rice , Corn and Soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars. *Food and Bioprocess technology*. New York: 2007, roč. 2, s. 68 – 69.
- [28] HRABĚ, J., KOMÁR, A. *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 2003, ISBN 80-7231-107-7.
- [29] DUDÁŠ, F. a kolektiv. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*. 1. vyd. Praha: SZN, 1981, s. 384. ISBN 07-083-81.
- [30] PRUGAR, J. a kolektiv. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vyd. Praha: VUPAS, 2008, s. 327. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [31] CORNELL, H. J., HOVELING, A.W., ANDREW, C., ROGERS, M. *Particle size distribution in wheat starch and its importance in processing*. WILEY-VCH: 1994, roč. 46, s. 203 – 207.
- [32] PENG, M., GAV, M., ABDEL-AAL, E. S. M., HUCL, P., CHIBBAR, R. N. Separation and characterization of A- and B- type starch granules in wheat endosperm. *Cereal chemistry*. 1999, roč. 76, s. 375 – 379.
- [33] VAN DER BORGHT, A., GOESAERT, H., VERAVERBEKE, W.S., DELCOUR, J.A. Fractionation of Wheat and wheat flour into starch and gluten: overview of the main processes and the factors involved. *Laboratory of Food Chemistry*. Belgium: 2004. roč. 41. s. 221 – 237.
- [34] GOMÉZ, M., OLIETE, B., ROSELL, C. M., PANDO, V., FERNANDEZ, E. Studies on cake quality made of wheat – chickpea flour blends. *Food science and technology*. 2008, roč. 41, s. 1701 – 1709.
- [35] GOMÉZ, M., RONDA, F., BLANCO, C., CABALLERO, P.A., ASPESTEGUIA, A. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *European Food Research and technology*. Berlín: 2003, roč. 216, s. 51 – 56.
- [36] *Vláknina – příběh bílé mouky*. [online]. [cit. 2010-02-22]. Dostupný z: <http://www.vlaknina.estranky.cz/stranka/vlaknina>
- [37] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2004, s. 203. ISBN 80-7080-530-7.

- [38] ŘEZÁČOVÁ, S. *Luštěniny a výrobky z luštěnin*. Zlín: UTB, BP, 2008, s. 48.
- [39] PAMPLONA, R. *S chutí za zdravím*. 1. vyd. Praha: Advent-Orion, 2002, s. 269. ISBN 80-7172-397-5.
- [40] PEÑALVO, J.L., CASTILHO, M.C., SILVEIRA, M.I.N., MATAALLANA, M., TORIJA, M.E. Fatty acid profile of traditional soymilk. *European Food research and technology*. 2007, roč. 219, s. 251 – 253.
- [41] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. 1. vyd. Tábor: Osis, 1999, s. 352. ISBN 80-902391-3-7.
- [42] PRUGAR, J. Obiloviny ve výživě (4). *Výživa a potraviny*. Praha: 2003, roč. 58. s. 34 – 35.
- [43] HRABĚ, J., HOZA, I., BUŇKA, F. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2007, s. 189. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [44] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin II*. 1. vyd. Tábor: Osis, 1999, s. 304. ISBN 80-902391-4-5.
- [45] *Sója luštinatá (Glycine max.)* [online]. [cit. 2010-02-26]. Dostupný z: <http://slnieckova.sk/p/soja-fazulova/>
- [46] MAŘÍKOVÁ, P., *Státní zemědělská a potravinářská inspekce*. [online]. [cit. 2010-02-26]. Dostupný z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1000544&docType=ART&nid=11327>
- [47] HAMPL, J. a kolektiv. *Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků*. 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1981, s. 232. ISBN 04-818-81.
- [48] KULOVANÁ, E. *Kvalita obilovin*. [online]. [cit. 2010-02-26]. Dostupný z: http://www.agroweb.cz/KVALITA-OBILNIN__s44x8475.html
- [49] *Sojová mouka*. [online]. [cit. 2010-02-28]. Dostupný z: <http://www.agronavigator.cz/clanky/sojova-mouka-2850.html>
- [50] *Magazín k pramenům zdraví*. [online]. [cit. 2010-03-01]. Dostupný z: <http://www.magazinzdravi.cz/clanky/sojova-mouka-2850.html>

- [51] *Základní suroviny pro chléb*. [online]. [cit. 2010-03-01]. Dostupný z: <http://www.domaci-pekarna.cz/zakladni-suroviny-pro-chleb/>
- [52] *Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 331/1997 Sb., novela 419/2000 Sb.*, v platném znění
- [53] *Droždí*. [online]. [cit. 2010-03-11]. Dostupný z: <http://www.pekarny.unas.cz/drozdi1.html>
- [54] *Vše o droždí*. Internetové stránky společnosti Lesaffre & Cie. [online]. [cit. 2010-03-03]. Dostupný z: <http://www.vseodrozdi.cz/cs/fyziologie-drozdi.php#>
- [55] MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J. *Technologie pro 4 ročník střední průmyslové školy studijního oboru zpracování mouky*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1988, s. 240. ISBN 04-824-88.
- [56] KYSILKOVÁ, J. *Vlaštovička, časopis pro partnery a zaměstnance společnosti Lesaffre*. ČR: 2010, roč. 9, s. 25 – 26.
- [57] *Pekárna Panasonic SD - 523*. [online]. [cit. 2010-03-02]. Dostupný z: <http://www.domacipekarny.doma.cz/pekarny.php?a=pekarny>
- [58] *Analyzátor aminokyselin AAA 400* [online]. [cit. 2010-03-02]. Dostupný z: <http://www.instruments.ingos.cz/en/instrument-detail.php?id=automatic-amino-acid-analyser-aaa-400>
- [59] SEVEROVÁ, M. *Návody z laboratoří analýzy potravin*. Zlín: UTB, 2009.
- [60] *Podnikatelský svaz pekařů a cukrářů v ČR*. [online]. [cit. 2010-03-05]. Dostupný z: http://www.svazpekaru.cz/article.asp?article_id=185

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

%	Procento
AMK	Aminokyselina
Kg	Kilogram
ČR	Česká republika
Sb.	Sbírka
g	Gram
°C	Stupeň Celsia
α	Alfa
β	Beta
1/2	Jedna polovina
1/3	Jedna třetina
CO ₂	Oxid uhličitý
ml	Mililitr
mmol.l	Milimol na litr
AAA	Automatický analyzátor aminokyselin
mol.l	Mol na litr
pH	Kyselost
μm	Mikrometr
cm	Centimetr
nm	Nanometr
EU	Evropská unie
ha	Hektar

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Chléb.....	13
Obr. 2. Sója luštinatá (Glycine max.).....	22
Obr. 3. Schematické znázornění nepřímého vedení pšeničného těsta.....	30
Obr. 4. Schematické znázornění přímého vedení pšeničného těsta.....	31
Obr. 5. Pekárna Panasonic SD – 253.....	37
Obr. 6. AAA 400.....	44

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Rozmezí uváděných obsahů hlavních složek obilného zrna a sójových bobů (v %)	16
Tab. 2. Experimentálně zjištěné zastoupení mastných kyselin v llipidech pšenice a žita (v %)	20
Tab. 3. Přehled minerálních látek pšenice ve 100 g sušiny	21
Tab. 4. Přehled vitaminů pšenice ve 100 g sušiny	22
Tab. 5. Průměrné složení pšeničné a žitné mouky	25
Tab. 6, 7. Množství potřebných surovin pro výrobu chlebů	38
Tab. 8. Výsledky stanovení objemu chlebů	46
Tab. 9. Výsledky stanovení vlhkosti chlebů	48
Tab. 10. Výsledky stanovení kyselosti střídy chlebů	50
Tab. 11. Výsledky stanovení dusíkatých látek	51
Tab. 12. Výsledky stanovení vlákniny	52
Tab. 13. Výsledky stanovení oxidativní a kyselé hydrolýzy aminokyselin	53
Tab. 14. Výsledky sensorické analýzy vzorků chlebů	54
Tab. 15. Výsledky preferenčního testu	56

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1.	Znázornění výsledků výšky chleba.....	46
Graf 2.	Znázornění výsledků šířky chleba.....	47
Graf 3.	Znázornění výsledků vlhkosti chleba.....	48
Graf 4.	Znázornění výsledků titrační kyselosti střídy chleba.....	50
Graf 5.	Znázornění výsledků dusíkatých látek obsažených v chlebu.....	51
Graf 6.	Znázornění výsledků vlákniny obsažené v chlebu.....	52
Graf 7.	Znázornění výsledků oxidativní a kyselé hydrolýzy aminokyselin.....	53

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Stupnice pro hodnocení senzorky chleba

Příloha 2. Protokol pro vyhodnocení senzorky chleba

Příloha 3. Fotografie chleba bez přídavku sójové mouky

Příloha 4. Fotografie chleba s přídavkem 20 % sójové mouky

Příloha 5. Fotografie chleba s přídavkem 40 % sójové mouky

Příloha 6. Fotografie chleba s přídavkem 60 % sójové mouky

PŘÍLOHA I: Stupnice pro hodnocení sensoriky chleba**KŮRKA***Barva*

1 – příliš světlá, nažloutlá

2 – žlutá, světle hnědá

3 – optimálně hnědá

4 – tmavě hnědá

5 – příliš tmavá

Tloušťka

1 – příliš slabá

2 – slabá

3 – optimálně silná

4 – dosti silná

5 – příliš silná

STRÍDA*Tvrdość*

1 – velmi měkká

2 – měkká

3 – optimální měkkost

4 – velmi tvrdá

5 – dosti tvrdá

Pórovitost

1 – bez pórů

2 – póry malé

3 – optimálně pórovité

4 – póry velké

5 – příliš velké

Kyselost

1 – nekyselý, neznatelný

2 – velmi slabě kyselý

3 – typicky kyselý

4 – kyselejší

5 – příliš kyselý

SENZORICKÉ HODNOCENÍ KŮRY A STRÍDY V ÚSTECH

Pocit v ústech po krátkém žvýkání

1 – dobrý, uspokojující

2 – velmi dobrý

3 – vynikající

4 – špatný

5 – velmi špatný

Pocit při polykání sousta

1 – méně snadné, přijatelné

2 – dosti snadné, poměrně hladké

3 – polykání velmi snadné, hladké

4 – horší, vázne v krku

5 – špatné, sousto vázne, lepí se

Celková jakost chuti (chlebová)

1 – dobrá, střední, průměrná

2 – velmi dobrá

3 – vynikající

4 – ještě přijatelná

5 – nevyhovující

Jméno:

Hodina:

Příjmení:

Věk:

Datum:

Zdravotní stav:

	Sledovaná vlastnost	VZOREK			
		A	B	C	D
KŮRA	Barva				
	Tloušťka				
STRÍDA	Tvrdost				
	Pórovitost				
	Kyselost				
SENZORICKÉ HODNOCENÍ KŮRY A STRÍDY V ÚSTECH	Pocit v ústech po krátkém žvýkání				
	Pocit při polykání sousta				
	Celková jakost chuti (chlebová)				

Preferenční test

Seřadte podle preferencí analyzované vzorky

POŘADÍ	1	2	3	4
VZOREK				

PŘÍLOHA III: Fotografie chleba bez přídavku sójové mouky



PŘÍLOHA IV: Fotografie chleba s přidavkem 20 % sójové mouky



PŘÍLOHA V: Fotografie chleba s přidavkem 40 % sójové mouky



PŘÍLOHA VI: Fotografie chleba s přidavkem 60 % sójové mouky

