

Stanovení kvality pekařských mouk

Helena Žižková

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Helena ŽIŽKOVÁ**
Osobní číslo: **T09148**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Stanovení kvality pekařských mouk**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Obiloviny.
2. Obilné zrno.
3. Druhy pekařských mouk.
4. Technologie mlynářství.

II. Praktická část

1. Stanovení vlhkosti vybraných pekařských mouk.
2. Stanovení kyselosti.
3. Stanovení obsahu mokrého lepku.
4. Stanovení popelovin.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1]PŘÍHODA, Josef, Pavla HUMPOLÍKOVÁ a Dana NOVOTNÁ. Základy pekárenské technologie. Praha: Pekař a cukrář s.r.o., 2003. ISBN 80-90-2922-1-6.

[2]SZEMES, Vojtech, Reinhold MAINITZ. Technológia pekárskej výroby. Slovensko: Cech pekárov a cukrárov regionu západného Slovenska, 1999. ISBN 978-80-9683-664-2.

[3]HRABĚ, Jan, Otakar ROP a Ignác HOZA. Technologie výroby potravin rostlinného původu. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. ISBN 80-7318-372-2.

[4]KADLEC, Pavel. Technologie potravin I. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002. ISBN 978-80-7080-509-1.

[5]SKOUPIL, Jan a Zdeňka LECJAKSOVÁ. Chemické kontrolní metody pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mouky. 1. vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, n. p., 1988, 279 s.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Josef Mrázek

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

16. ledna 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

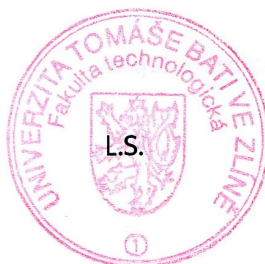
2. května 2013

Ve Zlíně dne 4. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

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 15. 5. 2013

..... Žižková

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z 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 přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na kvalitu obilovin, používaných k výrobě pekařských mouk. Důraz je kladen na pšenici a žito. Teoretická část pojednává o historii a významu obilovin, morfologii a chemickém složení obilného zrna, jednotlivých druhích obilovin a technologii mlynářství. Praktická část se zabývá stanovením analytických ukazatelů jakosti pekařských mouk, a to stanovením vlhkosti, titrační kyselosti, obsahu mokrého lepku a obsahu popelovin u vybraných vzorků mouk.

Klíčová slova: obiloviny, mouka, pšenice, žito

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the quality of cereals, which are used to produce of bakery flour. The emphasis is put on wheat and rye. The theoretical part is about history and importance of cereals, morphology and chemical composition of cereal grain, the different types of cereals and technology of flour milling. The practical part deals with the determination of analytical indicators of quality bakery flour. The indicators include the determination of moisture, titratable acidity, content of wet gluten and content of ashes of selected samples of flour.

Keywords: cereals, flour, wheat, rye

Ráda bych tímto poděkovala Ing. Josefu Mrázkovi za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytl při vypracovávání mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Dagmar Tykvartové za odbornou pomoc při laboratorních rozborech a v neposlední řadě také vedení VOŠP a SPŠM Kroměříž za to, že mi bylo umožněno vykonat v jejich laboratoři praktickou část mé práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

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

Ve Zlíně dne.....

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 OBILOVINY	12
1.1 HISTORIE A VÝZNAM OBILOVIN	12
1.2 OBILOVINY PĚSTOVANÉ V ČR	14
1.3 JEDNOTLIVÉ DRUHY OBILOVIN	15
1.3.1 Pšenice	15
1.3.2 Žito	15
1.3.3 Ječmen	16
1.3.4 Oves	16
1.3.5 Rýže	16
1.3.6 Kukuřice	17
1.3.7 Proso	17
1.3.8 Triticale	17
1.3.9 Pohanka	18
2 OBILNÉ ZRNO	19
2.1 MORFOLOGICKÉ SLOŽENÍ OBILNÉHO ZRNA	19
2.1.1 Obalové vrstvy	19
2.1.2 Klíček (embryo)	20
2.1.3 Endosperm (vnitřní obsah zrna)	20
2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILNÉHO ZRNA	20
2.2.1 Sacharidy	21
2.2.1.1 Škrob	22
2.2.1.2 Celulóza	23
2.2.1.3 Pentozany	23
2.2.2 Bílkoviny	24
2.2.2.1 Lepek	25
2.2.2.2 Alergie na lepek	25
2.2.2.3 Celiakie	26
2.2.3 Lipidy	27
2.2.4 Vitamíny	27
2.2.5 Minerální látky	27
2.2.6 Minoritní složky	28
3 DRUHY PEKAŘSKÝCH MOUK	29
MOUKY PODLE STUPNĚ VYMLETÍ	29
TYPOVÁ ČÍSLA MOUKY	29
3.1 ROZDĚLENÍ MOUK	29
3.1.1 Pšeničné krupice	29
3.1.2 Pšeničné mouky	30
3.1.3 Žitné mouky	30

3.2	PŠENIČNÁ MOUKA	31
3.3	ŽITNÁ MOUKA	33
4	TECHNOLOGIE MLYNÁŘSTVÍ	34
4.1	DĚJINY MLYNÁŘSKÉHO ŘEMESLA	34
4.2	MLÝNSKÁ TECHNOLOGIE	35
4.2.1	Příjem obilí	36
4.2.2	Skladování obilí	36
4.2.3	Čištění obilí a jeho příprava k mletí	37
4.2.4	Mletí obilí	38
4.2.5	Výroba pekařských mouk	41
4.2.6	Finální úprava mouk	42
4.2.7	Skladování a balení mouky	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	44
5	ANALÝZA MOUKY	45
5.1	VZORKY MOUKY	46
5.2	METODY STANOVENÍ	47
5.2.1	Stanovení vlhkosti mouky kontrolní provozní metodou	47
5.2.2	Stanovení kyselosti mouky	48
5.2.3	Stanovení obsahu mokrého lepku	50
5.2.4	Stanovení popelovin	51
6	VÝSLEDKY	53
6.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ VLHKOSTI MOUKY	53
6.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ KYSELOSTI MOUKY	54
6.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU MOKRÉHO LEPKU	57
6.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ POPELOVIN	59
	ZÁVĚR	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK	71
	SEZNAM PŘÍLOH	72

ÚVOD

Obiloviny označované též jako cereálie jsou součástí lidské výživy už od dávných dob. První zprávy o výrobě chleba pocházejí ze Středomoří asi z roku 1 800 př. n. l. Začátkem našeho letopočtu se výroba chleba rozšířila do Evropy. Obiloviny se tak zařadily do základních potravin pro lidskou výživu. Dnes se z různých obilovin vyrábí nepřehledné množství druhů pekařských a cukrářských výrobků po celém světě. V moderní době se uplatňují i netradiční druhy obilovin a to zejména pro své nutriční vlastnosti, o které začíná být velký zájem. Mezi nejvíce rozšířené obiloviny v České republice, používané v nejrůznějších odvětvích potravinářského průmyslu, patří pšenice, ječmen a žito. Ty tvoří základní suroviny pro pekařské výrobky, těstoviny, trvanlivé pečivo, extrudované výrobky, cukrářské výrobky apod. Jsou významným zdrojem energie, základních živin, minerálních látek, vitaminů skupiny B a vlákniny. Zpracováním obilovin, využívaných pro pekařské účely, se zabývá mlynářství. Je to důležité a složité odvětví potravinářského průmyslu. Několik na sebe navazujících technologických procesů má za úkol co nejúplněji oddělit slupku od endospermu a rozmělnit je na předepsanou granulaci. Vlastnosti mouky mají rozhodující vliv na technologické zpracování a na jakost výrobku. Znalost základních znaků mouky jsou důležité při moderní průmyslové výrobě nejen pečiva, ale i ostatních obilných výrobků.

Bakalářská práce v teoretické části popisuje základní druhy obilovin, používaných k výrobě pekařských mouk, dále se zabývá morfologickým a chemickým složením obilky. Zaměřuje se hlavně na pšenici, žito a technologii jejich zpracování. Praktická část je věnována stanovení některých ukazatelů kvality pekařských mouk, konkrétně těch analytických, a to vlhkosti, titrační kyselosti, obsah mokrého lepku a obsahu popelovin.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBILOVINY

Již více než 12 tisíc let jsou důležitou součástí výživy lidstva obiloviny. I v dnešní době se denně setkáváme s výrobky z obilovin v nejrůznějších podobách. Statistiky ukazují, že obiloviny byly hlavní složkou obživy národů, jejichž příslušníci se dožívají velmi vysokého věku. (1)

Pro lidskou výživu se přímo (bez chemického zpracování) využívá výhradně zrna. Obiloviny patří botanicky mezi traviny (*Gramineae*). Téměř všechny známé obiloviny patří do čeledi lipnicovitě (*Poaceae*). Výjimkou je pohanka, která patří do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*). V posledních letech se postupně začala uplatňovat i další semena, jako je např. amarant, patřící do čeledi amarantovité (*Amaranthaceae*). (3)

Tradicí bylo nazývat chlebovými obilovinami ty, které jsou vhodné pro výrobu chleba a ostatního pečiva. Tento název ovšem odpovídá širšímu chápání pojmu „chléb“, nebo „chlebový“ spíše ve smyslu „pro pekárenské výrobky“, protože ve většině zemí se pod pojmem „chléb“ rozumí veškeré pečivo především z pšeničné mouky. Obiloviny, o které se jedná v našich podmínkách, je pšenice a žito. Pšenice je základní pekárenskou obilovinou, o jejímž nesmírném významu určitě není pochyb a lze ji označit za strategickou surovinu a celosvětově nejrozšířenější obilovinu. Celá řada jiných druhů pšenice a ostatních druhů obilovin se používají na výrobu těstovin, trvanlivého pečiva, cereálních snack výrobků apod.

Uspořádání obilného zrna stejně jako zastoupení hlavních chemických složek je u všech obilovin podobné. Tyto drobné rozdíly v jejich vlastnostech však mají velký vliv na zpracovatelské a částečně také na výživové vlastnosti obilovin. (2)

1.1 Historie a význam obilovin

Výrobky z obilovin patřily odedávna k nejdůležitější složce lidské potravy. Již ze starého Egypta a Asie pocházejí zmínky o skladování obilí, výrobě mouky a kvašeného chleba, a to z doby až 2 000 let před n. l. Ve střední Evropě byla hlavní potravou obilná kaše a teprve

začátkem našeho letopočtu zde byla rozšířena znalost výroby kvašeného chleba ze zemi Římské říše. (4)

Vlivem různých klimatických podmínek a během staletí šlechtění a pěstování se vytvořily odlišnosti mezi jednotlivými botanickými rody a druhy obilovin, a to i mezi jednotlivými odrůdami téhož druhu, např. ve složení a obsahu slizovitých látek, které silně váží vodu, nebo v kvantitě bílkovin. Postupem doby se zjistilo, že různé obiloviny jsou vhodné pro různá zpracování, a z toho důvodu jen některé získaly dominantní postavení ve využití pro pekárenské účely. Možnosti a výsledky šlechtění posledních desetiletí rozčlenily v mnoha případech i odrůdy stejné obiloviny pro určitá speciální použití. Další teoretickou možností, která by mohla ovlivnit některé další specifické zpracovatelské vlastnosti, dávají metody genové manipulace. (5)

Dnes již víme, že obiloviny ve svých semenech (obilkách) obsahují všechny živiny potřebné pro náš organismus. Nejvíce jsou zde zastoupeny sacharidy a z nich velmi dobře stravitelné polysacharidy – škrob, v množství podle toho o jakou obilovinu jde (55 – 80 %). Dále je zde hlavně v obalech obsažena vláknina v množství (3 – 10 %). Ta je sice pro člověka nestravitelná, avšak ve výživě nezastupitelná. Podporuje pohyb potravin ve střevech, zaplňuje je a z vnitřku odstraňuje nežádoucí látky – čistí střeva zevnitř od škodlivin. Další neméně významnou energetickou živinou jsou bílkoviny (10 – 11 %). Nejsou sice plnohodnotné, takže se potravin z obilovin musí kombinovat s jiným zdrojem bílkovin (maso, vejce, mléko apod.), ale jsou relativně levné. V obilkách je také obsaženo i lipidy (1 – 6 %). Je sice soustředěno především v klíčku, ale obsahuje důležité nenasycené mastné kyseliny a také vitamin E, což je významný antioxidant. Z neenergetických živin je v obilkách 14 – 15 % vody a 1,8 – 1,9 % minerálních látek a ostatních látek důležitých pro metabolismus. (6)

Tradiční evropské obiloviny jsou pšenice, žito, ječmen a oves. Na jihu Evropy k nim ještě tradičně patří kukuřice. Na jihovýchodě a na východě Evropy byly v minulosti rozsáhleji pěstovány i proso a méně čirok. V oblasti Indie, Dálného Východu a části Tichomoří byla zcela dominantní obilovinou rýže. Pro oblasti Ruska a Blízkého východu byly tradičními obilovinami proso, pohanka a zčásti kukuřice. Stejně obiloviny a zčásti čirok byly hlavními zdroji potravy v Africe. V Americe byla v minulosti hlavní obilovinou kukuřice, ale již dlouhou dobu je dominantní pšenice. Ta má výhradní postavení mezi obilovinami jak

v celosvětovém průměru, tak v Evropě a Americe. Během 20. století došlo ke značnému rozšíření ploch osévaných pšeníc v zemích kde, kde byla výhradně konzumována rýže nebo kukuřice. V těchto oblastech se staly oblíbenými evropské druhy pečiva, které byly také v některých případech vyráběny ze směsi mouky pšeničné a mouky z jiné místní obiloviny (kukuřice, proso, čirok). Většinou se jedná o rozvojové země, které si z ekonomických důvodů nemohou dovézt dostatečného množství pšenice a pro její pěstování mají jen omezené klimatické podmínky. (7)

Svůj velký význam má i rýže, kukuřice, proso a čirok. Po pekařské stránce je podle našich zvyklostí využití těchto surovin na výrobu dosti omezené, protože nemají schopnost vytvořit pevnou strukturu klenutého výrobku. V zemích, kde jsou tyto obiloviny původní, patří historicky k základním surovinám.

Výroba žitného a žitnopšeničného pečiva a chleba je tradicí ve střední a východní Evropě (u nás, v Německu, Rakousku, Polsku, Rusku a na Ukrajině), avšak ve světovém měřítku žito významu pšenice zdaleka nedosahuje. (5)

V rámci Evropské unie bylo dle Evropské komise v marketingovém roce 2011/2012 z celkové výměry 55,9 mil. ha sklizeno 288,4 mil. tun obilovin, z toho zaujímá pšenice (pšenice setá i pšenice tvrdá) 138,1 mil. tun, což je téměř 50 % celkové sklizně. Produkce žita je však jen 6,9 mil. tun, což je proti pšenici pouze necelých 2,5 % z celkové produkce obilovin v EU. (43) Z této skutečnosti také vyplývá, že pšeničná mouka je v pekárenství využívána daleko více než samotná mouka žitná. (5)

1.2 Obiloviny pěstované v ČR

Nejhojněji pěstovanou obilovinou v České republice je stejně, jako na většině osevních ploch na světě, pšenice. V našich podmínkách mírného pásma se pěstuje převážně pšenice ozimá, v menší míře pšenice jarní. Další poměrně rozšířenou obilovinou je ječmen, jehož produkce u nás dosahuje téměř poloviny celkové produkce pšenice. Ječmen je v ČR pěstován rovněž ve dvou odrůdách – jarní a ozimý. Další obiloviny, které se pěstují na našem území, jsou žito, oves, tritikale, kukuřice a ostatní obiloviny pěstované ve velmi malé míře – proso, čirok a pohanka.

Následující tabulka ukazuje, jaké množství obilovin, pěstovaných v České republice, bylo vyprodukováno v marketingových letech 2007/2008 až 2011/2012 a předpoklad sklizně

pro rok 2012/2013. Data jsou získána ze Situačních a výhledových zpráv Ministerstva zemědělství ČR a údajů ČSÚ.

Tabulka 1 Porovnání produkce obilovin v ČR (43)

Obilovina	Produkce v marketingových letech [tis. tun]					
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013 předpoklad
Pšenice (celkem)	3 938,9	4 631,5	4 358,1	4 161,6	4 913	3 577,8
Žito	177,5	209,8	178,1	118,2	118,5	146,3
Ječmen (celkem)	1 893,4	2 243,9	2 003	1 584,5	1 813,7	1 657,7
Oves	159,4	155,9	166	138,2	164,2	177,3
Triticale	205,5	255,6	222,7	171,2	196,9	197,1
Kukuřice	758,8	858,4	889,6	692,6	1 063,7	783,3
Ostatní obiloviny	19,3	14,5	14,5	11,3	14,7	15,4
Celkem	7 152,9	8 369,5	7 832	6 877,4	8 284,8	6 554,8

1.3 Jednotlivé druhy obilovin

1.3.1 Pšenice

Pšenice je považována za nejdůležitější obilovinu na světě a jejími hlavními producenty jsou Rusko, USA, Kanada, Indie, Francie a Čína. (8) Představuje nejstarší kulturní plodinu a je hlavní obilovinou pro výrobu chleba, dále také pečiva, těstovin, krup a v cukrářství. Pšeničné šroty, mouky nebo rozmačkané zrna a otruby se využívají jako krmivo pro hospodářská zvířata. (9) Zrna se také využívá jako průmyslová surovina k výrobě lihu, škrobu a piva. Patří k obilovinám náchylnějším na podnebí a půdu a pěstuje se v nížinných a podhorských oblastech. (8) Vyznačuje se nízkým obsahem tuků a vysokým podílem nenasycených mastných kyselin. Pro vysoký obsah lepku je po dalším zpracování velmi vhodná k pečení. (10)

1.3.2 Žito

Vedle pšenice je žito nejvíce využívané obilí pro výrobu mouky. (10) Hlavními producenty jsou Rusko, Německo a Polsko. (11) Je hlavní obilninou méně úrodných a písčitých půd. (10) Má menší nároky na prostředí a půdu. Snáší chladné klima a středně vlhké podnebí.

Pěstuje se v podhorských a horských polohách. (11) Je bohaté na vitamin B, draslík, fluor, vápník a železo. Využívá se k výrobě některých druhů chleba, lihu a kávové náhražky. (10) Známymi produkty jsou také pálenky ze žita, a to Kanadská whisky a Režná. (12) Žitný námel se používá ve farmaceutickém průmyslu k výrobě léčiv. (11)

1.3.3 Ječmen

Ječmen patří spolu s pšenicí k nejstarším obilovinám. (10) Je to velice důležitá sladovnická, krmná, potravinářská a farmaceutická plodina. (13) V potravinářství se ječmen využívá k výrobě krup, kávové náhražky, lihu a sladových výtažků. (10) Zrno jarních dvouřadých ječmenů se zpracovává ve sladovnách na slad a ten se v pivovarech používá k výrobě piva. Zrno ozimých a jarních ječmenů, odpady ze sladoven a pivovarů, dále i zelená hmota slouží ke krmným účelům. (13) Blahodárně působí na střevní mikroflóru a jeho pravidelná konzumace je prevencí závažných civilizačních onemocnění. (14)

1.3.4 Oves

Oves je zahrnován mezi nejmladší kulturní obiloviny. (10) U nás se pěstují dvě formy ovsa setého – oves pluchatý a oves nahý s bezpluchou obilkou. (15) Je to důležitá krmná i potravinářská plodina, která je nejvíce rozšířená v Evropě a v Rusku. Ovesné zrno je velmi hodnotným a dietetickým krmivem pro mladý dobytek, prasata, drůbež a koně. V potravinářství je využíván k výrobě ovesných vloček, krupice, ovesné rýže a oblíbeného müsli. Je to obilnina méně náročná na půdu, snáší chladné klima a vlhčí podnebí. Pěstuje se v podhorských oblastech a vyšších polohách. (16) Proti ostatním obilninám je bohatší na vápník a vitaminy skupiny B. (10)

1.3.5 Rýže

V Asii se rýže pěstovala už v 5. – 3. tisíciletí před n. l. a do Evropy se dostala o mnoho později. Rýže se využívá převážně pro výživu lidí, a to buď loupaná nebo pololoupaná (Natural). (17) Mezi nejpopulárnější druhy rýže patří rýže dlouhozrná. Má jemnou chuť a je vymíláná, aby se odstranily zevní slupky. Hnědá dlouhozrná rýže má výraznější chuť a po minimálním vymílání jí zůstává určitá vrstva otrub. Obsahuje proto víc vitaminů, minerálů a vlákniny než rýže bílá, a je proto hodnotnější. (18) Využívá se také jako dietetická potravina, jednak proto, že má vysokou stravitelnost živin a také jako

hypoalergenní potravina, protože neobsahuje bílkoviny typu gliadinu, které vyvolávají alergii na lepek (celiakii). Vyrábějí se z ní také různé alkoholické nápoje. (17) Je to důležitý zdroj škrobu a je také bohatá na vitaminy skupiny B. Je lehce stravitelná a neobsahuje cholesterol. (18)

1.3.6 Kukuřice

Kukuřice je velmi významná krmná, potravinářská i farmaceutická plodina. Původem tato teplomilná rostlina pochází z Ameriky. K celosvětově největším producentům patří Severní a Jižní Amerika. (19) Pro výživu lidí se využívá kukuřičná mouka a krupice, např. pro výrobu corn-flakes. Žádanou pochoutkou jsou také tzv. pukance (pop corn), vyráběné z kukuřice pukancové. Kukuřičné zrno má ze všech obilovin nejvyšší energetickou hodnotu. (10) Je důležitým komponentem krmných směsí pro prasata a drůbež. Dále se zpracovává průmyslově na výrobu alkoholu, piva a škrobu. Využití nachází také ve farmaceutickém průmyslu při výrobě penicilinu a dalších antibiotik. (19)

1.3.7 Proso

Proso patří mezi nejstarší kulturní plodiny. (20) Je to obilovina pocházející z Číny a pěstuje se v teplých a suchých oblastech. (21) V potravinářství se využívají loupaná zrna zvaná jáhly. (20) Pokrmy z jáhel jsou lehce stravitelné a přitom výživné a syté. Jáhly mají vysoký obsah vitaminů skupiny B a minerálních látek, především železa a fosforu. (21) Jelikož neobsahuje lepek, je prosné semeno, vedle rýže a kukuřice, vhodnou obilninou pro alternativní stravu kojenců mezi 4. a 6. měsícem věku a pro bezlepkovou dietu. Používá se i jako krmivo domácího ptactva. (20)

1.3.8 Tritikale

Tritikale je uměle vytvořený kříženec pšenice obecné a žita setého. Hlavní využití je pro krmné účely. V češtině se také užívá název žitovec. (10) Studium vlastností zrna tritikale z hlediska potřeb mlýnského a pekárenského průmyslu se začíná rozvíjet společně s většími úspěchy ve šlechtění této plodiny již od sedmdesátých let. V pekárnách se často používají směsi žitné a pšeničné mouky, proto by se dalo usuzovat, že mouka z tritikale bude vhodnou surovinou pro pekařskou výrobu, především pro výrobu chleba. V tomto ohledu není zatím zájem příliš velký, ale tritikale je oceňováno jako surovina pro přípravu

speciálních dietních výrobků, doporučovaných proti civilizačním chorobám. Jsou také známy i technologie na výrobu těstovin, vloček, cereálních snídaní i cukrářských výrobků. (22)

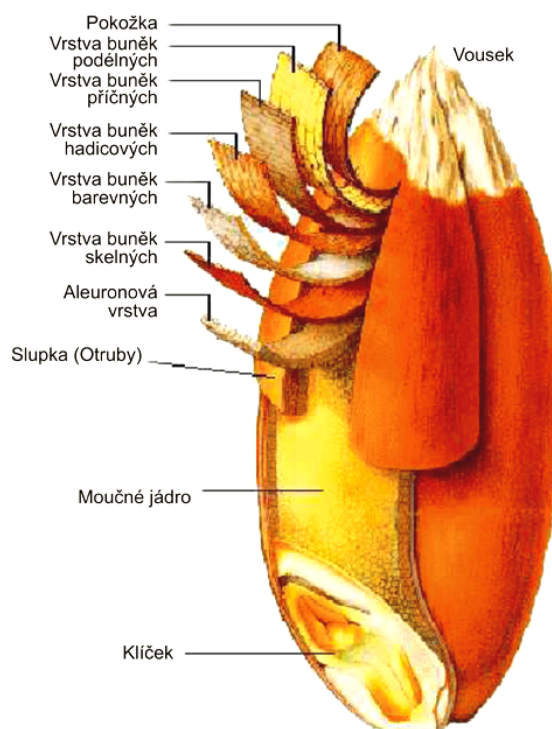
1.3.9 Pohanka

Pohanka je stará kulturní plodina pocházející z oblasti Himaláji. (10) Patřila dlouho k málo známým obilninám, v poslední době však zájem o ni prudce vzrůstá, a to nejen mezi vegetariány a makrobiotiky. Nejvíce je rozšířena v Rusku, Indii, Číně, Japonsku, Polsku, Francii nebo Kanadě. Semeno pohanky, obsahuje draslík, fosfor, vápník, železo, měď, mangan a zinek, vitaminy skupiny B a E. Nejvíce je tato obilnina ceněna pro vysoký obsah bioflavonoidu rutinu, obsaženého v semenech i slupkách. (23) Jedná se o velmi cennou potravinu, která nám může pomoci řešit řadu nemocí, zejména pak těch civilizačních. Z pohanky můžeme připravovat různé přílohy, polévky, pomazánky, kaše, ale hodí se i k zapékání. (24)

2 OBILNÉ ZRNO

2.1 Morfologické složení obilného zrna

Semena obilovin, obilky, mají po vyzrání velmi důležitou roli, a to uchovávání životaschopnosti zárodku nové rostliny. Splnění této úlohy umožňují složky, které jsou obsaženy v anatomických částech semene, a které se svým chemickým složením výrazně liší. (3)



Obrázek 1 Stavba obilného zrna (10)

2.1.1 Obalové vrstvy

V mlýnské technologii jsou obalové vrstvy označovány jako otruby. (3) Pokrývají zrna mnohvrstevnou slupkou a působí jako ochranné pletivo. Během zrání se z jejích buněk ztrácí cytoplazma a nakonec zůstávají pouze zhrublé zdřevnatělé stěny. (25) Vnější vrstvy jsou složeny převážně z nerozpustných polysacharidů typu celulózy s velkou mechanickou pevností. Podpovrchové obalové vrstvy jsou složeny rovněž z polysacharidů, které ale s vodou bobtnají nebo se částečně rozpouštějí a jsou schopny vodu velmi pevně vázat. Vnější obalové vrstvy mohou sloužit jako zdroj nestravitelné vlákniny, což může být

využíváno z hlediska potřeb úpravy výživových hodnot výrobků, ale z hlediska pekárenské technologie mají tyto složky zhoršující účinek na kvalitu a zpracovatelnost těsta a často i na vzhled hotového výrobku. (3)

2.1.2 Klíček (embryo)

Záródkem nové rostliny a nositelem genetických informací je klíček. (2) Je bohatý na rozpustné bílkoviny, tuky, cukry, minerální látky a vitaminy. Jeho ochranná vrstva – štítek, která odděluje klíček od endospermu, obsahuje hlavně vitamin B. (26)

Při mlýnském zpracování je ale oddělován, protože na vzduchu má velmi krátkou stabilitu vzhledem k vysokému obsahu tuků, které jsou při delším skladování obilí enzymaticky rozkládány a dochází tak ke zhoršování pekařských vlastností mouky. (3)

2.1.3 Endosperm (vnitřní obsah zrna)

Endosperm představuje největší podíl zrna a je technologicky nejvýznamnější částí. Obsahuje zásobní látky pro klíčící rostlinu. Pšeničná mouka je téměř čistý rozdrčený pšeničný endosperm, do žitné mouky se dostává více podobalových vrstev. Podstatná část endospermu je tvořena škrobem (téměř 3/4), ale pro pekárenskou technologii je velmi významná i bílkovina. Ta tvoří jen cca 10 % obsahu endospermu, ale kolísání jejího obsahu a její rozdílná kvalita je určující pro pekárenskou zpracovatelskou kvalitu pšeničné mouky. Do celkového endospermu bývá zvykem zahrnovat také jeho nejvrchnější vrstvu, nazývanou **aleuronová vrstva**. (3) Její buňky tvoří aleuronová zrna, obsahující bílkoviny, tuk a minerální látky. Vzhledem k tlustým buněčným stěnám je její obsah vlákniny relativně nízký. Aleuronová vrstva byla pro svůj vysoký obsah bílkovin nazývána také lepkovou vrstvou. Toto označení je však nesprávné, neboť tyto bílkoviny nejsou schopny tvořit s vodou lepek. V aleuronové vrstvě je také obsaženo značné množství vitaminů. (25)

2.2 Chemické složení obilného zrna

Základními stavebními složkami obilných zrn jsou v pořadí podle množství sacharidy a bílkoviny. V obou případech je jejich podstatná část tvořena přírodními polymery – polysacharidy a bílkovinami. V malých množstvích jsou v zrnech obsaženy další obvyklé složky živých tkání: lipidy, minerální látky, a ve velmi malých množstvích vitaminy, barviva

a velký počet složek, které mají různé růstové regulační a genetické funkce a jsou obsaženy v miniaturních množstvích. (2)

Mouka je v podstatě rozmělněná vnitřní část obilného zrna s menším podílem otrubnatých částic.

Ze sacharidů zaujímá hlavní místo škrob (70 – 80 % hmotnosti) a z bílkovin ty, které po spojení s vodou vytvářejí tzv. lepek. Pšeničná mouka obsahuje 10 – 12 % bílkovin, žitná 8 - 10 %. Obsah vody v mouce je asi 14,5 % (nesmí překročit 15 %). Kromě uvedených složek obsahuje mouka také malé množství tuku (1 – 2 %) a vlákniny (1 – 2 %), kterou tvoří celulóza a další polysacharidy. Z výživového hlediska jsou důležité také minerální látky (popeloviny), jejichž obsah je v rozmezí 0,4 – 1,8 %. Vyšší je u tmavších, tzv. vysokovymletých mouk, které mají větší podíl otrubnatých částic. Patří sem především vápník, fosfor, hořčík, draslík, síra, ale také selen. Mouka obsahuje také vitaminy – převážně z B-komplexu, které jsou rozpustné ve vodě: B₁ (thiamin), B₂ (riboflavin), B₃ (niacin) a B₆ (pyridoxin). Z vitaminů rozpustných v tucích je to především vitamin E (tokoferoly). Z přirozených barviv převažuje v pšeničné mouce β-karoten (provitamin vitamínu A), který jí dává smetanové zbarvení; v žitné mouce je to chlorofyl, který dává šedo zelený nádech – tím je můžeme od sebe odlišit. (4)

2.2.1 Sacharidy

Sacharidy tvoří největší podíly obilného zrna i mlýnských výrobků. Vznikají v zelené rostlině asimilačními procesy z vody, oxidu uhličitého pomocí chlorofylu a sluneční energie. Po asimilaci, při níž se tvoří rozpustné sacharidy (hexózy), následuje tvorba nerozpustných vysokomolekulárních látek, probíhající za účasti kyseliny fosforečné přes glukóza-1-fosfát působením specifických enzymů. (25) Ve zralých obilných zrnech, hlavně v klíčku, se v nepatrném množství vyskytují volné monosacharidy. Dále do mouky se jich dostává jen asi 1 – 3 %. Nejvýznamnějšími monosacharidy v obilovinách jsou: pentózy – arabinóza, xylóza, ribóza a hexózy – glukóza, fruktóza, galaktóza, manóza.

Rovněž oligosacharidy se ve zralém, neporušeném a suchém zrnech vyskytují ve velmi nízkých koncentracích. Jedná se hlavně o maltózu a sacharózu.

Ve zdravém žitném zrnech bývá obvykle více (až několikanásobek) maltózy. Při naklíčení zrna obsah maltózy výrazně stoupá. (5)

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin polysacharidy. Zásobní polysacharidy, jejichž typickým představitelem je škrob, jsou pro organizmy zdrojem či zásobníkem energie. Stavební (strukturní) polysacharidy jsou základem buněčných stěn rostlin. Jejich představiteli jsou např. celulóza, hemicelulózy, lignin aj. Dále je přítomna skupina polysacharidů, které jsou schopny vytvářet velmi viskózní a vysoce koloidní systémy. Patří sem např. žitné pentozany a β -glukany, obsažené v ječmeni a ovsu. Z hlediska lidské výživy tvoří tyto látky podstatnou část vlákniny potravy. (3)

2.2.1.1 Škrob

Škrob je obsažen v zrnech obilovin v endospermu. Jeho obsah tvoří přibližně 60 – 75 % sušiny obilok a kolísá v uvedeném rozmezí podle druhů a odrůd. Jeho obsah v mouce, která je tvořena převážně endospermem, je ještě vyšší – cca 80 %. Škrob se v obilovinách vyskytuje ve formě škrobových zrn, která se u jednotlivých druhů liší tvarem a velikostí. (27)

Seřazením obilných škrobů podle stoupající velikosti zrn vzniká řada: oves < rýže < kukuřice < ječmen < pšenice < žito. (25)

Škrob je tvořen dvěma frakcemi – amyložou a amylopektinem. Obě frakce jsou tvořeny jednotkami glukosy, které jsou však v případě amyložy spojeny α -1,4 glykosidovou vazbou, zatímco v molekulách amylopektinu se častěji vyskytují i vazby α -1,6. Existence těchto vazeb a struktur amyložy a amylopektinu má zásadní význam v pekárenské technologii při hydrolyze škrobu α - a β -amylázami.

U většiny obilovin v původních odrůdách značně převažuje podíl amylopektinu. U našich tradičních obilovin se uvádí poměr cca 25 % amyložy a 75 % amylopektinu. Obě frakce se díky různé struktuře liší též svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. (27)

Škrob je nerozpustný ve vodě. Ve studené vodě bobtná, nasává vodu do trhlin v zrnech a adsorbuje na povrchu vodní vrstvičku, asi do třetiny vlastní váhy. Další vlastností škrobu je mazovatění v teplé vodě. Zahříváním vodní suspenze škrobu se v určitém okamžiku dosáhne bodu, kdy se začne rychle zvyšovat viskozita. Zrna zvětšují svůj objem šedesáti až stonásobně a praskají. Vlivem toho jejich obsah vytéká a zůstává zbobtnalá slupka.

K mazovatění dochází u různých škrobů za různých teplot a je postupné, větší zrna mazovají lépe a rychleji. (25)

2.2.1.2 Celulóza

Celulóza je podobně jako škrob složena z řetězce glukózových jednotek, které jsou však spojeny vazbami β -1,4. V obilkách je přítomna ve vyšších koncentracích zejména ve vrchních obalových vrstvách a je základem vlákniny. (27)

Celulóza je zcela nerozpustná a za normálních teplot ani téměř nebobtná. Pokud se v různých drcených a rozemletých formách přidává do těsta, snižuje tím vaznost vody a pevnost a také pružnost těsta. (2) Pro takové výrobky se většinou do mouky přidávají zlepšovací prostředky k posílení lepkové struktury, například sušený lepek a kyselina askorbová. Mezi těmito zlepšovacími prostředky se nabízí také celá řada derivátů a modifikátů celulózy, které pevně vážou vodu během zpracování těst za různých teplot, nebo bývají pro své vlastnosti podobné tukům požívány jako jejich náhrada. (3)

2.2.1.3 Pentozany

Pentozany jsou sloučeniny, které jsou definovány jako polymery obsahující v molekulách podstatný podíl pentóz (hlavně arabinózy a xylózy). Lze je rozdělit na pentozany nerozpustné ve vodě – tzv. hemicelulózy a na rozpustné pentozany (slizy). (2) Buněčné stěny žita a pšenice jsou tvořeny arabinoxylany, zatímco v buněčných stěnách ječmene a ovsu jsou převážně obsaženy β -glukany. (28)

Polysacharid arabinoxylan je tvořen lineárním řetězcem jednotek xylózy vázané β -1,4 vazbami na krátké řetězce arabinózy. Arabinoxylany patří mezi rozpustné pentozany a jsou technologicky významné tvorbou glykoproteinů a mohou tak přispívat k tvorbě prostorové struktury žitných těst. Žitné pentozany jsou na sebe schopny vázat větší množství vody, než pšeničné lepkové bílkoviny. Spolu se škrobem tedy tvoří základ struktury žitných těst. (3) Obilné β -glukany jsou složeny ze dvou hlavních stavebních bloků – trisacharidových a tetrasacharidových jednotek, které se spojují β -1,4 a β -1,3 vazbami. Poměr těchto vazeb zajišťuje tvorbu velmi viskózního gelu. Výrobky obsahující ovesnou nebo ječnou složku, a tudíž β -glukany, jsou zdrojem rozpustné vlákniny a mají příznivý fyziologický vliv na trávení. Také výrazně ovlivňují množství glukózy v krvi a hladinu inzulínu. (28) Obsah

pentozanů v obilovinách je velmi rozdílný. Žitné mouky obsahují 4 – 7 % a pšeničné pouze 1 – 3 % pentozanů. (3)

2.2.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou biopolymery složené z aminokyselin. V obilných bílkovinách se vyskytuje všech dvacet základních aminokyselin, přesto nejsou plnohodnotné na rozdíl od bílkovin živočišného původu. Bílkoviny se více vyskytují ve vnějších vrstvách, než ve vnitřních, proto závisí obsah bílkovin v mouce na stupni vymletí. Obsah se může lišit až o 4 %. Rozhodující jsou ovšem bílkoviny obsažené v endospermu a aleuronové vrstvě. (29)

Zcela dominantní aminokyselinou v obilovinách je kyselina glutamová, která je téměř výhradně přítomna jako glutamin. Jeho obsah v bílkovině zrna a mouky představuje více než jedna třetina z celkového obsahu aminokyselin. Druhou nejvíce obsaženou aminokyselinou je prolin, který díky svému strukturnímu uspořádání dává předpoklady k vytvoření pružné prostorové bílkovinné struktury pšeničného těsta. Hlavně kvůli nízkému obsahu lysinu není obilná bílkovina pro člověka plnohodnotná. Uvádí se, že obsah lysinu v lidské svalové tkáni je cca 5,5 %. Pro srovnání má žitná bílkovina o několik desetin procenta více lysinu, než pšeničná bílkovina. Lysin je limitující nedostatkovou esenciální aminokyselinou u všech našich obilovin.

Ze všech obilovin jsou nejlépe prozkoumány bílkoviny pšenice, které mají také největší technologický význam. Žitná bílkovina se od pšeničné podstatně liší svými fyzikálními a koloidními vlastnostmi. Není schopna vytvořit souvislý lepek, a tudíž ani souvislou prostorovou strukturu těsta, jako bílkovina pšeničná. (5)

Bílkoviny v mouce se podle jejich rozpustnosti dělí do čtyř skupin: albuminy (rozpuštěné ve vodě), globuliny (rozpuštěné ve zředěných roztocích neutrálních solí), prolaminy (rozpuštěné v 70 % roztoku ethanolu) a gluteliny (zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad). Prolaminy a gluteliny jsou hlavními bílkovinnými frakcemi v obilném zrně. Mezi prolaminy řadíme gliadin pšenice a žita. (26) Je ale dokázáno, že pšeničný a žitný gliadin jsou odlišné bílkoviny. Tato skutečnost se uvádí jako jedna z příčin, proč nemůže být ze žitné mouky vyprán lepek. (25)

Prolaminy a gluteliny obecně nejsou rozpustné ve vodě. S přidáním vody však bobtnají a vytvářejí vysoce viskózní koloidní gely nebo roztoky. Bobtnavost pšeničné prolaminy

a gluteliny je pouze omezená a při hnětení za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný gel, který nazýváme lepek. (2)

2.2.2.1 Lepek

Jak již bylo uvedeno, pšeničná mouka je v podstatě rozdrcený endosperm. Při hnětení s vodou dochází právě ke vzniku lepku a ten tvoří kostru těsta. Lepek je tedy příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, jeho tažnosti a pružnosti. Těsto žitné, jehož kostrou není bílkovinný gel, ale je tvořeno převážně polysacharidy, tyto vlastnosti nemá. Prolaminy (gliadiny) poskytují lepku tažnost a gluteliny (gluteniny) pružnost. (3) Gliadin (prolamin) je tvořen polypeptidovým řetězcem, v němž se střídají krátké spirálové úseky (α -helix) s hydrofobními zbytky, které jsou obrácené dovnitř spirály a úseky s vysokým obsahem kyseliny glutamové a prolinu. Helixy jsou udržovány vodíkovými můstky, ohyby řetězce disulfidickými vazbami. Glutenin (glutelin) pšenice je tvořen směsí bílkovinných podjednotek, kde se uplatňují vodíkové a disulfidické vazby (intrařetězcové, stejné jako u gliadinu a interřetězcové, které udržují pevnou a pružnou strukturu). (27)

Lepek se používá v celé řadě potravin jako zahušťovadlo a pojivo, látka zvýrazňující chuť a bílkovinný doplněk. Obilná zrna obsahující lepek jsou nejčastěji složkou snídanových cereálií a různého pečiva, ale lepek se může nacházet v polévkách a polévkových bujónech, v omáčkách, kečupech, salátových dresincích, marinádách apod. Vzhledem k tomu, že zlepšuje chuť, používá se do vývarů, směsí koření, kávy, mléčných výrobků, octa nebo například může být nanesen v tenké vrstvě na dopisní obálce, kde uplatňuje své lepivé a pojivové vlastnosti, potřebné k jejímu uzavření a zalepení. Mnoho lidí spojuje termín "lepek" pouze s pšenicí, nicméně tato bílkovina je obsažena i v jiných druzích obilovin. Ovšem lepek, který se nachází v pšenici, může způsobovat závažné problémy jedincům s alergií na lepek případně s celiakií. (30)

2.2.2.2 Alergie na lepek

Alergie na lepek je stav, kdy u některých lidí dochází k nepříznivým reakcím po požití lepku, aniž by bylo přítomno typické poškození sliznice tenkého střeva. Alergie na lepek tedy neznamená, že se jedná o diagnózu celiakie. Klinické projevy alergie na lepek jsou nejčastěji vázány na trávicí trakt – dochází k nevolnostem, křečím, nadýmáním, průjmovým stavům, ale postihnout vás může též únava a bolesti kloubů.

K odstranění potíží je třeba vyloučit lepek ze stravy. V některých případech je na rozdíl od celiakie nepatrné množství lepku tolerováno. Zda se jedná o prostou alergii na lepek či celiakii musí vždy rozhodnout lékař (ještě před nasazením diety). (31)

2.2.2.3 Celiakie

Celiakie je zánětlivé onemocnění tenkého střeva, které se vyskytuje u dětí i dospělých. Je způsobeno nesnášenlivostí lepku (glutenu), tj. bílkovinného komplexu obsaženého v povrchní části obilných zrn. Jinými slovy střevo neumí obilnou potravu vstřebávat. Jde o poruchu vstřebávání štěpných produktů trávení bílkovin, tuků i cukrů, vody, minerálů, vitaminů a některých dalších látek. Současně je velmi výrazně zvýšena produkce hlenu a je také porušena pohyblivost stěny tenkého střeva.

U dětí se choroba objevuje nejčastěji v 6. – 9. měsíci života. Hlavními příznaky je průjem, váhový úbytek a bolesti břicha.

Onemocnění však může propuknout i v dospělosti. Příznaky nemoci často souvisejí s různými zátěžovými reakcemi - "spouštěcími mechanismy"- např. s infekční chorobou, psychickým traumatem, těhotenstvím, porodem, laktací, operací nebo po prudké dietě, kdy dojde k velkému, rychlému úbytku váhy. Ženy jsou postiženy přibližně 2 x častěji než muži.

Diagnóza se opírá předně o jasné příznaky, které vzniknou po požití potraviny obsahující lepek a také o průkaz změn na střevní sliznici. Léčba spočívá ve vyloučení lepku z přijímané stravy a během několika týdnů postupně všechny příznaky ustupují. Podstata diety spočívá v tom, že z potravy vynecháváme veškeré výrobky z u nás obvykle používaných mouk. V praxi se kromě často používaných brambor, rýže, sojové mouky používá s úspěchem i mouky kukuřičné a mouky rýžové. Moučníky se dají připravovat ze škrobu a bezlepkových obilnin, přičemž vaznosti se dosahuje přidáním vajec. Zlepšením situace pro pacienty jsou různé druhy průmyslově vyráběných a speciálně upravených směsí pro přípravu bezlepkového chleba.

Dlouhodobé udržování pacienta na bezlepkové stravě je někdy značným finančním problémem, avšak při přesném dodržování režimu je prognóza onemocnění dobrá. (32)

2.2.3 Lipidy

Obiloviny patří k semenům s nejnižším obsahem tuků. V obilném zrně je tuk rozložen nepravidelně. Nejvíce tuku se nachází v aleuronové vrstvě a v klíčku (pšenice 14,25 %, žito 12,37 %, ječmen 22,42 %, oves 25,71 %, kukuřice 32,94 %). (25)

V klíčcích některých obilovin, například kukuřice, je vysoký podíl nenasycených mastných kyselin. V endospermu však najdeme maximálně do 2 % lipidů, především triacylglycerolů. (5)

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.

Kyseliny linolová, olejová a linolenová patří k těm nenasyceným mastným kyselinám, které podléhají velmi snadno oxidaci, což má za následek žluknutí mouky při delším skladování. Hydrolytické žluknutí tuku v mouce, které je katalyzováno přítomnou lipázou se projevuje zvýšením kyselosti. Dochází k tomu i během dlouhodobého skladování mouk. (2)

2.2.4 Vitaminy

Obecně lze říci, že endosperm obilovin je na vitaminy chudý. Vitaminy se vyskytují v jiných anatomických částech, zejména v obalových vrstvách a klíčku v podstatně větším množství. Obiloviny je možno považovat za zdroj vitaminů skupiny B. Thiamin (vitamin B₁) a riboflavin (B₂) se vyskytují v obalových vrstvách většiny obilovin a v klíčcích. V moukách zbývá podle stupně vymletí jen cca 10 – 40 % původního obsahu vitaminů skupiny B. Kyselina nikotinová a nikotinamid (vitamin B₃) jsou ve vyšších množstvích přítomny v pšenici a ječmeni. Z ječného sladu se dostávají do piva, které je jejich bohatým zdrojem. Z lipofilních vitaminů, které řadíme též mezi lipidy, je třeba se zmínit o vitaminu E, který se ve vysoké koncentraci vyskytuje v pšeničných klíčcích, z nichž se dokonce izoluje při výrobě vitaminových preparátů ve farmaceutickém průmyslu. (3)

2.2.5 Minerální látky

Obilná zrna obsahují průměrně 1,5 až 3 % minerálních látek, podle půdních a agrotechnických podmínek. Minerální látky zůstávají jako tzv. popel, anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu. Složení minerálních látek není náhodné, všechny mají

určitou úlohu při látkové výměně. Maximální obsah popela mají osemení a aleuronová vrstva. Endosperm je na obsah minerálních látek chudý. Vyšší obsah popelovin mají naopak obalové vrstvy. (25) Popel obilovin je tvořen převážně oxidem fosforečným, nejhojnějšími kovy jsou hořčík, vápník a železo. Obsah popela v mouce vzrůstá s větším podílem podobalových případně obalových vrstev zrna v mouce (tj. se stupněm vymletí) a je základem pro klasifikaci mouk a jejich označení typovým číslem (viz. kapitola 3). (2)

2.2.6 Minoritní složky

Obiloviny obsahují některé další složky ve velmi malém množství. Následující tři složky mohou být přesto významné.

Kyselina fytová (hexafosforečný ester inositolu) je přítomna ve formě fytátů hlavně v obalových vrstvách. Má schopnost vázat na 1 svou molekulu 6 atomů vápníku, hořčíku nebo dvojmocného železa. Tyto sloučeniny nejsou v lidském organizmu rozložitelné, a tudíž takto vázané kovy nejsou již využitelné.

Cholin je v obilném zrně rozložen rovnoměrně. Má velký význam pro neuromotorickou činnost našeho organismu.

Kyselina para-aminobenzoová je významným růstovým faktorem a je nejvíce obsažena v obalových vrstvách. (33)

3 DRUHY PEKAŘSKÝCH MOUK

Mouky podle stupně vymletí

Vysokovymleté mouky – obsahují více povrchových částí zrna, jsou tmavší, hůře stravitelné, méně trvanlivé, mají nahořklou a trpčí chuť, ovšem mají vyšší biologickou hodnotu.

Nížkovymleté mouky – byly z nich odstraněny povrchové části zrna, jsou tedy světlejší, lépe stravitelné, trvanlivější, lahodné chuti a mají nižší biologickou hodnotu.

Typová čísla mouky

Původně se mouky označovaly pouze typovým označením, kde číslo značilo tisícinásobek obsahu popelovin v sušině. Například ze 100 g mouky s označením T 650 zůstává po spálení 0,650 g popela. Toto označení bylo nahrazeno slovním názvem – pšeničná mouka hladká polosvětlá, proto odpovídá mouce T 650.

Platí:

Čím vyšší je typové číslo, tím tmavší a více vymletá mouka.

Čím vyšší je typové číslo mouky, tím méně lepku obsahuje a tím hůře bude těsto kynout.

Čím nižší je typové číslo, tím méně vlákniny mouka obsahuje a tím je také světlejší. (34)

3.1 Rozdělení mouk

Mouky se u nás rozdělují do tří základních kategorií podle jejich použití na pšeničné krupice, pšeničné mouky a žitné mouky. (35)

3.1.1 Pšeničné krupice

Hrubá krupice – je vhodná do kaší, bramborových knedlíků nebo jako zavářka do polévek.

Jemná krupice – má podobné využití jako hrubá krupice.

Dětská krupička dehydrovaná – je jemnější a je vhodná do dětských kaší, pokrmů a jako zavářka do dětských polévek. (35)

3.1.2 Pšeničné mouky

Hladká Speciál – ve 3 tržních druzích jako pšeničná mouka pekařská Speciál (pro výrobu chleba), pšeničná mouka 00 Extra (široké použití při výrobě běžného, jemného a cukrářského pečiva) a pšeničná mouka pečivářská slabá (pro výrobu oplatek a sušenek).

Hladká – chlebová pšeničná, pečivářská silná, škrobářská – jsou vhodné pro průmyslové využití.

Polohrubá konzumní Zlatý klas – vhodná do hladkých litých těst, k přípravě kynutých knedlíků, zásmazek, polévek.

Polohrubá výběrová – podobné využití, je ale světlejší a jemnější.

Hrubá mouka Zlatý klas – používá se k vaření – knedlíky, noky, těstoviny.

Těstářská Semolina (35)

3.1.3 Žitné mouky

Výražková – pro výrobu chleba.

Chlebová – má stejné využití.

Tmavá – 3 druhy: jemná, celozrnná jemná, celozrnná hrubá. (35)

Žitná mouka neobsahuje skoro žádný lepek a chléb jen obtížně kyne. Aby byl chléb vyrobený z žitné celozrnné mouky snadno stravitelný, je nutné upéct jej pomocí chlebového kvasu. Těsto bude kynout pouze tehdy, když ke každým čtyřem dílům žitné mouky bez lepku přidáte jeden díl pšeničné mouky typu T 550. (36)

3.2 Pšeničná mouka

Následující přehled uvádí rozdělení pšeničných mouk dle typových čísel. Toto označení se již nepoužívá, každá mouka má své slovní označení.

- 00 – Pšeničná mouka hladká světlá
- T 400 – Pšeničná mouka výběrová polohrubá
- T 405 – je umletá ze zrna, které má odstraněný klíček a obal a je nejsvětlejší
- T 450 – Pšeničná mouka hrubá (krupice)
- T 512 – Pšeničná mouka pekařská speciál
- T 530 – Pšeničná mouka hladká světlá - pekařská speciál
- T 550 – Pšeničná mouka polohrubá světlá
- T 650 – Pšeničná mouka hladká polosvětlá
- T 700 – Pšeničná mouka světlá, chlebová
- T 1000 – Pšeničná mouka hladká tmavá (chlebová)
- T 1050 – Pšeničná mouka chlebová, je hladká, tmavá
- T 1150 – Chlebová mouka
- T 1800 – Pšeničná mouka celozrnná, hrubá; celozrnná, jemná (36)

Vlastnosti pšeničné mouky souvisejí se základní stavební strukturou obilného zrna, dále s jeho strukturním uspořádáním hlavních chemických složek a se změnami těchto chemických látek v důsledku reakcí, které probíhají při zrání zrna, vymílání mouky a při skladování obilí. Změny chemických vlastností souvisejí velice úzce také s biologickými a s biochemickými pochody, při nichž hrají důležitou roli enzymy, které v mouce působí ještě dlouho po vymletí a dále i při změnách souvisejících s pečením těsta. (5)



Obrázek 2 Pšenice obecná (37)

Pro běžné pekařské potřeby se převážně používá pšenice obecná, ze které bylo vyšlechtěno velké množství odrůd. Z hlediska pěstitelského se dávno rozlišovaly pšenice jarní a ozimé, ale z hlediska zpracovatelů mouk je nejvýznamnější třídění odrůd na měkké a tvrdé. Nejvyšší kvality pšenice patřily k těm nejtvrdějším. Tvrdost pšenice se značně projevuje při mlynářském zpracování a souvisí především s obsahem a kvalitou pšeničné bílkoviny. Existuje tedy logická souvislost mezi tvrdostí a pekařskou kvalitou pšenice.

V současné době dochází ke změnám v technologii výroby pečiva a speciálních výrobků především díky rozsáhlé nabídce zlepšovacích přísad. Mezi produkčně využívané druhy pšenice patří pšenice tvrdá (*Triticum durum*), která se využívá v těstářské technologii, pšenice obecná (*Triticum aestivum*), jinak také pšenice pekařská, která se dělí na tvrdé a měkké odrůdy a pšenice špalda (*Triticum spelta*).

Pšenice tvrdá je zcela odlišným botanickým druhem, který má v důsledku toho odlišné vlastnosti. Její bílkovina je tuhá, velmi pevná a nemá pružnost.

Pšenice špalda má pluchatá zrna, a proto je její mletí méně výhodné. Má ale výhodné výživové složení a používá se k výrobě speciálních výrobků. (5)

3.3 Žitná mouka

Označení typovými čísly se dříve používalo i u žitných mouk, dnes mají tyto mouky přiřazeny názvy, stejně jako mouky pšeničné.

- T 960 – Žitná mouka chlebová
- T 1700 – Žitná mouka celozrnná (36)

Pro žito byly většinou nejvhodnější podmínky k pěstování v horských a severských oblastech s výrazně chladnějším podnebím. U žita nebylo vyšlechtěno tolik odrůd jako u pšenice, a proto také nebylo dosaženo tak velkých výnosů nebo možností pěstování v oblastech s jiným podnebím. U žita rovněž nebyla snaha vyvíjet tolik různých odrůd pro speciální využití, jako tomu bylo u pšenice.



Obrázek 3 Žito seté (38)

Stejně jako zrno pšenice, je i zrno žita bezpluché, ale je odlišné svým tvarem. Žitné zrno je delší, ale zároveň užší v porovnání se zrnem pšeničným. Chemické složení žitného zrna se také příliš neliší od pšeničného. Odlišnosti zaznamenáváme pouze ve vyšším množství pentozanů a nepatrně nižším obsahu bílkovin. Hlavním rozdílem jsou ale fyzikální vlastnosti žitných bílkovin, díky nimž nejsou schopné tvořit souvislý lepek a tedy ani souvislou prostorovou strukturu těsta, v porovnání s bílkovinami pšenice. Žitná mouka má také vyšší obsah popelovin. Barva žitné mouky bývá obvykle tmavší. (5)

4 TECHNOLOGIE MLYNÁŘSTVÍ

Mlynářství je odvětví potravinářského průmyslu, zpracovávající hlavně chlebové obilí, dále ječmen, oves, rýži, kukuřici a jiné na jedlé mouky, krupice, kroupy, celozrnné šroty a krmné produkty. Technologie je složitá a energeticky náročná. (39)

4.1 Dějiny mlynářského řemesla

Mlynářské řemeslo patří v Čechách k těm nejstarším. Někteří historikové kladou vznik prvního vodou hnaného mlýna na území našeho státu již do 8. století. Nejstaršími držiteli mlýnů byly kláštery, později města a vrchnosti, které je dávaly do dočasného, nebo i dědičného nájmu mlynářům. Už za vlády Karla IV. měli mlynáři vlastní cechovní organizaci. Protože jich však v této době ještě nebylo mnoho a byli roztroušeni po celé zemi, dávali se zapisovat k cechu pekařskému v nejbližším městě.

Poplatky za vstup do cechu bývaly vysoké. K tomu musel kandidát splňovat dané podmínky. Hlavním požadavkem bylo složení náročné řemeslné zkoušky. Mravní bezúhonnost mlynáře se považovala za samozřejmost. I potom se ale mlynáři museli řídit velmi přísnými vrchnostenskými instrukcemi, takže mlynářské poměry nebyly tak idylické, jak by se na první pohled mohlo zdát. Svůj cech mívali nejen mlynářští mistři, ale i tovaryši. Vyučený mlynář, který byl majitelem mlýna nebo alespoň jeho nájemcem, byl nazýván pan otec. Představoval hlavní osobu řídící provoz mlýna. U větších mlýnů se staral o obchodní záležitosti, reklamu, investice a rozvoj. Na práci měl pomocníky (mládky a stárky) a učedníky (prášky). U malých mlýnů pak sám obsluhoval stroje a mlel. Mlynáři bývali velmi vzdělaní lidé s rozsáhlými znalostmi z mnoha oborů a s řemeslnými dovednostmi. Museli být i dobrými obchodníky a zemědělci, protože k mlýnu patřilo hospodářství. V obci zaujímal významné místo. Náročná práce jim však přinášela řadu zdravotních problémů, jako zaprášení plic, nedoslýchavost, revma nebo časté úrazy.

Technický pokrok si ve mlýnech razil cestu jen velmi pomalu. Mnohé vytrvaly až do konce při vodním pohonu mlýnských kol a s mlecími stroji s mlýnskými kameny. Před dožínkami musela proběhnout údržba celého strojního zařízení i vodního díla, např. oprava jezu, vyčistění náhonu, vyspravení polámaných česlic a palců ozubených kol, výměna lopatek vodního kola, nakřesání mlýnských kamenů apod. Pokrokem bylo zavedení turbín, parních pohonů a stále se zdokonalujících mechanismů k čištění meliva. U později

zrekonstruovaných válcových mlýnů zastávaly funkci mlecích kamenů ocelové válce, které se do mlýnů začaly zavádět během 19. století. Velký význam sehrály mlýny při elektrifikaci obcí. Mnohé z nich dodávaly elektrickou energii pro veřejné osvětlení dávno předtím, než bylo překročeno ke všeobecné elektrifikaci. V roce 1859 bylo živnostenským zákonem zrušeno cechovní zřízení mlynářů. Začala se tvořit mlynářská společenstva a v roce 1883 se mlynářské řemeslo stalo svobodnou živností, čímž nastal úpadek úrovně mlynářství u nás. V roce 1931 bylo mlynářství prohlášeno řemeslnou živností. V pozdější době byli mlynáři jako představitelé maloburžoazie často perzekvováni a po únoru 1948 byly mlýny i soukromé vodní elektrárny znárodněny. Vracely se v rámci restitučních nároků po roce 1989, většinou však byly nefunkční a ve zchátralém stavu. (40)

4.2 Mlýnská technologie

Z celkového množství obilovin sklizených ve světě je jen část určena k výrobě obilných produktů pro lidskou výživu. Značná část obilí se využívá pro účely krmení zvířat a malý podíl se používá na osivo a pro průmyslové zpracování.

V ČR přichází na mlýnské zpracování přibližně jedna třetina vyprodukované pšenice. Většina žita se pěstuje pro mlýnské zpracování pro pekárny, na krmení se používá minimálně. Tržní obilí, které slouží jako surovina pro výrobu potravin, je v převážné většině zpracováváno ve mlýnech (obiloviny pro pekařské, pečivářské a těstářské zpracování) a zbývající část tvořená hlavně nechlebovými obilovinami je zpracovávána jinak (výroba sladu, loupané a leštěné rýže, krup a krupek, vloček a jiných produktů).

Klasická česká technologie mletí je odlišná od jiných technologií, vzhledem ke specifickým kvalitativním požadavkům na mouky. Používá se složitější technologie potřebná pro šetrné mletí a čištění krupic a všechny mouky se vyrábí najednou v jednom kontinuálním výrobním procesu.

Hlavním úkolem mlynářské technologie při zpracování obilí je oddělit obalové části od endospermu, což se provádí postupným drcením zrna a meliva s následným tříděním a čištěním. Při přípravě obilí i vlastním mletí se využívá jeho fyzikálních vlastností, přičemž každý druh obilí vyžaduje podle svých vlastností jiný technologický způsob zpracování. (33)

Mlýnské zpracování obilovin lze rozdělit na několik na sebe navazujících úseků:

- příjem obilí

- skladování obilí
- čištění a příprava obilí k mletí
- mletí obilí
- skladování a expedice produktů (2)

4.2.1 Příjem obilí

Při příjmu obilí se kontroluje množství a kvalita zrna. (33) Vstupní kontrola jakosti zahrnuje stanovení příměsí a nečistot, kontrolu přítomnosti škůdců, sensorické posouzení vzhledu a pachu, objemovou hmotnost a analytické stanovení vlhkosti, obsah dusíkatých látek a lepku, sedimentační test a číslo poklesu. Jednotlivé jakostní parametry různou měrou ovlivňují mlýnské a pekařské vlastnosti pšenice i žita. (27)

Obilí je dopravováno do mlýna vesměs volně ložené na nákladních autech, nebo ve speciálních železničních vagónech. Po odebrání laboratorních vzorků pro ověření jakosti, jde obilí do příjmového koše a odtud do skalperátoru, kde na vzduchovém třídíči je zbaveno nejhrubších nečistot a prachu. Takto předčištěná surovina se ukládá do silových buněk. (33)

4.2.2 Skladování obilí

Obilí u nákupních organizací je dnes skladováno převážně v silech. Pro zachování kvality zrna je třeba, zejména při dlouhodobějším uskladnění, v co největší míře omezit a zpomalit veškeré životní projevy obilí – hovoříme o stavu tzv. anabiózy. Nesmí však dojít k umrtvení zrna, které by tak ztratilo své přirozené ochranné mechanismy a také svou další uživatelskou kvalitu. Obilná masa však obsahuje též příměsí (cizí zrna, zrna mechanicky poškozená a nevyvinutá apod.) a zárodky mikroorganismů ulpělé na povrchu zrn. Pro skladování je nutno vytvořit takové podmínky, aby se zamezilo množení mikroorganismů. (5)

Jelikož je obilí uloženo v silech ve vysokých vrstvách, je proto nutné pravidelně kontrolovat jak teplotu, tak i vlhkost zrna a vzduchu. Pro bezpečné skladování v silech se při normální teplotě považuje za optimální vlhkost 14 %. (3) Obilí mívá po sklizni zpravidla vyšší vlhkost, zejména při zhoršení povětrnostních podmínek při sklizni může dosahovat i více než 20 %. Vlhké obilí je před uskladněním nutno vysušit v sušárnách.

Sušení je prvním krokem posklizňové úpravy zrna. Je nutno je provádět co nejdříve. Při nedodržení podmínek pro bezpečné skladování může dojít jednak ke zintenzivnění dýchání obilí (větší metabolické ztráty na hmotnosti), jednak při vyšší vlhkosti k jeho naklíčení. Současně dojde k pomnožení mikroorganismů a v nejhorším případě i k samozáhřevu obilné masy, který způsobí její úplné zničení. Toto nebezpečí vzniká zejména v situacích, kdy jsou velké teplotní a vlhkostní rozdíly mezi uloženým zrnem a vzduchem, tehdy může dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu zrna v síle. (2) V těchto skladech je nutné obilí pravidelně přepouštět z jedné silové komory do druhé, aby neztrácelo svoji sypkost. Při dlouhodobém skladování se má obilí přepouštět nejméně čtyřikrát do roka. Na základě laboratorních rozborů je dále připravena směs na zámel. (27)

4.2.3 Čištění obilí a jeho příprava k mletí

Prvním krokem bývá zpravidla sestavení směsi na zámel. Obilí z různých partií se míchá tak, aby výsledné vlastnosti směsi maximálně odpovídaly jeho určení pro další zpracování. Přitom je třeba zvolit hlavní ukazatele, podle kterých se bude rozhodovat. Z hlediska obvyklých parametrů požadovaných pro kvalitní pekařské mouky je dominantní obsah a kvalita pšeničné bílkoviny a jak u pšenice, tak i u žita aktivita amylolytických enzymů a míra poškození škrobových zrn.

Směs obilí se pak podrobuje třídění a čištění, které slouží k oddělení hrubých příměsí, zrn jiných obilovin, semen plevelů a poškozených zrn základní kultury. (5)

V čistírně se v prvním úseku vede obilí na stroje, které odstraní tzv. odstranitelnou příměs. Děje se tak pomocí sít (odstraňují rozměrově výrazně odlišné částice), aspirátérů (eliminace lehkých materiálů o nízké hustotě a prachu aspirací vzduchem), také pomocí rotujících důlkovaných válcových plášťů tzv. triérů, které odstraňují kulovitá semena odlišného průměru od obilných zrn, která zapadají do důlků v triéru. Dále se využívá magnetických separátorů (zachycení feromagnetických materiálů) a vibračních třídičů tzv. odkaménkovačů. (7)

Odkaménkovač je stroj, který od sebe odděluje částice přibližně stejné velikosti jako obilné zrno, ale s rozdílnou hustotou. Částice o větší hustotě zůstávají na síti a vibračním pohybem síta jsou odhazovány proti směru jeho sklonu, takže vypadávají na opačné straně než obilné zrno. (3) Tyto kroky jsou součástí suchého třídění.

V tradičních čistírenských postupech následovalo mokré čištění a hydrotermická úprava zrna. V současné době se však od tohoto způsobu čištění upustilo, zejména z ekonomických důvodů a kvůli obavám z rozšíření nežádoucích kontaminujících mikroorganismů do prostředí. (7)

Další čištění v rámci přípravy před mletím spočívá v kartáčování a loupání obilí, přičemž v moderní koncepci čistíren se místo loupacích a kartáčovacích strojů zařazují tzv. malopřůměrové odírací stroje. (2)

Již v této fázi je třeba upozornit, že technologie mlýnského zpracování pšenice a žita se navzájem významně liší a přestože hlavní rozdíly jsou patrné zejména při vlastním mlecím procesu, i úsek přípravy pšenice k mletí je složitější než v případě žita. (5)

Nakonec je ještě nakrápěním upravena průměrná vlhkost zrna na 15,0 až 16,0 %. Tím se opět zlepší možnost oddělení obalových vrstev od endospermu, protože doba odležení po nakrápění umožňuje jen omezené proniknutí vlhkosti do vrchních částí zrna. (7) Potřebný obsah vlhkosti, umožňující správné vymílání, se liší v závislosti především na tvrdosti pšenice. Pro velmi tvrdé kanadské pšenice se doporučuje obsah vlhkosti před mletím cca 16,5 – 17,5 %. Pro evropské měkké pšenice se uvádí optimální vlhkost zrna 15,0 – 16,0 %. (2)

4.2.4 Mletí obilí

Vlastní mletí je složitý proces, jehož úkolem je co nejuplněji oddělit slupku od endospermu a rozmělnit endosperm na předepsanou granulaci. Musí se postupovat šetrně, proto se celý proces skládá z několika základních technologických uzlů (mlecích pasáží či chodů). Každý uzel zahrnuje vždy jednu desintegrační (drtící či mlecí) operaci a následující třídění meliva na síťovém třídíči. Část přepadů je vedena na další třídění krupic, část na další opakované mlýnské chody s jinými válci a síty. Ze síťového třídíče vycházejí z jednotlivých chodů v různé míře již také čisté jemné mouky s velikostí zrna menší než 200 μm , což jsou tzv. pasážní mouky. (7)

Proces mletí pšenice dělíme do tří základních etap:

- **šrotování** – šetrné otevření zrna, oddělení endospermu od obalových vrstev v hrubších částicích s nízkým výtěžkem pasážních mouk

- **luštění krupic** – drcení vytříděných a vyčištěných krupic obsahujících ulpělou část slupky, která musí zůstat neporušená a dá se snadno oddělit
- **vymílání** – drcení částic čistého endospermu na požadovanou granulaci

V současných technologických postupech je zpravidla zařazeno 5 šrotových, 5 luštících a 6 a více vymílacích pasáží. Z každé z nich získáváme jednu nebo více pasážních mouk, které se podle obsahu popela míchají na obchodní druhy. (5) Osou celého procesu jsou tři základní typy strojů.

Drcení zrna se provádí výhradně na **válcových stolicích**. (7) Jejich pracovním orgánem je dvojice horizontálně uložených válců, které se otáčejí proti sobě. Válce jsou opatřeny různou povrchovou úpravou - mohou být různým způsobem rýhované nebo hladké. (27) Válce jsou z ocelové slitiny. Úpravou tvaru, hloubky a hustoty rýh, jejich sklonu, šířky mlecí spáry mezi válci a kinetických parametrů se válcová stolice přizpůsobuje podle potřeby pro každou pasáž. (7) Rýhy mají v příčném průřezu tvar obecného trojúhelníku. Užší stěna se nazývá ostří, širší stěna hřbet. Různý tvar rýh ovlivňuje průběh drcení. Válce mohou být ve stolici uloženy v těchto čtyřech kombinacích: *ostří na ostří*, *hřbet na hřbet*, *ostří na hřbet* a *hřbet na ostří*. Nejrozšířenější je poloha *ostří na ostří*. (25) Válce se otáčejí rozdílnou rychlostí, jeden je rychloběžný a druhý pomaluběžný. Poměr otáček pomaluběžného válce vůči rychloběžnému se označuje jako předstih. (33) Válce s řídkými a hlubokými rýhami se hodí k tvorbě krupic, proto se pro šrotování pšenice používají se středním předstihem (1 : 1,5). Válce s hustými rýhami s větším předstihem (1 : 3) se používají k tvorbě mouky hlavně při mletí žita. Hladkých válců se využívá k luštění a vymílání krupic. (7)

Melivo vycházející z mlecích strojů je polydisperzní soustava. Velikost částic kolísá od nejhrubších, velkých několik milimetrů, až k částicím nejjemnějším, menším než 1 μm . Podstatou vysévání je, že pohybem směsi po sítu jedna část produktu propadá otvory pod sítu (*propad*), a zbytek zůstává na sítu nebo přepadne (*přepad*). (25) K vytřídění meliva po šrotování na základě velikosti částíček slouží **rovinný vysévač**. (33) Je to uzavřená kovová skříň, opatřená 12 až 18 zasouvacími síty nad sebou, propojených svislými kanálky. Vysévací proces je velmi složitý a působí zde více faktorů. Jeho efekt je kromě vlastního rozdělení materiálu propadem otvory síta ještě v samotřídění a oddělování lehkých částic, které vyplouvají

na povrch proudu meliva a nemohou tak projít sítím. K docílení vysévacího efektu se melivo musí na sítu pohybovat, a proto konají vysévače kruhový pohyb. (7) Síta, která se používají, jsou vyrobena z plastových, hedvábných nebo kovových tkanin napjatých v obdélníkových, čtvercových, případně osmiúhelníkových rámečcích. Kovové potahy se používají k vysévání směsí obsahujících ostré a hrubé částice. Hedvábná síta se v mlýnské praxi využívala v dřívějších dobách. Převážná většina sít je tedy tvořena plastovými tkaninami z polyamidových vláken. (27) Tato speciální polyamidová tkanina, kterou jsou třídící síta potažena, má různě velké přesné čtvercové otvory. Vyrábí se ve 46 velikostech oka a čísluje se podle metrického číslování od 6 do 74. (7) Jako příklad uvedeme síto číslo 6 (6 vláken/cm), kde velikost jednoho oka odpovídá 1 365 μm a počet ok na cm^2 činí 36. (27) Volba vhodných vysévacích potahů je jedním z nejdůležitějších technologických úkonů při úpravách a změnách technologie. (7) Síta vysévačů musí být v průběhu vysévání neustále čištěna, což je zajištěno kartáči různých typů a tvarů, které se pohybují po spodní straně sít a různými segmenty pohybujícími se po vrchní ploše síta (pryžové nebo plastové kuličky, knoflíky a jiné prvky). (27)

Třetím universálním strojem je **čistička krupic**, nazývaná též reforma. Je to v podstatě nakloněné žejbro, vibrující v uzavřené skříni a opatřené čtyřmi sítí nad sebou. (7) Po nich se pohybuje vrstva meliva a je zesponu intenzivně provětrávána. Podle hmotnosti a rychlosti vznosu se částice roztřídí na jadrný propad, který propadne sítím (krupice), přepad ze síta (lehčí částice, které jsou dále zpracovávány luštěním) a lehké části slupek unášené vzduchem do usazovacích komor. (33) Žejbro představuje samostatnou třídící jednotku opatřenou čtyřmi rámečky se sítí, která mohou být uspořádána v jedné, dvou nebo třech řadách nad sebou. Dřevěné nebo kovové rámečky jsou rovněž potaženy sítí z plastové tkaniny se stejným systémem číslování, tak jako u sítí ve vysévačích. Při volbě potahů sítí reformy vycházíme z přiváděné směsi krupic. Rámečky se řadí tím způsobem, že na prvním z nich je nejhustší a na posledním (čtvrtém) nejřidší síto. Při třídění hrubých krupic se volí potahy v rozmezí čísel 30 – 18, pro jemné krupice 56 – 40. Správná volba parametrů čističky krupic a její seřízení do značné míry ovlivňuje kvalitu a účinnost mlecího procesu. (27)

Ve mlýně je dále zařazena celá řada strojů pro speciální účely, zejména vytlukačky otrub, tzv. peruťové stroje, které doplňují účinek mlecích stolic. Dále jsou to míchačky a zásobníky na mouky a jiné.

Celý systém je kontinuální, doprava materiálu směrem vzhůru je řešena pneumatickými skleněnými stoupačkami. V moderních mlýnech v zahraničí se používají pro pneumatickou dopravu kovové trubky. Pro dopravu ve vodorovném směru jsou využívány šnekové dopravníky. Veškeré prostory mlýna musí být dokonale větrány a prach zachycován v cyklónech a filtrech. (7)

Mletí žita je mnohem jednodušší než mletí pšenice. Technologický proces zahrnuje 4 až 5 fází šrotování a 2 až 3 krupičné pasáže bez čištění. Snahou při mletí žita je získat co nejvíce mouky. (7)

Při šrotování žita se používá mělkých rýh, než u šrotování pšeničného zrna. Šrotuje se tak, aby se získala asi polovina mouky a polovina krupic. Krupice se získávají z prvních čtyř šrotů a semílají se samostatně. Mlecí pochod se komplikuje tím, že z žitných krupic se nedá odstranit slupka, ovšem získaná mouka je lepší.

Zvláštní postavení při mletí žita mají vyloukačky otrub, které se zařazují jako předběžné třídiče ihned za válcové stolice. Jejich přepad očištěný od všech uvolněných částí endospermu, se vede přímo na další šrot, propad do příslušného vysévače. Spojený účinek válcové stolice s vyloukačkou se rovná technologickému efektu dvou válcových stolic.

Za poslední válcové stolice jsou zařazeny talířové rýhované roztírače. Celkový počet chodů se řídí požadovaným stupněm vymletí. (25)

4.2.5 Výroba pekařských mouk

Pekařské mouky (mouky pro výrobu běžného pečiva a chleba) jsou hladká světlá „Speciál“ T 530, polosvětlá T 650 a mouky chlebové T 700 a T 1000. Základními jakostními požadavky na tyto mouky je obsah vody (vlhkost), popeloviny, obsah lepku, číslo poklesu, vaznost, stabilita, farinografické a extenzografické ukazatele a další. Tyto parametry uvádějí běžné požadavky na jakost těchto mouk, v korespondenci s jejich technologickým použitím. K tomu, aby bylo těchto parametrů možno dosáhnout, nestačí pouze vhodně sestavit jednotlivé pasážní produkty, ale především je nezbytné vhodně nastavit parametry směsi na zámel. V současné české pekárenské výrobě se uplatňuje několik parametrů, které mají přímý dopad na pekárenské vlastnosti mouk. Z analytických ukazatelů se klade velký důraz

na vlhkost mouk, obsah popela a obsah mokrého lepku. (5) Těmto ukazatelům jakosti se budu věnovat v praktické části.

4.2.6 Finální úprava mouk

Finální úprava mouk je poslední etapa mlýnského výrobního postupu, kterou procházejí všechny mouky, od běžných pekařských po mouky speciální. V tomto procesu se základní druhové mouky sestavené ve mlýně proměňují ve finální výrobky – obchodní mouky, které se expedují ze mlýna.

Finální úprava má dva základní cíle: stabilizovat jakostní parametry mouk a modifikovat jakostní parametry mouk.

Druhá mouka sestavená z příslušných pasážních produktů ještě není hotovým výrobkem. Po ukončení mlecího procesu ještě prochází mouka procesem biochemických a fyzikálně chemických změn, které souhrnně nazýváme zráním mouky. Hlavním procesem zrání je oxidace bílkovinného komplexu. V průběhu zrání se tedy výraznou měrou dotvářejí technologické vlastnosti mouk a jejich konečné jakostní parametry. Dobrému vyzrání mouky také velmi prospívá provzdušňování.

Po ukončení vlastní výroby se proto mouky vedou do moučné míchárny. Míchání mouk má za cíl jejich homogenizaci a díky tomu, že při promíchávání se mouky také lépe provzdušňují, přispívá také stabilizaci jakostních parametrů. Na řízení těchto parametrů pracujeme od samého vstupu obilí do mlýna, zejména v procesu sestavování směsi na zámel, jak již bylo několikrát zmíněno. Může ovšem nastat situace, kdy selže kontrola jakosti samotného zámelu. Nejde ani tak o chybu měřicích přístrojů, spíše se jedná o případ, kdy nejsou zachyceny všechny charakteristické parametry zámelu, ale jen některé a za takových podmínek se nedá jednoznačně určit reologické chování a technologická zpracovatelnost mouky. (27)

Při stanovení reologických parametrů mohou také nastat jakostní výkyvy. Pro takovou situaci je k dispozici nástroj chemické (biochemické) stabilizace mouky, který nazýváme **stabilizační fortifikace**. Jedná se o dávkování aditiv, která nazýváme fortifikanty a jsou to například kyselina L – askorbová, enzymové preparáty, sušený lepek, emulgátory. Nízké koncentrace těchto látek mohou požadované reologické parametry mouk účinně optimalizovat.

Fortifikace mouky ale nemusí mít pouze stabilizační význam vzhledem k technologickým parametrům mouk. Dávkování aditivních látek nebo jejich kombinací ve vyšších koncentracích může vést k modifikaci vlastností mouky. Tento způsob tzv. **modifikační fortifikace** se používá při výrobě speciálních mouk – mouk s vlastnostmi nějakým způsobem modifikovanými ve srovnání se základní moukou. Modifikační fortifikace se u nás zatím používá jen v malé míře. (5)

Mouka je skladována v kovových zásobnících a míchání je prováděno na samostatných míchacích strojích (kontinuální, vsádkové, semikontinuální). Doprava mouky je pneumatická. (27)

4.2.7 Skladování a balení mouky

V průběhu mlecího procesu a finální úpravy jsme postupně dospěli od směsi na zámel, přes pasážní produkty k základním druhovým moukám a od nich pak finální úpravou k moukám obchodním.

Obchodní mouky jsou vesměs v první fázi po vymílání skladovány v moučných silech. Skladování mouky po určitou dobu, zejména pokud při něm dochází k občasnému promíchání, je přínosné i pro stabilizaci její kvality. (27)

Většina mouk, dodávaná k průmyslovému zpracování, se expeduje ve volné formě (ze zásobníků rovnou do cisteren). Část mouk se dodává i v obalech – nejčastěji v pytlích po 50 kg. Místo dřívějších jutových pytlů se dnes používají pytle papírové nebo tkané z polypropylenových vláken.

Pro malospotřebitele je mouka dodávána v sáčcích nejčastěji po 1 kg. (5)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ANALÝZA MOUKY

Mouka je základní surovinou v pekařské, cukrářské, pečivářské a těstářské výrobě. Její vlastnosti mají rozhodující vliv na technologické ukazatele výroby a na jakost výrobků. (41) Smyslové, fyzikální a chemické požadavky na jakost mlýnských obilných výrobků jsou uvedeny ve Vyhlášce MZe č. 182/2012 Sb. (účinnost od 23. 5. 2012). Vyhláška stanovuje, že vlhkost všech mouk smí být nejvýše 15,0 %. Další požadavek se týká celozrnných mouk, nesmějí obsahovat více než 1,90 % minerálních látek, popelovin. (44) Tyto parametry je nutné při stanovení kvality dodržet, ostatní jsou pouze orientační, přesto pomáhají kvalitu pekařských mouk určit. Vedle vlhkosti mouky a obsahu popelovin se stanovují také další jakostní parametry běžných pekařských mouk: obsah lepku, číslo poklesu, vaznost, stabilita, energie a hodnoty farinogramu a extenzogramu. Všechny tyto požadavky úzce souvisí s technologickým použitím běžných pekařských mouk.

Velký význam pro současnou pekárenskou výrobu mají analytické ukazatele kvality, hlavně je to vlhkost mouky, obsah popelovin a obsah mokrého lepku. Tyto parametry (navíc ještě stanovení titrační kyselosti mouky) jsou náplní praktické části mé práce. Stanovení těchto ukazatelů je předmětem základní analýzy mouky, kterou lze provést v běžné chemické laboratoři. Hodnoty zmíněných požadavků na mouky, které byly k analýze vybrány, jsou shrnuty v Tabulce 2.

Tabulka 2 Chemické požadavky na mouku (42)

Druh mouky	Obsah vody max. [%]	Obsah popela v sušině max. [%]	Titrační kyselost v sušině max. [mmol/kg]	Obsah mokrého lepku v sušině min. [%]
Pšeničná mouka hladká T 650	15,0	0,75	60	27
Pšeničná mouka polohrubá T 550	15,0	0,40	45	26
Pšeničná mouka Zlatý klas - hrubá	15,0	0,45	40	24
Pšeničná mouka hladká chlebová	15,0	0,70	60	27
Žitná mouka tmavá chlebová	15,0	0,93	70	-
Žitná mouka celozrnná	15,0	1,90	90	-

Stanovení, která jsou na těchto vzorcích provedena, určí, zda mouky, které jsou běžně dostupné pro domácí zpracování (v obchodním balení po 1 kg) mají potřebné parametry kvality běžných pekařských mouk.

5.2 Metody stanovení

5.2.1 Stanovení vlhkosti mouky kontrolní provozní metodou

Princip:

Za vlhkost se pokládají látky těkající za podmínek metody. Při stanovení se odvážené množství vzorku suší v elektrické sušárně za předepsaných podmínek. Pro stanovení vlhkosti existuje řada metod, nejvýznamnější je metoda rozhodčí a metoda kontrolní. Liší se metodami sušení. U kontrolní provozní metody se suší při teplotě 130 °C po dobu 1 hodiny a u referenční metody při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti.

Pracovní postup:

Do čisté a zvážené hliníkové misky předem předsušené při teplotě 130 °C po dobu 15 minut se naváží na analytických vahách 10 g vzorku mouky. Vzorek se rozprostře pomocí skleněné tyčinky do stejnoměrné vrstvy a miska se umístí do sušárny předeřáté na teplotu 130 °C. Vzorek se suší 60 minut při teplotě 130 °C. Doba sušení se počítá od dosažení teploty 130 °C. Po 60 minutách se miska ještě v sušárně uzavře víčkem a vloží se do exsikátoru. Po vychladnutí se miska opět zváží na analytických vahách.

Výsledkem je průměr ze dvou provedených stanovení. (41)

Laboratorní nádobí:

16 hliníkových misek (12 pro stanovení a 4 navíc), skleněná tyčinka, exsikátor

Přístroje:

analytické váhy KERN ALJ 220 – 4

sušárna MGB TS 100

Výpočet:

Obsah vlhkosti v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

kde m_0 ... hmotnost vysušené prázdné misky [g]

m_1 ... hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením [g]

m_2 ... hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

Výsledek se uvádí s přesností na 0,1 %.

5.2.2 Stanovení kyselosti mouky**Princip:**

Kyselost mouky je způsobena z velké části hydrogenfosforečnany, dihydrogenfosforečnany a mastnými kyselinami, které se uvolňují enzymovým rozkladem moučných tuků. Kyselost roste se stupněm vymletí mouky (stoupá množství enzymů), se stářím mouky, s její vlhkostí a stoupající teplotou při skladování. Normální, mírný růst kyselosti při dozrávání mouky, skladované za správných podmínek, má příznivý vliv na jakost lepku. Kyselost patří mezi ukazatele pekařské kvality mouky.

Kyselost mouky se vyjadřuje v milimolech hydroxidu sodného na 1 kg mouky.

Pracovní postup:

Pro stanovení kyselosti mouky se připraví 1000 ml odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 0,1 mol/l a provede se jeho standardizace.

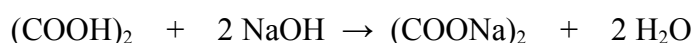
Na předvážkách se naváží 10 g vzorku mouky s přesností 0,01 g. Opatrně se vysype do porcelánové třecí misky. Ovlhčí se několika kapkami ethanolu kvůli zamezení tvoření chuchvalců a za stálého míchání se rozetře se 100 ml destilované vody. Voda se přidává postupně. Za občasného míchání (vždy po 10 minutách) a nechá se 30 minut vyluhovat. Po této době se přidá 3 až 5 kapek fenolftaleinu a ihned se titruje odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci 0,1 mol/l do růžového zbarvení, které vydrží asi 1 minutu.

Výsledkem je průměr ze dvou provedených stanovení.

Standardizace odměrného roztoku NaOH na jednotlivé navážky dihydrátu kyseliny šťavelové:

Na analytických vahách s přesností 0,0001 g naváží diferenčně vypočítané množství dihydrátu kyseliny šťavelové pro jednu titraci. Navážka se převede do titrační baňky a zředí se asi 25 ml destilované vody. Přidá se několik kapek indikátoru fenolftaleinu a titruje se odměrným roztokem 0,1 M NaOH do růžového zbarvení. (41)

Rovnice reakce:



Laboratorní nádobí:

porcelánová třecí miska a tlučkem, hodinové sklo, byreta 50 ml s tlačkou, malá kádinka, malá nálevka

Přístroje:

předvážky KERN 440 – 35N

analytické váhy KERN ALJ 220 – 4

Chemikálie:

NaOH o koncentraci $c = 0,1 \text{ mol/l}$

dihydrát kyseliny šťavelové (pevný)

ethanol

fenolftalein

Výpočet:

Titrační kyselost mouky x se vypočte dle vztahu:

$$x = a \cdot c \cdot 100 \quad [\text{mmol/kg}]$$

kde a ... spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 0,1 mol/l

c ... přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH

Titrační kyselost se vztahuje na sušinu mouky:

$$x_s = \frac{x}{S} \cdot 100 \quad [\text{mmol/kg}]$$

kde S ... sušina mouky [%], hodnoty použity ze stanovení vlhkosti mouky

5.2.3 Stanovení obsahu mokrého lepku

Princip:

Lepek je součástí bílkovino-proteinázového komplexu pšeničné mouky. Hlavními složkami bílkovin pšeničné mouky jsou glutenin a gliadin, které jsou ve vodě nerozpustné, vážou však na sebe vodu a vytvářejí tzv. lepek. Množství a kvalita lepku mají rozhodující význam pro pekařské hodnocení mouk. Většina metod na stanovení obsahu lepku je založena na přípravě těsta ze zkoušené mouky, na odležení a vyprání lepku vodou. Zbavením nadbytečné vody z vypraného lepku a jeho zvážením získáme množství tzv. mokrého lepku. Sušením mokrého lepku získáme tzv. suchý lepek.

Pracovní postup:

Na předvážkách s přesností na 0,1 g se naváží 10 g mouky. Mouka se v porcelánové misce smíchá s 2 % roztokem chloridu sodného, aby vzniklo tuhé těsto. Spotřeba roztoku chloridu sodného je asi 5 ml podle vaznosti mouky. Z těsta se uhněte kulička a nechá se přikrytá hodinovým sklem odležet 30 minut. Poté se vypírá pod studenou tekoucí vodou.

Lepek je vyprán, jakmile odtékající voda již není zakalena škrobem. Poznává se to tak, že se lepek ponoří do kádinky s vodou a chvíli se v ní hněte mezi prsty. Voda se nesmí zakalit. Vypraný lepek se zbavuje přebytečné vody hnětením a vymačkáváním tak dlouho, až se začne lepit. Pak se zváží s přesností na 0,1 g jako tzv. mokrý lepek.

Stanovení provádíme paralelně dvakrát vedle sebe. (41)

Laboratorní nádobí:

porcelánová třecí miska s tloučkem, hodinové sklo, pipeta 5 ml, kádinka

Přístroje:

předvážky KERN 440 – 35N

Chemikálie:

2 % roztok NaCl

Výpočet:

Hmotnost lepku se vynásobí deseti, přepočte na sušinu a uvádí v % (w/w) na jedno desetinné místo:

$$w = \frac{m_1 \cdot 100}{m_2} \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

kde m_1 ... hmotnost mokrého lepku [g]

m_2 ... hmotnost vzorku mouky [g]

Přepočet na sušinu mouky:

$$w_s = \frac{w}{\frac{w_1}{100}} \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

kde w ... obsah lepku [% (w/w)]

w_1 ... sušina vzorku mouky [% (w/w)], hodnoty použity ze stanovení vlhkosti mouky

5.2.4 Stanovení popelovin**Princip:**

Obsah popelovin souvisí se stupněm vymletí. Proto se pod pojmem popeloviny rozumí zpravidla obsah minerálních látek přenesených do mouky ze zrna, a to převážně z jeho obalových partií. Jsou to především draselné, sodné, vápenaté a hořečnaté soli fosforečnanů, hydrogenfosforečnanů, dihydrogenfosforečnanů, síranů, chloridů, uhličitanů, křemičitanů apod.

Popel mouky je definován jako množství nespalitelných anorganických látek, které zůstanou po spálení zkoušeného vzorku v peci při teplotě 900 ± 50 °C. Zkoušený vzorek se spálí bez přísad (rozhodčí stanovení) nebo s použitím urychlovače. Nespálený zbytek se zvaží.

Pracovní postup:

Předem vyžíhaný a vychladlý porcelánový kelímek se zváží na analytických vahách s přesností na 0,0001 g. Pak se do něj na analytických vahách naváží s přesností na 0,0001 g asi 1 g vzorku mouky. Miska se posune laboratorními kleštěmi dovnitř pece. Pec se uzavře a vzorek se nechá spalovat při teplotě 900 °C asi 3 hodiny. Je nutné, aby v popelu nebyly výrazné černé body, které charakterizují nedostatečné spálení. Jinak nezáleží na tom, zda je popel kyprý nebo zda se získá sklovina.

Po dokonalém spálení se kelímek vyndá z pece na azbestovou síťku a asi za 5 minut se vloží do exsikátoru, kde se nechá vychladnout (asi půl hodiny). Pak se zváží na analytických vahách.

Stanovení se provádí paralelně dvakrát vedle sebe. (41)

Laboratorní nádobí:

16 porcelánových kelímků (12 pro stanovení a 4 navíc), laboratorní kleště, exsikátor

Přístroje:

předvážky KERN 440 – 35N

analytické váhy KERN ALJ 220 – 4

pec MLW Elektro LM 312.11, VEBELEKTRO BAD FRANKENHANSEN

Výpočet:

Obsah popela v % (w/w) se vypočte ze vztahu:

$$X = \frac{(m_a - m_b)}{m_c - m_b} \cdot 100 \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

kde m_a ... hmotnost kelímku s popelem [g]

m_b ... hmotnost prázdného kelímku [g]

m_c ... hmotnost kelímku s navážkou mouky [g]

Obsah popela v sušině mouky v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

$$Y = \frac{X \cdot 100}{S} \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

kde S ... sušina mouky [% (w/w)]

6 VÝSLEDKY

6.1 Výsledky stanovení vlhkosti mouky

Stanovení vlhkosti mouky bylo provedeno kontrolní metodou, popsanou v kapitole 5.2.1. Analyzováno bylo všech 6 vzorků mouk, každý vzorek dvakrát. V Tabulce 3 jsou uvedeny navážky – hmotnost prázdného kelímku (m_0), hmotnost kelímku s navážkou (m_1) a hmotnost kelímku s navážkou po vysušení (m_2), hodnoty vlhkostí jednotlivých vzorků mouk (v) a hodnoty průměrných vlhkostí pro každý vzorek, získané ze dvou paralelních stanovení (\bar{v}). Poslední sloupec obsahuje hodnoty stanovené vyhláškou.

Tabulka 4 Navážky a výsledky stanovení vlhkosti

Číslo vzorku	Číslo misky	m_0 [g]	m_1 [g]	m_2 [g]	v [% (w/w)]	\bar{v} [% (w/w)]	Obsah vody max. (%)
1	32	26,2615	36,2572	34,8896	13,68	13,7	15,0
	36	24,3549	34,3594	32,9895	13,69		
2	25	24,1292	34,1343	32,8032	13,30	13,3	15,0
	21	23,0306	33,0339	31,7030	13,30		
3	38	22,9355	32,9524	31,6817	12,69	12,7	15,0
	97	22,7307	32,7272	31,4611	12,67		
4	22	24,6890	34,6101	33,2748	13,46	13,4	15,0
	6	24,1595	34,1521	32,8102	13,43		
5	77	24,1238	34,1304	32,8006	13,29	13,3	15,0
	51	23,1884	33,1945	31,8696	13,24		
6	30	21,8738	31,8713	30,5276	13,44	13,5	15,0
	46	23,8527	33,8808	32,5288	13,48		

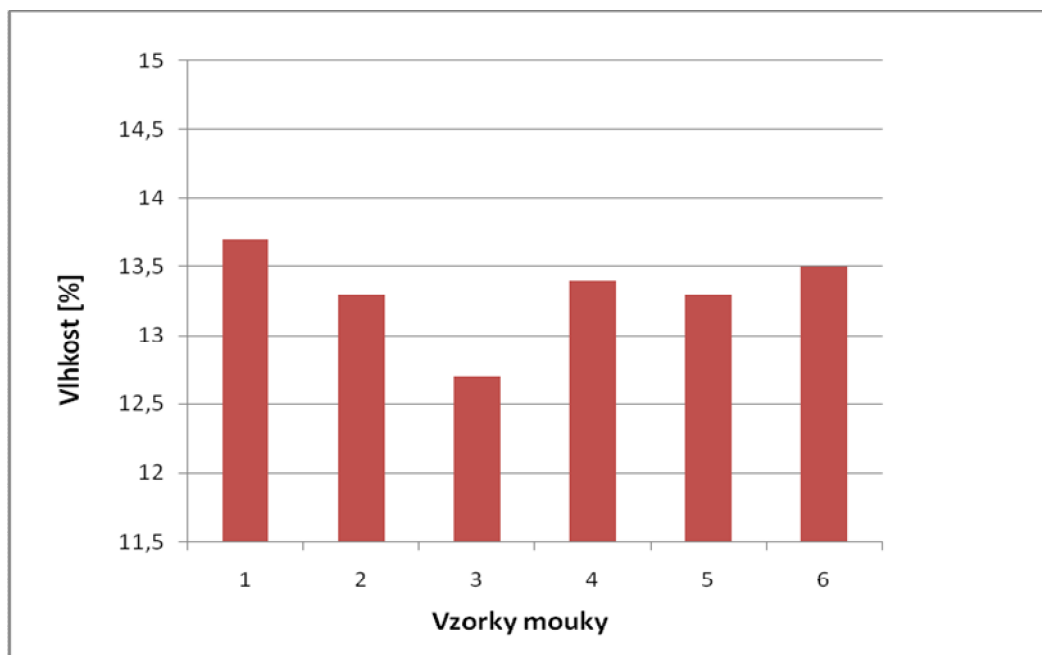
Vzorový výpočet:

Výpočet obsahu vlhkosti ve vzorku č. 1

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

$$v = \frac{36,2572 - 34,8896}{36,2572 - 26,2615} \cdot 100$$

$$v = 13,68 \cong 13,7 \text{ hmot. \% vody ve vzorku mouky}$$



Graf 1 Výsledky stanovení vlhkosti

Graf znázorňuje výsledné hodnoty stanovení vlhkosti. Vyhláška MZe říká, že maximální obsah vlhkosti (vody) v mouce je 15 % (44) a tento požadavek všechny zkoumané vzorky splňují. Nejnižší vlhkost má vzorek č. 3 – pšeničná mouka hrubá, 12,7 % a naopak nejvyšší obsah vody má vzorek č. 1 – pšeničná mouka hladká světlá, 13,7 %.

6.2 Výsledky stanovení kyselosti mouky

Metodika tohoto stanovení byla popsána v kapitole 5.2.2. V první řadě byla provedena standardizace odměrného roztoku hydroxidu sodného na jednotlivé navážky dihydrátu kyseliny šťavelové:

Výpočet navážky dihydrátu kyseliny šťavelové:

$$m_{(\text{COOH})_2} = F_{(\text{COOH})_2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot M_{(\text{COOH})_2} \quad [\text{g}]$$

$$m_{(\text{COOH})_2} = 0,5 \cdot 0,1 \cdot 0,025 \cdot 126,067$$

$$m_{(\text{COOH})_2} = 0,1576 \text{ g}$$

Výpočet přesné koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného:

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{F_{\text{NaOH}} \cdot m_{(\text{COOH})_2}}{M_{(\text{COOH})_2} \cdot V_{\text{NaOH}}} \quad [\text{mol/l}]$$

Tabulka 5 Hodnoty pro výpočet přesné koncentrace odměrného roztoku

Navážka $(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ [g]	Objem NaOH při titraci [ml]	Přesná konc. OR NaOH [mol/l]
$m_1 = 0,1576$	$V_1 = 24,00$	$c_1 = 0,1042$
$m_2 = 0,1570$	$V_2 = 24,00$	$c_2 = 0,1038$
$m_3 = 0,1564$	$V_3 = 24,10$	$c_3 = 0,1030$

Vzorový výpočet:

Výpočet přesné koncentrace OR NaOH pro navážku m_1 :

$$c_{1,\text{NaOH}} = \frac{F_{\text{NaOH}} \cdot m_{1,(\text{COOH})_2}}{M_{(\text{COOH})_2} \cdot V_{1,\text{NaOH}}} \quad [\text{mol/l}]$$

$$c_{1,\text{NaOH}} = \frac{2 \cdot 0,1576}{126,067 \cdot 0,024}$$

$$c_{1,\text{NaOH}} = 0,1042 \text{ mol/l}$$

Průměrná koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného je $c = 0,1037 \text{ mol/l}$ a faktor odměrného roztoku je $f = 1,037$.

Dále byla provedena titrace všech šesti vzorků mouky, každý vzorek dvakrát, odměrným roztokem hydroxidu sodného na indikátor fenolftalein. V Tabulce 5 jsou zaznamenány jednotlivé spotřeby OR NaOH (a), průměrné spotřeby obou titrací jednoho vzorku (\bar{a}) a hodnoty kyselostí mouk (x). V dalším sloupci jsou hodnoty sušin jednotlivých vzorků mouk, vycházejících z výsledků stanovení vlhkosti (kapitola 6.2.), potřebných k přepočtu kyselosti na sušinu mouky (S). V předposledním sloupci jsou hodnoty kyselostí, vztažených na sušinu mouky (x_S) a v posledním jsou uvedeny orientační hodnoty titračních kyselostí z Tabulky 2, sloužící k porovnání s výsledky mého stanovení.

Tabulka 6 Spotřeby odměrného roztoku a výsledky stanovení titrační kyselosti mouky

Číslo vzorku	a [ml]	Ø a [ml]	x [mmol/kg]	S [% (w/w)]	x_s [mmol/kg]	Titrační kyselost v sušině max. [mmol/kg]
1	2,6	2,55	26,44	86,3	30,64	60
	2,5					
2	1,95	2,00	20,74	86,7	23,92	45
	2,05					
3	1,55	1,53	15,81	87,3	18,11	40
	1,5					
4	4,6	4,63	47,96	86,6	55,38	60
	4,65					
5	3,55	3,53	36,55	86,7	42,16	70
	3,5					
6	3,3	3,30	34,22	86,5	39,56	90
	3,3					

Vzorové výpočty:

Výpočet titrační kyselosti vzorku mouky č. 1:

$$x = a \cdot c \cdot 100 \quad [\text{mmol/kg}]$$

$$x = 2,55 \cdot 0,1037 \cdot 100$$

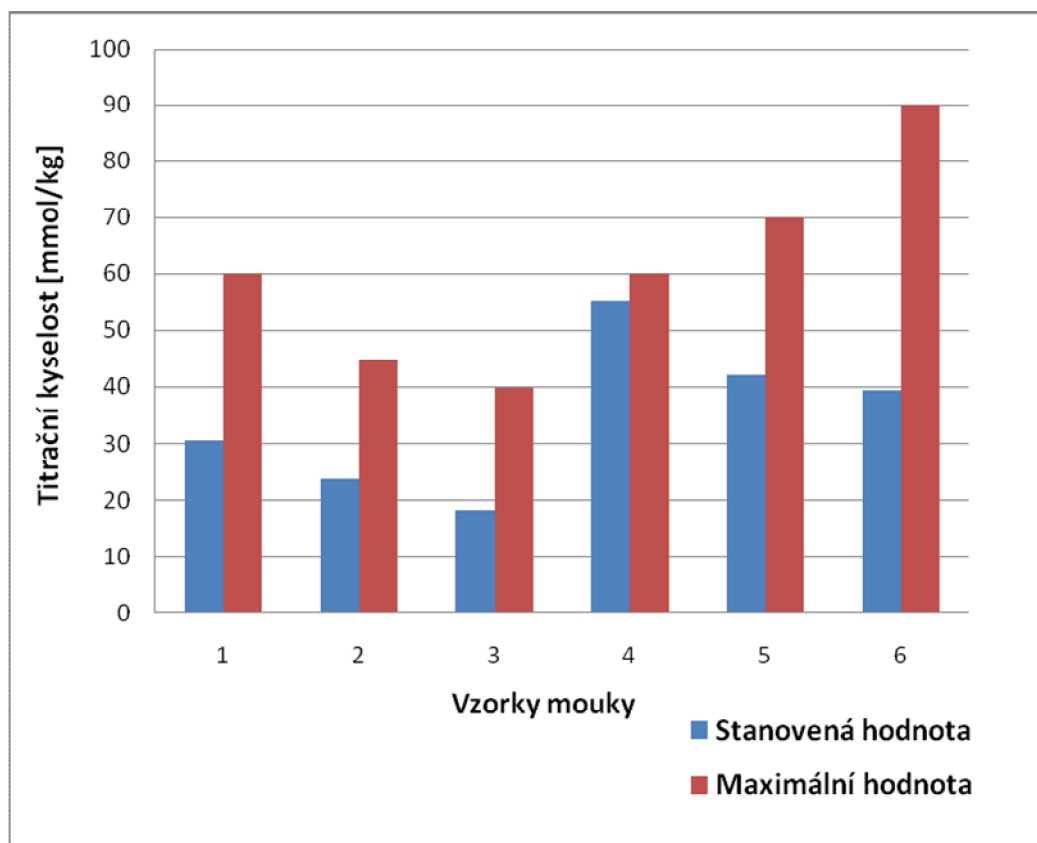
$$x = 26,44 \text{ mmol/kg}$$

Výpočet titrační kyselosti, přepočítané na sušinu vzorku mouky č. 1:

$$x_s = \frac{x}{S} \cdot 100 \quad [\text{mmol/kg}]$$

$$x_s = \frac{26,44}{86,3} \cdot 100$$

$$x_s = 30,64 \text{ mmol/kg}$$



Graf 2 Výsledky stanovení titrační kyselosti

V grafu jsou znázorněny hodnoty titračních kyselostí jednotlivých vzorků mouk. Modře jsou označeny hodnoty kyselostí, které byly laboratorně stanoveny a pro porovnání jsou do grafu přidány také orientační maximální hodnoty pro vybrané vzorky mouk (42). Nejnižší titrační kyselost byla stanovena u vzorku č. 3 – pšeničná mouka hrubá, 18,11 mmol/kg a nejvyšší kyselost měl vzorek mouky č. 4 – pšeničná mouka hladká chlebová, 55,38 mmol/kg.

6.3 Výsledky stanovení obsahu mokrého lepku

Stanovení obsahu mokrého lepku bylo popsáno v kapitole 5.2.3. Analýze byly podrobeny všechny vzorky mouk i přesto, že vzorky 5. (žitná mouka chlebová tmavá) a 6. (mouka žitná celozrnná) byly výrobcem deklarovány jako bezlepkové. V Tabulce 6 jsou zaznamenány hmotnosti vypraných kuliček – mokrého lepku (m_1), obsah lepku (w), hodnoty sušín jednotlivých vzorků mouk, získané ze stanovení vlhkosti mouky, potřebné k přepočtu obsahu mokrého lepku na sušinu mouky (w_1), příslušné hodnoty obsahu mokrého lepku v sušině daného vzorku mouky (w_s) a průměrná hodnota mokrého lepku

v sušině získaná ze dvou paralelních stanovení (\bar{w}_s). Poslední sloupec udává minimální orientační hodnoty obsahu mokrého lepku v sušině pro vybrané vzorky mouk podle Tabulky 2. (42) Stanovení prokázalo, že vzorky mouk 5. a 6. skutečně lepek neobsahují, kulička byla vyprána úplně celá, žádný lepek z ní nezůstal, tak jako u ostatních vzorků.

Tabulka 7 Výsledky stanovení obsahu mokrého lepku

Číslo vzorku	m_1 [g]	w [%]	w_1 [%]	w_s [% (w/w)]	\bar{w}_s [% (w/w)]	Obsah mokrého lepku v sušině min. [%]																																								
1	3,42	34,2	86,3	39,63	39,69	27																																								
	3,43	34,3		39,75			2	3,15	31,5	86,7	36,33	36,33	26	3,15	31,5	36,33	3	2,73	27,3	87,3	31,27	31,39	24	2,75	27,5	31,50	4	3,64	36,4	86,6	42,03	42,15	27	3,66	36,6	42,26	5	-	-	-	-	-	-	6	-	-
2	3,15	31,5	86,7	36,33	36,33	26																																								
	3,15	31,5		36,33			3	2,73	27,3	87,3	31,27	31,39	24	2,75	27,5	31,50	4	3,64	36,4	86,6	42,03	42,15	27	3,66	36,6	42,26	5	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-						
3	2,73	27,3	87,3	31,27	31,39	24																																								
	2,75	27,5		31,50			4	3,64	36,4	86,6	42,03	42,15	27	3,66	36,6	42,26	5	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-																
4	3,64	36,4	86,6	42,03	42,15	27																																								
	3,66	36,6		42,26			5	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-																										
5	-	-	-	-	-	-																																								
6	-	-	-	-	-	-																																								

Vzorové výpočty:

Výpočet obsahu mokrého lepku ve vzorku mouky č. 1:

$$w = \frac{m_1 \cdot 100}{10} \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

$$w = \frac{3,42 \cdot 100}{10}$$

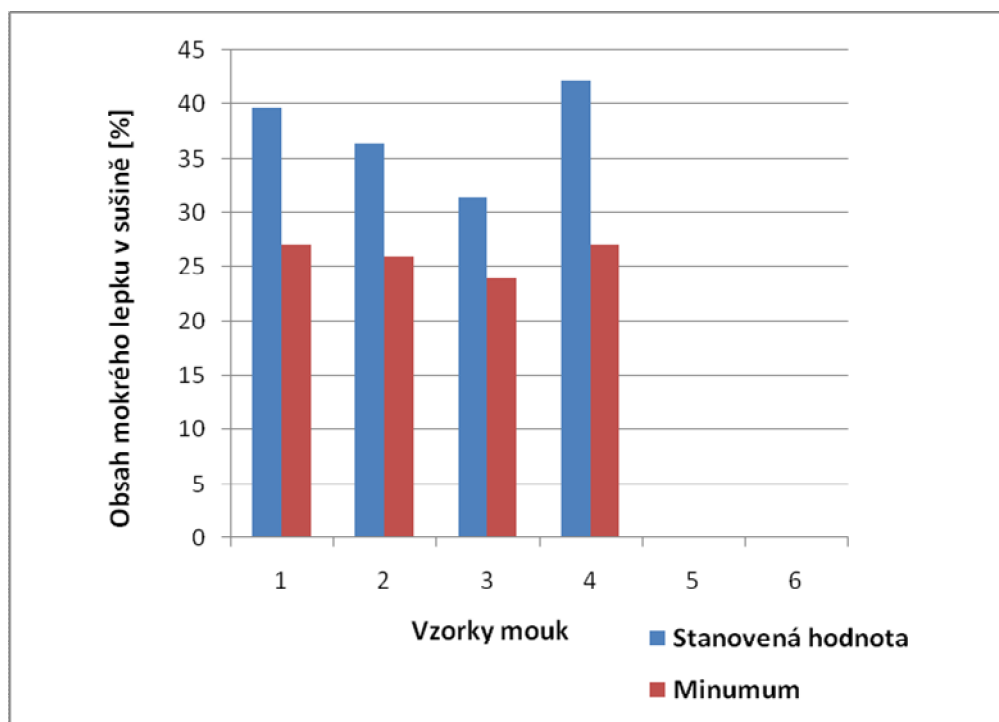
$w = 34,2$ hmot. % lepku ve vzorku mouky

Výpočet obsahu mokrého lepku v sušině vzorku mouky č. 1:

$$w_s = \frac{w}{\frac{w_1}{100}} \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

$$w_s = \frac{34,2}{\frac{86,3}{100}}$$

$w_s = 39,63$ hmot. % lepku v sušíně mouky



Graf 3 Výsledky stanovení obsahu mokrého lepku

Výsledky stanovení obsahu mokrého lepku jsou znázorněny v Grafu 3. Modrou barvou jsou označeny hodnoty mého stanovení lepku v sušíně vybraných vzorků mouk a červeně uvádím pro porovnání i orientační hodnoty. (42) U vzorků mouk č. 5 – žitná mouka chlebová tmavá a č. 6 – mouka žitná celozrnná jsou v grafu nulové hodnoty z důvodu, že zde nebyl vyprán žádný lepek. Nejméně lepku v sušíně obsahuje vzorek č. 3 – pšeničná mouka hrubá, 31,39 % a nejvíce vzorek č. 4 – pšeničná mouka hladká chlebová, 42,15 % Výsledky stanovení obsahu popelovin.

6.4 Výsledky stanovení popelovin

Metodika pro stanovení obsahu popelovin v mouce byla popsána v kapitole 5.2.4. Každý vzorek mouky byl analýze podroben dvakrát paralelně vedle sebe. V Tabulce 7 jsou uvedeny hmotnosti prázdných porcelánových kelímků (m_b), hmotnosti kelímků s navážkami

vzorků mouk (m_c), hmotnosti kelímků s popelem (m_a), vypočítané hodnoty obsahu popelovin (X), hodnoty obsahu popelovin v sušině mouky (Y) a průměrné hodnoty popelovin v sušině mouky, získané ze dvou paralelních stanovení. Pro přepočítání obsahu popelovin v sušině mouky byla jednotně pro všechny vzorky použita hodnota 85 % sušiny v mouce. Pro porovnání je rovněž uveden sloupec s maximálními orientačními hodnotami popelovin ve vybraných druzích mouk. Vyhláška se vztahuje pouze na mouky celozrnné, u kterých nesmí být překročen obsah 1,90 % popelovin v sušině.

Tabulka 8 Navážky a výsledky stanovení obsahu popelovin

Číslo vzorku	Číslo kelímku	m_b [g]	m_c [g]	m_a [g]	X [% (w/w)]	Y [% (w/w)]	\bar{Y} [% (w/w)]	Obsah popela v sušině max. [%]
1	4	28,7540	29,7574	28,7567	0,27	0,31	0,32	0,75
	XXX	31,3065	32,3086	31,3093	0,28	0,32		
2	7	28,7296	29,7217	28,7315	0,19	0,21	0,21	0,40
	XXVI	31,6128	32,6251	31,6146	0,18	0,21		
3	XXV	31,3589	32,3619	31,3602	0,13	0,15	0,11	0,45
	XXIX	31,8179	32,8240	31,8185	0,06	0,07		
4	XXVII	31,6959	32,6835	31,7007	0,49	0,57	0,59	0,70
	XIX	31,5663	32,5673	31,5716	0,53	0,61		
5	X	31,5495	32,5330	31,5545	0,51	0,59	0,61	0,93
	VI	42,3409	43,3369	42,3463	0,54	0,63		
6	XIV	42,7307	43,7318	42,7391	0,84	0,97	0,97	1,90
	XVI	45,0119	46,0100	45,0204	0,85	0,98		

Vzorové výpočty:

Výpočet obsahu popelovin ve vzorku mouky č. 1:

$$X = \frac{(m_a - m_b)}{m_c - m_b} \cdot 100 \quad [\% (w/w)]$$

$$X = \frac{(28,7567 - 28,7540)}{29,7574 - 28,7540} \cdot 100$$

$$X = \frac{0,0027}{1,0034} \cdot 100$$

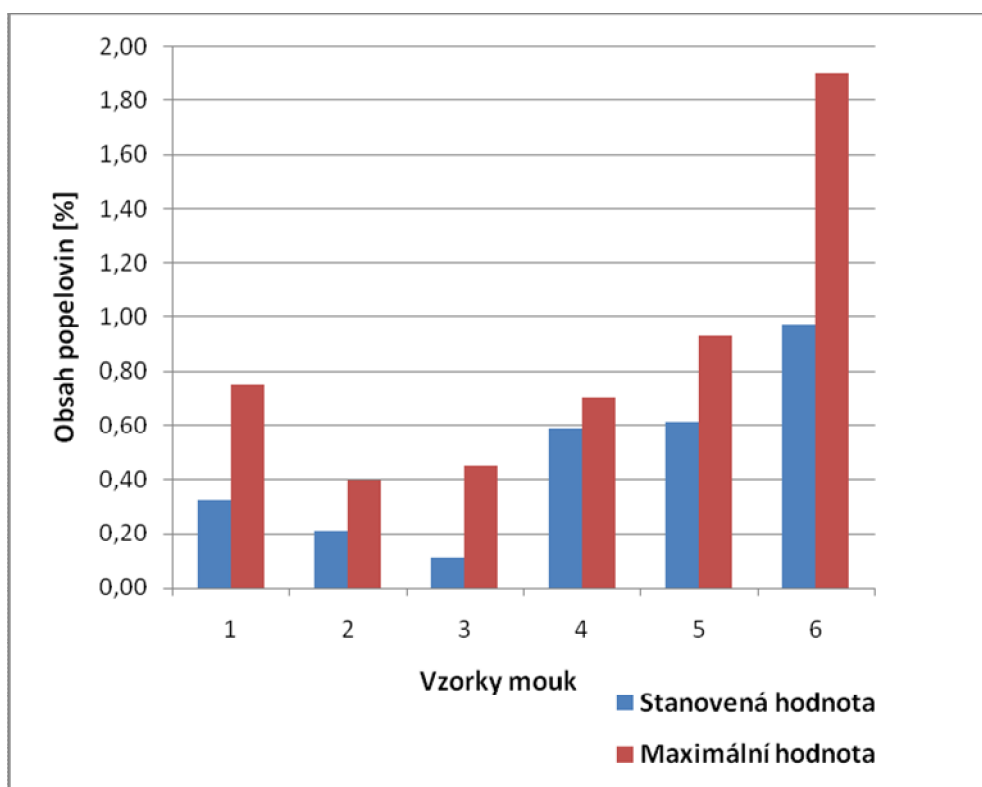
$X = 0,27$ popelovin ve vzorku mouky

Výpočet obsahu popelovin vztažený na sušinu vzorku mouky č. 1:

$$Y = \frac{X \cdot 100}{S} \quad [\% \text{ (w/w)}]$$

$$Y = \frac{0,27 \cdot 100}{85}$$

$Y = 0,32$ % popelovin v sušině mouky



Graf 4 Výsledky stanovení obsahu popelovin

Graf 4 znázorňuje výsledné hodnoty stanovení obsahu popelovin ve vybraných vzorcích mouk. Stejně jako tomu bylo v předchozích grafech, modrou barvou jsou označeny laboratorně stanovené hodnoty a červeně orientační hodnoty pro stanovení popelovin. (42) Všechny vzorky mouk vyhovují zmíněným orientačním hodnotám a obě mouky celozrnné rovněž splňují hodnotu stanovenou ve vyhlášce. Nejméně popelovin v sušině bylo stanoveno ve vzorku č. 3 – pšeničná mouka hrubá, 0,11 % a nejvyšší obsah popelovin má vzorek mouky č. 6 – mouka žitná celozrnná, 0,97 %.

ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci se zabývám obilovinami, které se zpracovávají pro pekařské účely, a to hlavně pšenici a žitem.

Teoretická část je souhrnem všeobecných poznatků o obilovinách, zahrnující jejich botanické zařazení, morfologickou stavbu a chemické složení obilného zrna, přehled jednotlivých druhů obilovin se zaměřením na pšenici a žito a mouky z nich vyrobené, mlynářskou technologii a všechny operace, kterým je zrna podrobena při zpracování na mouku a nakonec finální úpravy hotových mouk a stanovení jejich jakostních požadavků. V České republice je nejvíce využívanou obilovinou pro pekařské účely pšenice, z jejíž mouky je vyráběna převážná většina pečiva. V menší míře se pro výrobu používá i žitná mouka, jejíž směs s pšeničnou moukou tvoří základ tradičního pšenično-žitného chleba. Výrobky ze samotné žitné mouky nejsou tak obvyklé, jelikož mají horší pekařské vlastnosti. V posledních letech se na trhu objevují i výrobky z jiných druhů obilovin, určené pro osoby, trpící alergií na lepek a celiakií. Jsou to např. kukuřice, proso, pohanka a rýže. Tyto obiloviny mají srovnatelnou výživovou hodnotu, jako obiloviny obsahující lepek. Poptávka po těchto výrobcích je velká, avšak jejich dostupnost je dosti omezená a jejich cena v porovnání s běžnými pšeničnými a pšenično-žitnými produkty daleko vyšší.

Praktická část mé bakalářské práce je zaměřena na analytické ukazatele jakosti pekařských mouk, mezi které patří hlavně vlhkost, titrační kyselost, obsah mokrého lepku a obsah minerálních látek (popelovin). Analýze bylo podrobena šest vzorků mouk: pšeničná mouka hladká světlá, pšeničná mouka polohrubá, pšeničná mouka hrubá, pšeničná mouka hladká chlebová, žitná mouka chlebová tmavá a mouka žitná celozrnná. Mouky byly náhodně vybrány tak, aby byly typově odlišné a bylo tak u jednotlivých stanovení dosaženo rozdílných výsledků.

Jako první bylo provedeno stanovení vlhkosti kontrolní metodou. Vlhkost mouky má vliv na výtěžnost těst a výrobků, optimálně by se měla pohybovat mezi 14 až 15 %. Vyšší vlhkost, až hraničních 15 % udávaných dle vyhlášky MZe 182/2012 Sb., může komplikovat skladování mouky, s vyšší vlhkostí se zhoršují její sypné vlastnosti. Všechny vzorky mouk mají vlhkost pod hranicí 15 %. Nejnižší hodnota byla stanovena u mouky pšeničné hrubé (12,7 %) a nejvyšší u pšeničné mouky hladké světlé (13,7 %).

Další bylo provedeno stanovení titrační kyselosti. Kyselost mouky je způsobena hydrogenfosforečnany, dihydrogenfosforečnany a mastnými kyselinami, které se uvolňují enzymovým rozkladem tuků. Kyselost roste se stupněm vymletí mouky, se stářím mouky, s její vlhkostí a stoupající teplotou při skladování. Hodnoty kyselostí u všech druhů zkoumaných mouk byly nižší, než maximální orientační hodnoty. Nejnižší titrační kyselost byla stanovena u pšeničné mouky hrubé, 18,11 mmol/kg a nejvyšší kyselost měla pšeničná mouka hladká chlebová, 55,38 mmol/kg.

Jako následující bylo provedeno stanovení obsahu mokrého lepku. Bílkoviny pšeničné mouky – glutenin a gliadin, které jsou ve vodě nerozpustné, na sebe vážou vodu a vytvářejí tak lepek. Množství a kvalita lepku mají rozhodující význam pro pekařské hodnocení mouk. Naopak žitná bílkovina není schopna tvořit souvislý lepek, strukturu těsta tvoří žitné polysacharidy. Z toho důvodu nemohl být ze vzorků žitné mouky chlebové tmavé a mouky žitné celozrnné vyprán lepek. U všech vzorků pšeničných mouk byly orientační minimální hodnoty mokrého lepku překročeny. Nejméně lepku v sušině obsahuje pšeničná mouka hrubá, 31,39 % a nejvíce pšeničná mouka hladká chlebová, 42,15 %.

Praktickou část uzavírá stanovení obsahu popelovin. Obsah popela je jednoznačným ukazatelem, který mouku zařazuje do příslušného druhu a typu dle stupně vymletí. Pod pojmem popeloviny se rozumí obsah minerálních látek přenesených do mouky ze zrna, a to převážně z jeho obalových částí. Vyhláška MZe č. 182/2012 Sb. Udává maximální hodnotu pro všechny celozrnné mouky, a to 1,90 % popelovin. Žitné mouky obvykle mají vyšší obsah popelovin než pšeničné, což potvrzuje fakt, že nejvyšší hodnota byla stanovena u mouky žitné celozrnné, 0,97 %. Nejnižší obsah popelovin má pšeničná mouka hrubá, 0,11 %.

Provedená stanovení měla potvrdit, zda vybrané vzorky mouk, zakoupené v obchodním balení po 1 kg, běžně dostupné pro domácí spotřebu, mají kvalitu srovnatelnou s moukami pekařskými. Předmětem zkoumání byly pouze analytické ukazatele, avšak k objektivnímu stanovení kvality pekařských mouk je zapotřebí i znalost dalších parametrů, jako jsou číslo poklesu, vaznost, stabilita, energie a hodnoty farinogramu a extenzogramu. Stanovení těchto požadavků na jakost ovšem nebyla hlavní náplní práce. Na základě provedených analytických stanovení byla tedy v tomto ohledu kvalita jednotlivých druhů mouk potvrzena, protože všechny vzorky splňují požadavky kvality pekařských mouk, dané vyhláškou nebo hodnotami z Potravinářských tabulek.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) ZÁKLADNÍ ŠKOLA WALDORFSKÁ PARDUBICE, Gorkého 867. *Od zrna ke chlebu: Inovace produktu*. 2010 - 2011. [cit. 2013-05-08] Dostupné z: <http://www.waldorfpardubice.cz/objekty/soubory/p2.pdf>
- (2) HRABĚ, Jan, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005/2006. ISBN 80-731-8372-2.
- (3) KADLEC, Pavel. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 300 s. ISBN 80-708-0509-9.
- (4) BRACHTL, Václav. *Výroba a vlastnosti mouky*. In: *Jidelny.cz: Informační portál hromadného stravování* [online]. [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://www.jidelny.cz/show.aspx?id=82>
- (5) PŘÍHODA, Josef, Pavla HUMPOLÍKOVÁ a Dana NOVOTNÁ. *Základy pekárenské technologie*. Vyd. 1. Praha: Pekař a cukrář, 2003, 363 s. ISBN 80-902-9221-6.
- (6) MARTINEK, Václav. *Obiloviny a jejich využití ve výživě*. In: *Povětrník: Větrné mlýny v českých zemích* [online]. 4. 4. 2008 [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://www.povetrnik.cz/rs/view.php?cislocianku=2008040402>
- (7) ALTERA, Jiří a Libuše ALTEROVÁ. *Technologie: potravinář: 1. ročník SPŠ*. Vyd. 2. Praha: Svoboda Servis, 2005, 86 s. Edice odborných učebnic. ISBN 80-863-2045-6.
- (8) *Obilniny: Pšenice obecná*. In: SOŠS A SOU KADAŇ. [online]. [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:j3YP4w xNMJ:biologie.amoskadan.cz>
- (9) *Farma Dryák*. [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://www.farmadryak.cz/polni-vyroba/psenice>
- (10) *Mlýn u Veselých*. [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: http://www.mlyn-uveselych.cz/getattachment/03b67841-3e98-4af2-9f37-d90c0d174263f/skladba_zrna_72.aspx
- (11) *Obilniny: Žito (ozimé) seté*. In: SOŠS A SOU KADAŇ. [online]. [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:wAfif3TQ57gJ:biologie.amoskadan>

- (12) BRAUN, Vladimír. Vebrovo: exkurze po oblastech mých zájmů. [online]. 2008 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://vebr.webnode.cz/palenky/>
- (13) Obilniny: Ječmen setý. In: SOSŠ A SOU KADAŇ. [online]. [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:ZI1lDrwTYsJ:biologie.amoskadan>
- (14) SLUNEČNICE České Budějovice. [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://www.slunecnice-cb.cz/slunecnice-cb/7-O-LECIVYCH-POTRAVINACH/25-JECMEN>
- (15) Skripta ČZÚ. [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=4&idkapitola=117
- (16) Obilniny: Oves setý. In: SOSŠ A SOU KADAŇ. [online]. [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Xfhtv9JoJ:biologie.amoskadan.cz>
- (17) Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/ryze.htm>
- (18) SUCHÁNKOVÁ, Jitka. Rýže v naší stravě. In: Zdravě.cz [online]. [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://zdrava-vyziva.zdrave.cz/ryze-v-nasi-strave/>
- (19) Obilniny: Kukuřice. In: [online]. [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Q_p-v2p4YJ:biologie.amoskadan.cz
- (20) Wikipedie Otevřená encyklopedie. [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Proso>
- (21) KUS-KUS: Zdravé občerstvení v BIO stylu. VÁLEK, Robin. [online]. 2010 [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: http://www.kus-kus.cz/cs/N%C4%9Bco_nav%C3%ADc
- (22) KULOVANÁ, Eliška. Možnosti využití tritikale. In: Agroweb: Internetový zemědělský portál [online]. [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: http://www.agroweb.cz/Moznosti-vyuziti-tritikale__s44x10481.html
- (23) Pohankový mlýn Šmajstrla. [online]. [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: <http://www.pohankovymlyn.com/pohanka.php>
- (24) Žena.cz. [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://recepty.centrum.cz/varime/2006/11/20/clanky/pohanka-zdrave-jidlo-nasich-babicek/>
- (25) HAMPL, Jan. Cereální chemie a technologie. 1. vyd. Praha: SNTL, 1970, 400 s.

- (26) SZEMES, Vojtech a Reinhold MAINITZ. *Technológia pekárskej výroby: odborná učebnica*. 1. vyd. Bratislava: Cech pekárov a cukrárov regionu západného Slovenska, 1999. ISBN 978-809-863-66-42.
- (27) PŘÍHODA, Josef, Pavel SKŘIVAN a Marie HRUŠKOVÁ. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Vyd. 1. Praha: VŠCHT, 2003, 202 s. ISBN 80-708-0530-7.
- (28) Springer Link. [online]. [cit. 2013-02-11]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11224-009-9441-0>
- (29) VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin. Rozš.a přeprac.* 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, 623 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- (30) WiseGEEK: Clearanswersforcommonquestions. [online]. [cit. 2013-02-11]. Dostupné z: <http://www.wisegeek.com/what-is-gluten.htm>
- (31) Bezgluten: Nová kvalita života. [online]. [cit. 2013-02-11]. Dostupné z: <http://www.bezgluten.cz/slovník/alergie-na-lepek.html>
- (32) ŠÁCHA, Pavel. Celiakie. In: *Celostnimedicina.cz: Informační server o zdraví z pohledu celostní, přírodní, alternativní medicíny* [online]. 2004 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.celostnimedicina.cz/celiakie.htm?gclid=CMbt0JaAsbYCFQK-zAodSSoAlw#ixzz2PUtYJXla>
- (33) KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie cereálií*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 978-80-7157-811-62008.
- (34) Vyznáte se v mouce?. In: *IReceptář.cz: Nový tip každý den* [online]. 2013 [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/vareni-a-recepty/vyznate-se-v-mouce/>
- (35) BRACHTL, Václav. *Druhy mouky, její hodnocení a skladování*. In: *Jidelny.cz: Informační portál hromadného stravování* [online]. 2002 - 2013 [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: <http://www.jidelny.cz/show.aspx?id=90>
- (36) *Typy mouky*. In: *Domácí pekárny* [online]. 2005 - 2011 [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: http://www.pekarny.unas.cz/typy_mouky1.html
- (37) "Pixabay". [online]. [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: http://pixabay.com/static/uploads/photo/2011/08/17/12/29/spike-8740_640.jpg?i
- (38) "Pixabay". [online]. [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: 38 http://pixabay.com/static/uploads/photo/2011/08/17/12/48/spike-8758_640.jpg?i

- (39) Mlynářství. In: Lecyklopaedia [online]. [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://leccos.com/index.php/clanky/mlynarstvi>
- (40) KOZLER, David. Elektroskanzen Čechův mlýn ve Šlovicích. [online]. [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://www.elektroskanzen-slovice.cz/index.htm>
- (41) SKOUPIL, Jan a Zdeňka LECJAKSOVÁ. Chemické kontrolní metody pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mouky. 1. vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, n. p., 1988, 279 s.
- (42) ŽÁČEK, Zdeněk a Aleš ŽÁČEK. Potravinářské tabulky. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1994, 484 s. ISBN 80-042-4474-2.
- (43) Situační a výhledová zpráva: Praha: Ministerstvo zemědělství, 2012. ISBN 978-80-7434-055-0.
Dostupné z: http://eagricz/public/web/file/186420/SVZ_obilí_final_2012pdf
- (44) Česká republika. Vyhláška č. 182/2012 Sb. In: Sbíрка zákonů. Praha 4: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o., 2012, roč. 2012, 64, s. 2658-2664. ISSN 1211-1244.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

př. n. l.	před našim letopočtem
apod.	a podobně
mil.	milion
ha.	hektar
EU	Evropská unie
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
MZe	Ministerstvo zemědělství
tis.	tisíc
USA	Spojené státy americké
min.	minimum
mmol/kg	milimol na kilogram
DMT	datum minimální trvanlivosti
°C	stupeň Celsia
% (w/w)	hmotnostní procento
mol/l	mol na litr
ml	mililitr
tzv.	takzvaný
aj.	a jiné
cm	centimetr
kg	kilogram
č.	číslo
max.	maximum
např.	například

tj.	to je
viz.	odkaz na jinou stránku
cm ²	centimetr čtverečný
g	gram
μm	mikrometr

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Stavba obilného zrna (10).....	19
Obrázek 2 Pšenice obecná (37).....	32
Obrázek 3 Žito seté (38)	33

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Porovnání produkce obilovin v ČR (43).....	15
Tabulka 2 Chemické požadavky na mouku (42)	45
Tabulka 3 Vzorčky mouky pro analýzu.....	46
Tabulka 4 Navážky a výsledky stanovení vlhkosti.....	53
Tabulka 5 Hodnoty pro výpočet přesné koncentrace odměrného roztoku.....	55
Tabulka 6 Spotřeby odměrného roztoku a výsledky stanovení titrační	56
Tabulka 7 Výsledky stanovení obsahu mokrého lepku	58
Tabulka 8 Navážky a výsledky stanovení obsahu popelovin.....	60

SEZNAM PŘÍLOH

Graf 1 Výsledky stanovení vlhkosti	54
Graf 2 Výsledky stanovení titrační kyselosti	57
Graf 3 Výsledky stanovení obsahu mokrého lepku	59
Graf 4 Výsledky stanovení obsahu popelovin	61