

# Výroba mouky a faktory ovlivňující jakost mouky

Eva Štulířová, Dis.

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav analýzy a chemie potravin  
akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva ŠTULÍŘOVÁ, DiS.**  
Osobní číslo: **T09214**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Výroba mouky a faktory ovlivňující jakost mouky**

Zásady pro vypracování:

1. Technologie skladování a příprava zrna k mletí
2. Druhy a typy mouk
3. Chemické složení mouky
4. Faktory ovlivňující jakost mouky

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. **KADLEC, P. a kol. Technologie potravin, 1. vydání, VŠCHT, Praha 2007**
2. **KUČEROVÁ, J. Technologie cereálií, 1. vydání, MENDELU, Brno 2004**
3. **HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. Technologie výroby potravin rostlinného původu, 1. vydání, UTB, Zlín 2007**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Václav Brachtl**  
Bzenec

Datum zadání bakalářské práce:

**6. ledna 2012**

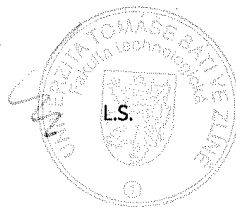
Termín odevzdání bakalářské práce:

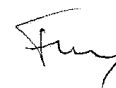
**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*





doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

---

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

- (1) Vysoká škola 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřena na cereálie, výrobu mouky a faktory ovlivňující její jakost. V úvodu je popsán význam cereálie z hlediska nutričního, chemického složení i jednotlivé druhy cereálií.

V další části jsem se zabývala samotnou výrobou mouky z pšenice, hlavními technologickými postupy a definovala vybrané faktory, které ovlivňují jakost mouky.

Klíčová slova: cereálie, obilí, mouka, pšenice

## **ABSTRACT**

The thesis is focused on the production of cereals, flour and factors affecting its quality. The introduction describes the importance of cereals in terms of nutrition, chemical composition and different kinds of cereals.

In the part I dealt with the actual production of wheat flour, the main technological processes defined and selected factors that influence the quality of flour.

Keywords: cereal, grain, flour, wheat

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavu Brachtlovi, za odborné vedení, cenné rady a připomínky, kterými mi pomáhal při zpracování mé bakalářské práce. Také děkuji své rodině za jejich morální podporu.

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

# OBSAH

<b>OBSAH .....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>1 CEREÁLIE.....</b>	<b>12</b>
1.1 OBILOVINY Z POHLEDU VÝŽIVY .....	13
1.2 HISTORIE OBILOVIN .....	14
1.3 NEJVÝZNAMNĚJŠÍ OBILOVINY .....	14
1.3.1 Pšenice.....	14
1.3.2 Ječmen.....	16
1.3.3 Žito .....	17
1.3.4 Oves.....	17
1.3.5 Kukuřice.....	18
1.3.6 Proso.....	19
1.3.7 Pohanka .....	19
1.3.8 Rýže.....	19
1.4 ANATOMICKÁ STAVBA OBILNÉHO ZRNA .....	21
1.5 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILNÉHO ZRNA .....	23
1.5.1 Voda .....	23
1.5.2 Sacharidy.....	23
1.5.2.1 Monosacharidy.....	23
1.5.2.2 Disacharidy .....	23
1.5.2.3 Škrob .....	23
1.5.2.4 Neškrobové polysacharidy .....	24
1.5.3 Dusíkaté látky.....	24
1.5.3.1 Lepek.....	25
1.5.4 Lipidy obilovin.....	26
1.5.5 Další látky .....	27
1.5.5.1 Minerální látky .....	27
1.5.5.2 Vitamíny.....	27
1.5.5.3 Biologicky významné látky.....	27
<b>2 MLÝNSKÁ TECHNOLOGIE.....</b>	<b>28</b>
2.1 VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ, .....	28
2.2 HISTORIE MLYNÁŘSTVÍ.....	29
2.3 OBILNÍ MASA A JEJÍ VLASTNOSTI .....	30
2.3.1 Fyzikální vlastnosti obilné masy .....	30
2.3.2 Biologické vlastnosti obilné masy.....	30
2.3.3 Mikroflóra a samozahřívání obilí.....	31
2.4 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI OBILÍ.....	31
2.5 POSKLIZŇOVÁ ÚPRAVA.....	31
2.5.1.1 Čištění a třídění obilovin.....	32
2.5.1.2 Sušení .....	32
<b>3 TECHNOLOGIE SKLADOVÁNÍ.....</b>	<b>33</b>



3.1	KONTROLA SKLADOVANÉHO OBILÍ .....	36
3.2	CHARAKTERISTIKA SKLADŮ .....	37
3.2.1	Technologické požadavky na sklady a jejich zařízení .....	38
3.3	SKLADIŠTNÍ ŠKŮDCI.....	39
3.3.1	Hlavní druhy roztočů a škodlivého hmyzu .....	39
3.3.1.1	Roztoči .....	39
3.3.1.2	Hmyz .....	39
3.3.1.3	Brouci .....	39
3.3.1.4	Motýli .....	39
<b>4</b>	<b>TECHNOLOGIE MLYNÁŘSTVÍ.....</b>	<b>40</b>
4.1	HISTORIE.....	40
4.2	PŘÍPRAVA OBILÍ PRO MLETÍ.....	40
4.2.1	Sestavení směsi a zámel .....	40
4.2.2	Čištění, praní, třídění obilí.....	40
4.2.3	Kondicionování – hydrotermická úprava.....	41
4.3	MLETÍ OBILÍ .....	42
4.3.1	Mletí obilného zrna .....	42
4.3.2	Třídění meliva .....	44
4.3.3	Čištění krupic a krupiček.....	44
4.4	MLETÍ PŠENICE A ŽITA.....	45
4.4.1	Mletí pšenice .....	45
4.4.1.1	Šrotování .....	46
4.4.1.2	Luštění krupic.....	46
4.4.1.3	Vymílání.....	46
4.4.2	Mletí žita .....	47
4.4.3	Hodnocení výsledků mletí.....	47
4.5	PŘÍPRAVA, VLASTNOSTI A SKLADOVÁNÍ MOUKY .....	47
4.5.1	Míchání mouky .....	47
4.5.2	Skladování mouky.....	48
4.5.3	Odležení mouky .....	49
4.6	CHEMICKÉ SLOŽENÍ MOUKY .....	50
<b>5</b>	<b>OBCHODNÍ DRUHY MOUK.....</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ JAKOST MOUKY .....</b>	<b>54</b>
6.1	SMYSLOVÉ HODNOCENÍ MOUK .....	54
6.2	VLHKOST .....	54
6.3	STANOVENÍ POPELA V MOUCE.....	55
6.4	KYSELOST MOUKY .....	55
6.5	SACHARIDO-AMYLÁZOVÝ KOMPLEX .....	56
6.5.1.1	Stanovení sacharido-amylázového komplexu Schoorlovou a Bertrandovou metodou.....	56
6.5.1.2	Stanovení Schoorlovou metodou .....	56
6.5.1.3	Stanovení Bertrandovou metodou.....	57
6.6	BÍLKOVINO-PROTEINÁZOVÝ KOMPLEX .....	57

6.6.1	Celkový obsah dusíkatých látek mouce .....	58
6.6.2	Spektrometrie v blízké infračervené oblasti (NIR) .....	59
6.7	VAZNOST MOUKY .....	59
6.8	LEPEK A JEHO VLASTNOSTI .....	59
6.8.1	Stanovení lepku provozní metodou .....	60
6.8.2	Bobtnavost lepku .....	60
6.8.3	Pružnost lepku .....	60
6.8.4	Tažnost lepku .....	61
6.8.5	Sedimentační test podle Zelenyho .....	61
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>70</b>

## ÚVOD

Výroba mouky a mlynářství prošlo dlouhým vývojem, než dosáhlo současného stavu. Obiloviny jsou z hlediska národního hospodářství nejvýznamnější skupinou plodin. Jsou základní a nepostradatelnou složkou lidské výživy, výživy hospodářských zvířat a důležitou surovinou v potravinářském průmyslu.

Cereální výrobky jsou významnou složkou představující asi 35 % denní energetické potřeby, 35,4 % bílkovin, 10,1 % tuků a 56,1 % sacharidů. Nejdůležitější obilovinou na výrobu chleba je pšenice, celospolečenským požadavkem je zabezpečení nejjakostnějšího obilí pro zpracování na lidskou výživu.

Obiloviny si udržely v průběhu tisíciletí výlučné postavení základní potraviny. Jejich hlavní druhy jsou především chlebové obiloviny, pšenice a žito, dále ječmen, kukuřice, rýže, oves, pohanka.

Největší podíl z vypěstovaných obilovin tvoří pšenice, jejichž hlavní produkční oblastí jsou středozápad USA, Kanada, Argentina, Austrálie a Evropa [1].

## 1 CEREÁLIE

Pro lidskou výživu se přímo bez chemického zpracování používá z obilovin výhradně zrno. Obiloviny patří botanicky mezi traviny (*Gramineae*). Téměř všechny známé obiloviny patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Výjimku tvoří pohanka, patří do čeledi rdesnovité (*Polygonaceae*). V posledních letech se také začala uplatňovat další semena např. amarant, patřící do čeledi amaranthovité (*Amaranthaceae*) [1].

Společný botanický původ obilovin čeledi lipnicovité předurčuje jejich značnou podobnost jak ve struktuře a tvorbě zrn, tak v chemickém složení, tj. např. uspořádání obalových a podobalových vrstev zrna nebo v zastoupení jednotlivých aminokyselin v obilné bílkovině nebo mastných kyselin v tukových složkách [2].

Obiloviny jsou v první řadě sacharidovou potravinou, protože obsahují 60 – 70 % škrob, dále se nacházejí bílkoviny (8-13%), tuky (1-5%), vitamíny (nejvíce vitamín skupiny B), minerální látky a vláknina [3].

Pšenice je základní pekárenskou obilovinou a o jejím nesmírném významu není jistě pochyb, lze ji označit za strategickou surovinu a světově nejrozšířenější obilovinu [1].

Rod pšenice (*Triticum*) tvoří asi 8 druhů, z nichž produkčně jsou využívány :

- Pšenice obecná (*Triticum aestivum*), široce rozšířená, ze které bylo vyšlechtěno velké množství odrůd, používaných převážně v pekařské výrobě.
- Pšenice tvrdá (*Triticum durum*), používaná k výrobě těstovin a pěstovaná jen v příznivých, převážně vnitrozemských oblastech.
- Pšenice špalda (*Triticum spelta*), má pluchaté zrno, využívána jen místně, nyní hlavně v alternativním zemědělství pro speciální výrobky [4].

## 1.1 Obiloviny z pohledu výživy

Potrava, kterou přijímáme, podmiňuje nejen naše zdraví, ale i naše chování, náladu či pohodu. Všechny buňky našeho těla se neustále tvoří z jednotlivých složek přijímané potravy a kvalita těchto buněk závisí na kvalitě konzumovaného jídla. Tuto kvalitu posuzujeme podle obsahu živin obsažených v potravě a biologické hodnotě potravin. Živiny dodávající energii jsou cukry, tuky, bílkoviny. Živiny nedávající energii jsou minerální látky, vitamíny, vláknina, stopové prvky a voda. Škodlivé látky jsou těžké kovy (olovo, kadmium, rtuť, arsen), antibiotika, barviva, konzervační látky, nitráty aj. Biologická hodnota závisí na stupni ponechání v přírodním stavu a době, která uplynula od sklizně. Snižuje ji stupeň zpracování, tepelné zpracování, způsob skladování nebo použitá konečná úprava před servírováním. V dnešní době je důležité, aby rafinované potraviny (z bílé mouky nebo bílého cukru tj. zbavené vlákniny) byli nahrazeny nebo doplněny výrobky a vyšším obsahem hrubé vlákniny. Cennými zdroji jsou právě cereální výrobky, zejména otruby, celozrnný chleba, pečivo, obilné klíčky, vločky nebo těstoviny z celozrnných mouk [4].

Většina cereálních výrobků je však vyráběna ze zušlechtěných a rafinovaných surovin, to znamená, že vnější část zrna (otruby a klíček) jsou při semílání odstraněna. Zbytek zrna je zpracován na bílou mouku. Při tomto zpracování dochází k podstatným ztrátám výživných složek, ty jsou obsaženy právě nejvíce v klíčcích a otrubách [5].

Vláknina se vyskytuje v naprosté většině potravin rostlinného původu. Jako významné zdroje se uplatňují zejména obiloviny, luštěniny, ovoce, brambory, celozrnný chléb a pečivo a jiné. Termínem vláknina se označuje ta část stravy, která se nerozkládá enzymy trávicího ústrojí člověka. Nejčastěji se do skupiny vláknin zařazuje celulóza, pektin, pentozany, hemicelulóza,  $\beta$  – glukany, rezistentní škroby, chinin a lignin. Vláknina má hlavně funkci ochrannou. Působí v prevenci řady neinfekčních onemocnění hromadného výskytu, například rakoviny tlustého střeva jiných nádorů, onemocnění srdce a cév, cukrovky, obezity, chronické zácpy, onemocnění trávicího a zažívacího ústrojí, snižuje vstřebávání cholesterolu. Je zdrojem živin a vytváří vhodné prostředí pro růst prospěšných bakterií v tlustém střevě, které potlačují růst hnilobných bakterií [6].

Obsah vitaminů je v obilovinách nízký v porovnání s živočišnými zdroji. I přesto je lze považovat za zdroj vitaminů skupiny B. Tiamin (B1) a riboflavin (B2) se vyskytují v obilových vrstvách většiny obilovin a v klíčcích [7].

Obiloviny také obsahují v malém množství i minerální látky a v minimálních množstvích i některé další látky jako kyselinu fytovou [7].

Z dalších vitaminů a minerálů jsou obiloviny bohatým zdrojem hlavně vitamínu E, který je důležitým antioxidantem, vápníku, železa, hořčíku, zinku a fosforu [7].

## 1.2 Historie obilovin

Obiloviny (cereálie) jsou součástí naší stravy více než 12 tisíc let. Do Evropy se dostaly z oblasti jihozápadní Asie a Středomoří. V dávné minulosti lidé neznali důležité látky, které obiloviny obsahovaly a vnímali jejich pozitivní účinek na organismus jen tak, že při konzumaci zabránili pocitu hladu [15].

Obilniny se zpracovávaly na chléb, koláče a pivo. Byly tedy životně důležitou plodinou. Byly základní složkou potravy, zároveň sloužily i jako "platidlo" ve výměnném obchodu. Vysocí hodnostáři i prostí občané byli často odměňováni právě obilím. Ve městech i na venkově se běžně jako platidlo používal chléb a džbány piva. Obilniny byly nezastupitelné i ve výměnném obchodu se sousedními národy, neboť měly vynikající pověst pro svou kvalitu a vysokou výnosnost. Egypt se díky nim proslavil v celém antickém světě a stal se obilnicí Říma.

I naši předkové hojně využívali všech přírodních darů. Jejich potrava byla stejně masitá jako rostlinná. Z obilí pekli placky a vařili kaši, maso opékali na rožni nebo vařili v nádobách nad ohněm či v koženém měchu [18].

## 1.3 Nejvýznamnější obiloviny

### 1.3.1 Pšenice

Za původní zemi, kde byla pšenice pěstována, považujeme území Přední a Malé Asie. Začátky pěstování souvisí se vznikem polního hospodářství v 10. – 8. tisíciletí před n. l. Archeologické nálezy z tohoto období dokazují pěstování pšenice jednozrné a dvouzrné. V 6. století před n. l. se začala pěstovat pšenice setá a pšenice špaldová [21].

Pšenice je dominantní obilovinou v řadě zemí světa, včetně ČR. Taxonomicky je řazena k rodu *Triticum*, pěstuje se v mnoha odrůdách, přičemž komerčně nejdůležitější je *Triticum aestivum* (pšenice setá) subspecies *vulgare* a tvrdá pšenice *Triticum durum*, která se používá téměř výhradně pro výrobu těstovin. Pšenice setá má nelámaný klas, bezosinatý i osinatý, různě hustý [19].

Plevy a pluchy jsou vejčité nebo podlouhle vejčité se zřetelným kylem, obilky nahé, buclaté na průřezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protější straně ochmýřené. Z botanického hlediska se člení druh *T. aestivum* na čtyři variety podle barvy a osinatosti klasů. Pšenice seta má ozimou i jarní formu [19].

V ČR se více pěstuje forma ozimá (cca 94 % ploch). Podíl pšenice na produkci všech obilovin má dlouhodobě vzrůstající tendenci. V roce 2001 se pšenice (jarní i ozimá) podílela na celkové produkci obilovin již 57 % [19].

Obr. 1 Pšenice obecná [50]

### 1.3.2 Ječmen

Kulturní ječmen je jednoletá (některé plané druhy jsou víceleté) jarní nebo ozimá obilnina. Patří mezi nejstarší zemědělské plodiny. Mnoho starověkých národů, například Egypt, Řím, Řecko, Indie, Čína atd. pěstovalo ječmen nejen jako potravinu (hlavně pro ječnou kaši), ale vařilo se z něho i pivo. Ječný odvar posiloval gladiátory při sportovních kláních, užíval se jako náhradní výživa pro kojence i jako posilující prostředek pro rekonvalescenty a těžce nemocné. Na naše území přinesly ječmen stěhovavé národy z jihozápadní Asie asi před pěti tisíci lety. Postupem času byl v Evropě ječmen ze stravy vytěsněn lépe vypadající pšenicí. V naší republice se dnes většina vypěstovaného ječmene používá ke krmným účelům a nejkvalitnější část produkce (asi 30% jarních ječmenů) slouží k výrobě sladu. Ječmen má podobné složení jako pšenice, na rozdíl od pšenice však obsahuje méně glutenu (pečivo z ječné mouky je proto hutnější a těžší). Zrna ječmene obsahují látky s protirakovinným působením. Ječmen není chlebovinou, obsahuje málo lepku. Je tedy vhodný pro jedince s alergickou reakcí na bílkovinu lepku trpící tzv. celiakálií (chronické onemocnění sliznice tenkého střeva) [22].

Ječmen se pěstuje ve dvou odrůdách – víceřadový a dvojřadový. Obilky ječmenu se liší od pšenice prodlouženým tvarem a také tím, že jejich plevy se při mlácení neoddělují, ale zůstávají srostené s obilkou. Bílkoviny ječmene obsahují malá množství tryptofanu a lyzinu. Vysokou výživovou hodnotu má naklíčený ječmen (slad, který obsahuje vitamíny sk. B a vitamín E). Ječmen se používá na výrobu krup, kroup, mouky, vloček a ječmené kávy [3].



### 1.3.3 Žito

Žito (*Secale*) je rod jednoděložných rostlin z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) s přibližně 12 druhy. Dnešní kulturní žito patří do druhu *Secale cereale* L. – žito seté. Vedle ozimých odrůd žita jsou i jarní žita, která se u nás již nepěstují. Rostlina se skládá z klasu, stébla a kořenu [23].

Žito seté (*Secale cereale* L.) je naší tradiční obilovinou využívanou pro potravinářské, pivní, krmivářské, technické (bioetanol) a farmaceutické (námel) účely. Žito se ve světě pěstuje v ozimní i jarní formě. V ČR se pěstuje pouze ozimá forma [19].

Nutriční hodnota žitného zrna je velmi dobrá. Zvláště cenný je vysoký obsah vitamínu B a vlákniny, pestrá škála minerálií, především obsah železa, draslíku, fosforu a fluoru. Žitné zrna obsahuje lepek a nehodí se pro bezlepkovou dietu [17].

### 1.3.4 Oves

Oves pochází z východní Evropy. V mírném podnebném pásmu patří k nejdůležitějším druhům obilovin. Pěstuje se v mnoha formách, u nás je známý oves s pluchatý a oves bezpluchatý. Oves má již po staletí velký význam v lidské výživě. Germánští bojovníci nazývali ovesnou kaši pokrmem bohů a vařili ji před bojovými taženími [17].

Oves setý je jednoletá rostlina. Je jarního i ozimého charakteru. Oves je vysoký 60–120 cm. Kořeny jsou mohutné [3].

Ovesné zrna má vysokou výživovou hodnotu. Má vysoký obsah bílkovin a „pomalých“ sacharidů a obsahuje také vyšší nenasycené mastné kyseliny. Z vitamínů je cenný obsah vitamínů sk. B a kyseliny panthotenové, z minerálních látek pak obsah hořčíku, fosforu a draslíku. Blahodárný vliv na lidský organismus má vláknina. Oves a ovesné produkty jsou vhodné pro děti, mládež, těžce pracující, sportovce i seniory. Oves obsahuje lepek [17].

Účinnou složkou snižující cholesterol, která přitahuje největší pozornost, je v ovsu specifická vláknina – betaglukan. [16]

### 1.3.5 Kukuřice

Kukuřice patří do čeledi lipnicovité skupiny Maydeae. Hospodářsky je využívána řada convariet , obecná -indurata, koňský zub identata syn. dentiformis, pukancová - everta syn. microsperma, cukrová -saccharata, škrobnatá - amylacea, vosková - ceratina a plevnatá - tunicata. Největší význam z hospodářského hlediska má kukuřice koňský zub, kukuřice obecná (tvrdá) a kukuřice polozubovitá. Historie pěstování kukuřice jako kulturní plodiny je stará déle než 5 600 let. Z původní vlasti Jižní Ameriky se do Evropy dostala koncem 15. století a do střední Evropy se rozšířila z Balkánu. Kukuřice je druhou nejrozšířenější plodinou na světě. V Čechách má krátkou historii pěstování [24].

Tato jedinečná obilovina obsahuje pět karotenoidů : betakaroten, alfakarotn, betakryptoxantin, lutein a zeaxantin. Na rozdíl od bílé kukuřice se tyto karotenoidy vyskytují ve větším množství jen ve žluté odrůdě [3].



Obr. 2 Kukuřice [51]

### 1.3.6 Proso

Proso se u nás pěstuje zřídka. Zrno je kulaté a různobarevné. Má velmi mnoho odrůd. Energetickou a biologickou hodnotou se vyrovná pšenici. Je vhodné na přípravu kaší a krajových jídel. Proso je původem z východní Afriky, východní Asie a Střední Asie. Toto zrno se pěstuje hlavně v tropických a subtropických oblastech. Sušená semena prosa vypadají jako hořčičná semena. Jejich barva je nažloutle bílá, ačkoli jsou i druhy, jejichž barva je žlutá nebo červenohnědá. V mnoha zemích platí proso jako hlavní jídlo. Proso obsahuje velké množství sacharidů, bílkovin a vlákniny. Protože neobsahuje lepek proso, lze jej použít i při nesnášenlivosti lepku. Vzhledem k tomu, není proso vhodné na pečení chleba. Proso je možné použít jako přílohu, jako je rýže. Je však třeba poznamenat, že se zvětší více než proso, rýže [25].

### 1.3.7 Pohanka

Pohanka obsahuje flavonoid rutin, cholin (440 mg/kg suš.), vitaminy skupiny B: B1, B2, niacin, kyselinu pantothenovou, B6. Pohanka je náročná na mlýnské zpracování. Vyrábí se kroupy, krupice, mouka, přílohy, kaše. [26]

### 1.3.8 Rýže

Rýže je řazena mezi obiloviny a pro více než polovinu obyvatel zeměkoule je základní potravinou. Spolu s pšenicí a kukuřicí tvoří převážnou část světové produkce obilovin. Pochází z jihovýchodní Asie, pravděpodobně se začala pěstovat na území dnešního Thajska asi 4000 let před našim letopočtem. Odtud se naučili pěstovat rýži obyvatelé Číny a Indie [27].

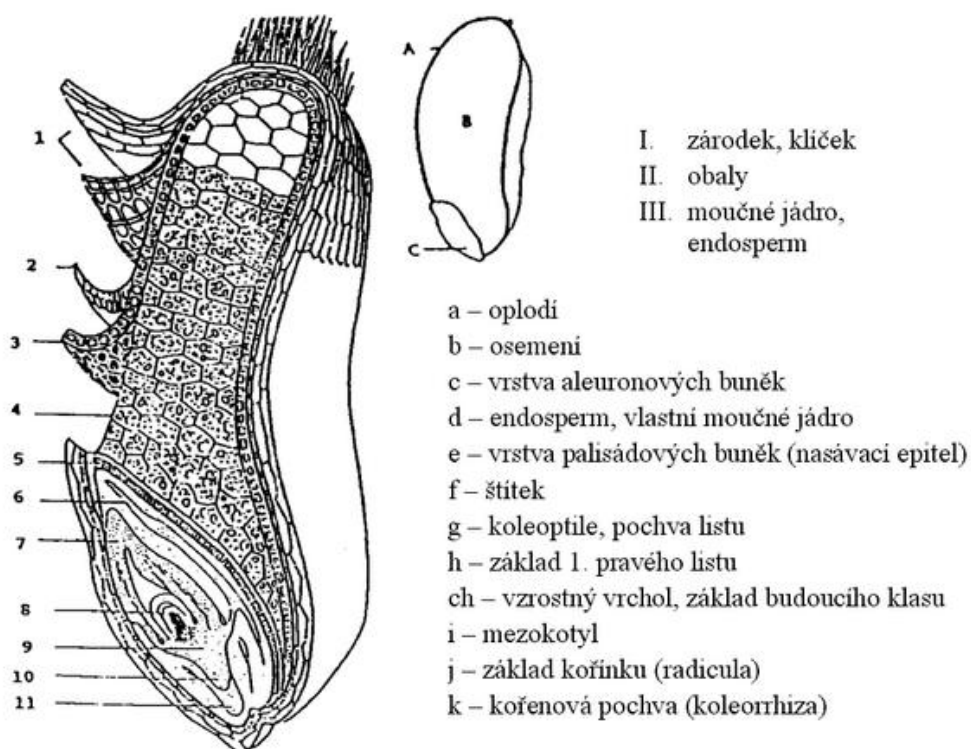
Rýže je hlavní potravinou poloviny světové populace, pro niž není jen zdrojem energie, ale i důležitým zdrojem bílkovin. Čím víc se rýže čistí, tím méně minerálů a vitaminů zrna obsahují. Rýže není výjimkou z pravidla. Mnoho výživných látek obsahují rýžové otruby. U populací používajících bílou rýži dochází často k nedostatku tiaminu. Na druhé straně otruby z hnědé rýže obsahují také nepříznivé nutriční faktory, jako je kyselina fytová bránící absorpci vápníku a železa [28].

Rýže zbavená otrub se rychleji uvaří a mnoho vitamínu může zůstat zachováno, je-li rýže předvařená. "Obohacená" bílá rýže je po omletí obohacena vitamíny a minerály. Přestože má bílá rýže málo vlákniny, jsou škroby rezistentní k trávení a účinkují jako dietní vláknina. Škrob v bílé i hnědé rýži se tráví a absorbuje pomalu a při tom trvale uvolňuje do krve glukózu, což pomáhá kontrolovat hladinu krevního cukru u diabetiků. Rýže neobsahuje lepek, je proto vhodná pro nemocné s nesnášenlivostí pšenice a pro pacienty s celiakií. Je také vhodnou redukční potravinou [28].

Obsahuje vitamíny skupiny B (B1, B2, B3), vlákninu, esenciální aminokyseliny. Dále rýže obsahuje minerální látky (železo, hořčík, vápník, zinek), bohatým zdrojem komplexních sacharidů a téměř nulovým obsahem tuku [29].

## 1.4 Anatomická stavba obilného zrna

Každá obilka se skládá z endospermu, klíčku a obalových vrstev. Hmotnostní podíl jednotlivých částí zrna je rozdílný u jednotlivých obilovin a neproměnlivý vlivem vnitřních a zejména vnějších faktorů, jako je odrůda, půdní a klimatické podmínky, hnojení, agrotechnika aj [9].



Obr. 3 Podélný řez pšeničným zrnem [52]

- Obalové vrstvy – ektoderm (oplodí a osemení) tvoří cca 8 – 12,5 % hmotnosti zrna. Chrání obilku před vnějšími vlivy, v mlýnské technologii je označujeme jako otruby. Jsou tvořeny několika vrstvami buněk, jež chrání klíček a endosperm před vysýcháním a mechanickým poškozením. Podíl obalů stoupá s pluchatostí zrna. Obalové vrstvy mají dvě hlavní části- oplodí a osemení [4].  
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 výrobku [1].
- Klíček tvoří nejmenší část obilky např. u obilky pšenice je to pouze 3% hmotnosti. Klíček je oddělen od endospermu štítkem, který obsahuje až 33 % bílkovin. Obsahuje mnoho živin, protože slouží jako zárodek nové rostliny (rostlinných pletiv a obilky), které musí být pohotově v době příznivých podmínek pro vyklíčení k dispozici. Mimo jednoduchých cukrů obsahuje i bílkoviny, aminokyseliny, vitamíny rozpustné ve vodě (hlavně vitamín B<sub>1</sub>) a značné množství vitamínu E. V klíčku je rovněž tuk, a proto jsou klíčky před mletím odstraňovány tak, aby v získané mouce nebyl tuk hydrolyzován a nevznikala žluklá chuť [9].
- Endosperm zaujímá 84 – 86 % hmotnosti zrna. Je tvořen velkými hranolovitými buňkami s poměrně jemnou buněčnou stěnou, obsahuje hlavně škrob a bílkoviny. Vlastní moučné jádro je obaleno vrstvou aleuronových buněk, složených z bílkovin, tuků a minerálních látek. V aleuronové vrstvě je obsaženo také velké množství vitamínů. Konzistence endospermu může být moučnatá, polosklovitá nebo sklovitá [8].

## 1.5 Chemické složení obilného zrna

Chemické složení značně kolísá podle oblastí, odrůdy, hnojení, doby setí, agrotechniky, klimatických podmínek a celé řady dalších činitelů. [4]

Z jednotlivých složek, skládajících obilné zrna, je nutné se zmínit o vodě, sacharidech, dusíkatých látkách, minerálních látkách, enzymech a vitamínech, kromě mnoha dalších látek, množstvím sice malých (slizy, barviva) [8].

### 1.5.1 Voda

Voda je důležitou složkou obilného zrna, protože všechny biochemické a fyziologické procesy probíhající během růstu, dozrávání a skladování probíhají za její účasti. Z technologického hlediska, podle obsahu vody, mluvíme o zrně mokré (nad 17 %), vlhké (nad 15,5 %), středně suché (nad 14 %) a suché (do 14 %) [4].

### 1.5.2 Sacharidy

Sacharidy v obilovinách tvoří jak v zrnech, tak i v mlýnských výrobcích hlavní podíl [2]. Jsou hlavní složkou lidské potravy a jedním z kritérií při hodnocení obilovin na krmění a mlýnské zpracování. Nacházejí se v obilce ve formě cukrů, dextrinů, škrobu, hemicelulózy a celulózy [3].

#### 1.5.2.1 Monosacharidy

V obilovinách se setkáváme s pentosami, arabinosa a xylóza, glukóza [2].

#### 1.5.2.2 Disacharidy

Fyziologicky nejvýznamnější je sacharóza. Ve značném množství je obsažena v klíčku jako jediný přímo využitelný cukr před amylózou [2].

#### 1.5.2.3 Škrob

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin polysacharidy. Zásobní polysacharid, jehož typickým představitelem je škrob, jsou pro organismy zdrojem či rezervoárem energie [1].

#### 1.5.2.4 Neškrobové polysacharidy

- Celulóza je zcela nerozpustná ve vodě a za normálních teplot ani výrazně nebobtná. Je hlavní součástí obalů a buněčných stěn.
- Hemicelulózy jsou rozpustné ve zředěných alkáliích. Jsou zastoupeny hlavně v buněčných stěnách, kde fungují jako opěrné pletivo i zásobní látka, která se při klíčení rozkládá na jednodušší cukry [4].
- Lignin je základní složkou nerozpustné vlákniny, nachází se v otrubách a zejména v pluhách.
- Pentozany jsou polymery obsahující v molekulách podstatný podíl pentóz. Pentozany jsou nerozpustné ve vodě. Jsou součástí obalů a buněčných stěn, řadí se k hemicelulózám. Jsou extrémně hydrofilní, jsou schopny vázat velké množství vody (na svůj podíl několikanásobné množství vody ve srovnání s lepkovými bílkovinami) [4].
- $\beta$ -glukany jsou rozpustné polysacharidy obsažené ve větší míře v ječmeni a ovsu [1].

#### 1.5.3 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky nacházející se v obilném zrně, lze rozdělit na látky anorganické (amoniak a jeho soli) a na dusíkaté látky organické. Organické dusíkaté látky se dále dělí na proteidy (bílkoviny složené – glykoproteiny, chromoproteiny), proteiny (bílkoviny jednoduché – albumin, globulin, prolamin) a nebílkovinné dusíkaté látky (aminokyseliny, amidy), jež jsou soustředěny hlavně v aleuronové vrstvě a v klíčku. [8]

Nejvýznamnější dusíkatou látkou jsou bílkoviny, které často determinují technologickou jakost surovin. Zvláštní postavení má zejména bílkovina pšeničná, která jako jediná vytváří běžně s vodou pružný gel tzv. lepek, jehož fyzikální vlastnosti určují jakost pečiva. [9]

Obsah bílkovin v pšenici se pohybuje v rozmezí 10-20 %, užitá kolísá od 8-15 % v sušině [2].



### 1.5.3.1 Lepek

Vypíráním pšeničné mouky vodou se získává pružný a tažný hydratovaný gel – **lepek**, který je z 80–95 % v sušině tvořen pšeničnou bílkovinou. Mokry lepek obsahuje asi 66 % hm. vody, po vysušení se získá tzv. suchý lepek. Obsah mokrého lepku je hlavním jakostním kritériem pekařské jakosti pšeničné mouky a obvykle i kritériem pro roztrídění pšenice na potravinářské a ostatní. Kvalita lepku je charakterizovaná jeho pružností, tažností a bobtnavostí ve slabém roztoku kyseliny mléčné. Pšeničný lepek není jednotná bílkovina, na základě rozpustnosti ji lze rozdělit na **gliadin** (rozpustný ve zředěném etanolu) a **glutenin** (glutelin pšenice), rozpustný v 0,2 % roztoku KOH. Lepková bílkovina je charakterizovaná vysokým obsahem kyseliny glutamové, resp. glutaminu (až 35 % veškerých aminokyselin obilného zrna) a prolinu (více než 10 %). Na druhé straně ale má lepková bílkovina velmi nízký obsah esenciální aminokyseliny lyzinu (1–2 %). Z ostatních obilovin v zásadě podobný gel vyprat nelze [19].

Vypraný lepek sestává z 90 % proteinů, 8 % lipidů a 2% sacharidů v sušině. Průmyslově získávaný tzv. vitální lepek vykazuje ovšem ještě podstatně větší rozpětí obsahu těchto složek [2].

Pšeničné prolaminy (gliadiny) poskytují lepku tažnost. Pšeničné gluteliny (gluteniny) poskytují lepku pružnost [1].

Jakostí lepku je do značné míry určena tzv. síla mouky [9].

Chemické složení lepku a koloidně chemický stav bílkovin ovlivňují jeho fyzikální vlastnosti. Hlavními znaky určující fyzikální vlastnosti jsou : bobtnavost, pružnost, tažnost a plasticita. Tyto vnější znaky jsou projevem dvou důležitých fyzikálních vlastností, a to hydratace a dispergovatelnost lepku v různých rozpouštědlech. Denaturace lepku začíná již při teplotě 60°C. Záhřev nad 70°C se projeví snížením rozpustnosti všech lepkových frakcí [9].

Co se týče konstituce lepku, tvoří lepek trojrozměrnou síť peptidových řetězců, různým způsobem zřasených a propojených navzájem různými můstky a vazbami, kde určitý význam má i vrstvička lipidů [4].

## Celiakie

Označovaná také jako celiakální sprue nebo gluténová enteropatie. Příčinou tohoto onemocnění je nesnášenlivost glutenových látek. Gluten (lepek) je bílkovinná složka mouky, ze které vyvolává obtíže hlavně **gliadin**. Gliadiny jsou obsaženy v zrně pšenice, žita, ječmene a v malém množství v zrně ovsa. Postižená osoba se musí vyhnout všem potravinám obsahujícím lepek, dodržovat doživotní bezlepkovou dietu. Jako alternativa k obilninám obsahujícím lepek je povoleno používat proso, kukuřici, rýži, amarant, pohanku, dále sójové boby, kaštiny [30].

### 1.5.4 Lipidy obilovin

Důležitou složkou jsou lipidy, zejména fosfatidy [2].

Obilky patří k semenům s nejnižším obsahem tuků. (1,5-2,5 %), pouze u ovsa, čiroku, prosa a kukuřice je obsah vyšší (4-7 %). Nejvíce tuků obsahuje klíček a aleuronová vrstva. Podstatný podíl nenasycených tuků (72-85 %) tvoří nenasycené mastné kyseliny, z nichž esenciální linolová tvoří minimálně 55 % [4].

## **1.5.5 Další látky**

### **1.5.5.1 Minerální látky**

V obilním zrně se nachází v rozmezí 1,5-2,5 % minerálních látek, u pluchatých obilí (oves, ječmen) je obsah popelovin vyšší než u bezpluchatých. Největší množství minerálních látek se nachází v klíčku a obalových vrstvách, především aleuronové. Popel je převážně tvořen oxidem fosforečným, nejčastějšími kovy jsou hořčík, draslík, vápník a železo [4].

### **1.5.5.2 Vitamíny**

Jsou nepostradatelné organické látky, katalyzují četné životně důležité biochemické procesy. Obsah vitamínů v obilovinách značně kolísá [8].

Vitamín B<sub>1</sub> (thiamin) je obsažen v značném množství v aleuronové vrstvě a v klíčku. Při skladování vlhkého zrna se obsah thiaminu podstatně snižuje. Dále jsou obsaženy vitamíny B<sub>2</sub>, kyselina panthotenová, kyselina nikotinová, vitamín C, vitamíny sk. D, vitamín E, vitamín A [8].

### **1.5.5.3 Biologicky významné látky**

Kyselina fytová, cholin, kyselina para- aminobenzoová [1].

## 2 MLÝNSKÁ TECHNOLOGIE

### 2.1 VYHLÁŠKA Ministerstva zemědělství,

kteřou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta.

Ministerstvo zemědělství stanoví podle § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta:

#### MLÝNSKÉ OBILNÉ VÝROBKY (§ 1)

Pro účely této vyhlášky se rozumí

- mlýnskými obilnými výrobky získané zpracováním obilí, pohanky a rýže víceetapovým mlýnským postupem,
- moukou mlýnský obilný výrobek získaný mletím obilí a tříděný podle velikosti částic, obsahu minerálních látek a druhu použitého obilí,
- krupicí mlýnský obilný výrobek získaný v první fázi mletí obilí v podobě hrubších částic zbavených slupky,
- obilovinami pro přímou spotřebu vyčištěná, popřípadě dále jinak upravená obilná zrna, zejména pšenice, žito, ječmene nebo ovesa,
- směsmi z obilovin výrobky, jejichž převážný podíl tvoří mlýnské obilné výrobky, k nimž jsou přidány další složky, určené pro přímou spotřebu nebo ke spotřebě po tepelné úpravě,

Členění na skupiny a podskupiny

Členění na skupiny a podskupiny je uvedeno v příloze č. 1. (§ 3)

Označování

- Mlýnské obilné výrobky se označují názvem skupiny nebo podskupiny.
- U sypkých směsí z obilovin se uvede způsob užití a návod k přípravě.
- U mlýnských obilných výrobků se označí botanický rod obiloviny, ze které je výrobek vyroben [49].

Požadavky na jakost ( § 4)

- Smyslové, fyzikální a chemické požadavky na jakost mlýnských obilných výrobků jsou uvedeny v příloze č. 2.

Uvádění do oběhu ( § 5)

- Mlýnské obilné výrobky a rýže musí být uloženy odděleně od látek aromatických, skladují se na podlážkách nejméně ve vzdálenosti 5 cm od stěny v prostorách s relativní vlhkostí vzduchu nejvýše 75 % [49].

## 2.2 Historie mlynářství

Mlýnské zpracování obilovin je jednou z lidských činností, které mají své kořeny již v prehistorii, kdy šlo v podstatě především o rozdrcení zrna. Již v době keltských kultur a našem území však byl znám způsob drcení zrna mezi dvěma kameny, z nichž se otáčel horní. Revolučním zvratem bylo vynalezení válcové mlecí stolice v 19. Století sestava stolic s různými povrchy válců umožňuje vytvořit složité mlecí schéma, kde se v kombinaci s prosévacími a aspiračními stroji dokonale oddělují rozemleté části zrna [1].

Dnes mlýnem nazýváme soubor strojů určených k rozměňování materiálů. Mlýnem máme často na mysli i budovu, v níž se tyto stroje nacházejí. Mlýnů může být mnoho druhů, protože mletí, jako úprava surovin se používá v mnoha oborech – od mlýnů obilných, přes solné, grafitové, mlýny na suroviny pro keramický, práškový či lakýrnický průmysl až po mlýny papírenské. Mlýnské technologie se tedy zabývají zpracováním zrnin, především obilí na jedlé výrobky, hlavně mouky, krupice, ale i vločky, kroupy a jáhly, přičemž vznikají současně výrobky krmné, tvořené výrobními zbytky z obalových vrstev zrna. Jsou to technologie mechanické, jejichž podstata spočívá v oddělení obalových vrstev od endospermu a jeho další úpravě na mouky a další jedlé výrobky. Mlýnské technologie se obvykle dělí na vlastní mlynářství, což je technologie výroby mouky, kde se jedná o zpracování tzv. chlebových obilovin (pšenice, žito) a na zpracování ostatních obilovin, příp. zrnin (ječmen, oves, kukuřice, rýže, proso aj.), dříve označované jako krupařství [31].

## 2.3 Obilní masa a její vlastnosti

Základ obilné masy tvoří obilky základní kultury, které se rozlišují velikostí, plností a dalšími znaky podle podmínek růstu a zrání. Bylo prokázáno, že v obilné mase probíhají dva druh procesů:

- Fyzikální
- Biologické [4]

### 2.3.1 Fyzikální vlastnosti obilné masy

Mezi fyzikální vlastnosti obilné masy patří:

- Sypkost – je schopnost obilné masy se samovolně pohybovat po nakloněné rovině.
- Segregace (samotřídění) – projeví se při dopravě transportními pásy, v důsledku různých mechanických vlastností jednotlivých složek se ztrácí původní stejnorodost masy.
- Plnost a mezerovitost
- Tepelné vlastnosti – obilky i obilná masa jsou vcelku špatné vodiče tepla, v obilné mase přichází v úvahu sdílení tepla vedením a proděním.
- Sorpční vlastnost – schopnost poutat voní páry a plyny různých látek [10].

### 2.3.2 Biologické vlastnosti obilné masy

- Dýchání – je oxidační proces, podstatou je oxidace biopolymerů za současného uvolnění energie jejich molekulárních struktur a vzniku oxidu uhličitého a vody.
- Klíčení a prorůstání - zvýšení vlhkosti i teploty prostředí dochází ke klíčení. Je provázáno zvyšováním enzymatické aktivity, intenzivním dýcháním, uvolnění energie a ztrátou sušiny.
- Posklizňové dozrávání [2]

### 2.3.3 Mikroflóra a samozahřívání obilí

- Mikroflóra je zastoupena bakteriemi, plísněmi, kvasinkami a kvasinkovými mikroorganismy, z hlediska kontaminace se dělí na mikroflóru mateřskou (*Pseudomonas herbicola*, bakterie rodu *Achromobacter*, plísně *Alternaria*, *Cladosporium* a *Mucor*) a mikroflóru cizí.
- Samozahřívání – složitý komplex životních pochodů zrna a mikrobů, doprovázeno postupným zvyšováním teploty. Základním impulsem je zvýšení vlhkosti, samozahřívání lze předejít řádně provedenou posklizňovou úpravou zrna [4].

## 2.4 Technologické vlastnosti obilí

Hlavní rysy technologické jakosti obilí jsou:

1. pro tržní účely: typ, odrůda, objemová hmotnost, vlhkost, obsah příměsí a škůdců, kyselost
2. pro účely technologického zpracování:
  - mlynářská jakost – pokusný zámel, zahrnující výtěžnost krupic, výtěžnost mouky, obsah popele v krupicích, v mouce, barva mouky, objemová hmotnost, podíl plných zrn, sklovitost, tvrdost zrn, obsah popela.
  - pekařská jakost – obsah lepku, obsah bílkovin, vlastnosti lepku, sedimentační hodnota, číslo poklesu, fyzikální vlastnosti těsta, pekařský pokus [10].

## 2.5 Posklizňová úprava

Skližené zrno obsahuje kromě semen základní kultury i kolísavý podíl příměsí a nečistot a mívá zpravidla i nadměrnou vlhkost. Při posklizňové úpravě jde zejména o:

- a) vyčištění
- b) vysušení [8]

### 2.5.1.1 Čištění a třídění obilovin

Obilná masa prochází hrubým čištěním, kde se zbavuje částí příměsí a nečistot [2].

Při třídění obilí se standardní zrna oddělí od příměsí, nečistot a zrn, která jsou tvarově odlišné. Zrna se třídí podle rozměrů, kdy se využívá třídění na sítích a triérech.

- Třídění na sítích – k dosažení požadované účinnosti je zapotřebí, aby se síta pohybovala. Pohyb může být kruhový, vodorovný nebo vibrační. Směs se na sítích třídí na přepad a propad.
- Třídění na triérech – na tomto zařízení se od standardních zrn oddělí zrna, které se liší výrazně svou délkou (kulovité nebo dlouhá zrna jiných obilovin či plevele) [20]
- Třídění podle aerodynamických vlastností je založeno na rozdílné hmotnosti zrn. Této vlastnosti se využívá při odstranění kaménků, které mají vyšší hmotnost než obilná zrna.
- Pomocí elektromagnetů se oddělí od zrn kovové příměsi
- Podle barvy (třídění luštěnin, semen s odlišným zabarvením dostávají elektrický náboj a jsou vedeny do jiného proudu než semena základního druhu [4,20].

### 2.5.1.2 Sušení

Moderní systém sklizně a zpracování obilí před uskladněním, se bez sušení, jako významného technologického uzlu neobejde [2].

Jedná se vysušení zrna na skladovatelnou vlhkost. Nejvíce se používá sušení s odváděním vlhkosti proudícím vzduchem

- studeným, který se uplatňuje při aktivním větrání
- teplým v sušárně [4]



### 3 TECHNOLOGIE SKLADOVÁNÍ

Úkolem skladování je udržet zrno v dobré kondici tj. při zachování veškerého jeho mlýnského a pekárenského či těstářenského potenciálu velmi dlouhou dobu [2].

Obilí lze skladovat:

- Volně ložené – hospodárnější, využití plochy, nižší pracnost, více náchylné na škůdce
- V obalech – využití paletizace, zvýšené nálady, vyšší pracnost, ztížená možnost měření teploty zrna, používá se u elitního osiva nebo u zrna určeného pro zvláštní účely, export [32]

Každá partie zrna se vyznačuje určitými specifickými vlastnostmi, pro které je hůře nebo lépe skladovatelná. Vzhledem ke složitosti procesů je lze rozdělit:

- v suchém stavu
- ve zchlazeném stavu
- za použití aktivního větrání
- bez přístupu vzduchu
- za použití chemických prostředků [8]

Skladování zrna v suchém stavu je založen na poznatku, že v obilí s nízkým obsahem vody probíhají všechny fyziologické procesy pomalu, omezuje se do značné míry rozmnožování a škodlivá činnost mikroorganismů a skladištních škůdců [33].

Skladování při snížené teplotě je založeno na poznatku, že životní pochody všech organismů jsou chladem zpomalovány. Dosáhne se tak konzervačního účinku. Hlavní význam tohoto způsobu je ve vhodnosti pro vlhké a mokré obilí. Zrno se zchlazuje přehazováním, přepouštěním nebo aktivním větráním. Zchlazené zrno se musí skladovat v silových komorách nebo ve skladech, které lze vzduchotěsně uzavřít. Stupeň zchlazení se třídí podle předpokládané délky uložení, podle teploty a ročního období [8, 10].

Skladování zrna za použití aktivního větrání (AV) slouží k ošetřování obilí proudem vřáněného vzduchu. Je kombinací způsobů (technologí) skladování zrna v suchém a zchlazeném stavu. Je založeno na propustnosti vzduchu obilnou hmotou. Zrno v násypu zaujímá asi 50 - 60 % objemu a zbytek objemu tvoří vzduch v mezizrnových prostorech [34].

Při správně prováděném aktivním větrání je vzduch plynule vyměňován a s ohledem na konečnou hodnotu objemu mezizrnového vzduchu dochází k jeho mnohonásobně opakovaným výměnám. Užitím aktivního větrání je možno dosáhnout snížení teploty (zchlazení), snížení vlhkosti (sušení) a obnovení normálního fyzikálně-chemického stavu a složení vzduchu v mezizrnových prostorách obilního násypu (aerace) k uchování životaschopnosti obilí. K provozování AV je třeba ventilační soustava sestávající v základním provedení z výkonných ventilátorů, vzduchorozvodné soustavy a ovládacích prvků.

Ventilátory musí splňovat následující požadavky:

- dodávat potřebné množství vzduchu,
- zabezpečit potřebný tlak vzduchu k průchodu obilní hmotou (vrstvou násypu),
- zajistit optimální rychlost průchodu vzduchu obilní hmotou vzhledem k jímavosti vzduchu,
- ve vztahu k ekonomičnosti provozu dosahovat co nejvyšší celkové účinnosti při minimálním příkonu [34].

Při větrání rozlišujeme tři fáze:

- **Fáze I**

V této fázi je aktivní větrání v činnosti nepřetržitě. Jedna se o období od okamžiku naskladnění do buňky nebo do halového skladu. První fázi lze považovat za ukončenou, jestliže:

- skončilo posklizňové dozrávání,
- bylo zamezeno možné kondenzaci vlhkosti v povrchové vrstvě,
- vlhkost skladovaných zrnin byla v horních vrstvách snížena pod 16 %,
- teplota zrnin klesla v celém skladovacím objemu na cca 20°C [35].

Po celou dobu I. fáze dochází k relativně rychlému odsouzení, neboť při průchodu vzduchu vysokotlakým ventilátorem dojde k zahřívání vzduchu, což má za následek snížení relativní vlhkosti vzduchu a tudíž i zvýšenou absorpční schopnost. Pro délku aktivního větrání je řídicí veličinou snižování obsahu vody v zrně [35].

- **Fáze II**

Ve druhé fázi již dochází k přerušovanému větrání. Větrání bude v činnosti pouze za příznivých hodnot stavu vzduchu, především jeho relativní vlhkosti a teplotě vzduchu menší než je hodnota teplot naměřených v jednotlivých buňkách či na různých místech hromady. Tuto fázi považujeme za skončenou jestliže:

- vlhkost výrobku v horních vrstvách buňky je snížena pod 15 %,
- teplota výrobku klesne pod 18° C v celém skladovaném objemu.

- **Fáze III**

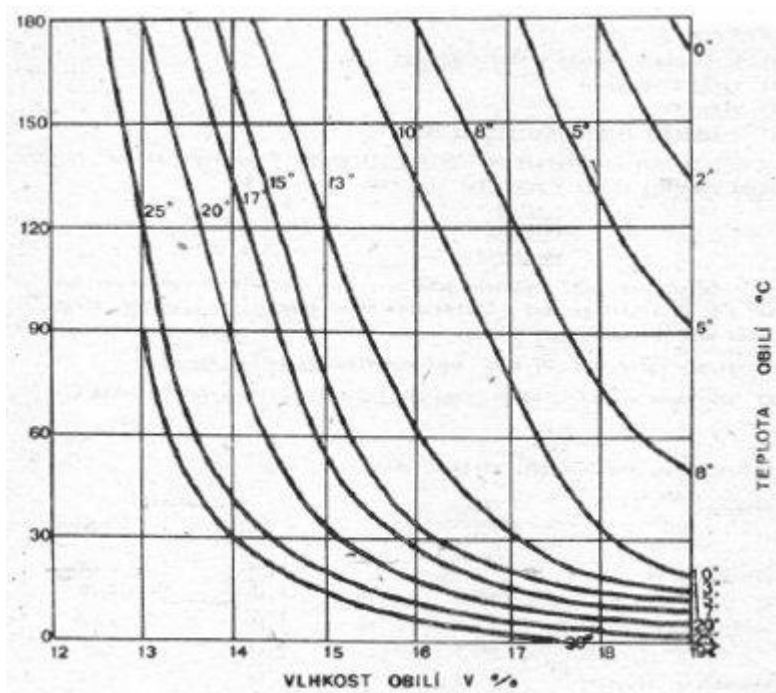
V poslední fázi je aktivní větrání rovněž přerušované. Pro dosažení finální hodnoty zrnin k dlouhodobému skladování je v zimních měsících využíván velmi studený vzduch. Fáze je ukončena snížením teploty v celém objemu pod 10°C [35].

Výhody aktivního větrání se v plné míře projevují především ve skladech hangárového typu a u větracích sil [8].

Skladování za nepřístupu vzduchu spočívá v autokonzervaci obilních zásob vydýchaných oxidem uhličitým, případně umělým přídavkem této látky. Velmi dobře se uchovávají technologické i nutriční vlastnosti obilí, v některých případech se poškozuje biologická aktivita, takže obilí, u něhož je praktické využití závislé na klíčivost, takto nelze skladovat [10].

Při skladování pomocí chemických prostředků se mezizrnové prostory vyplní parami látek, které mají toxické účinky na mikroorganismy a hmyz. Preventivní postřik na obilí (protektant) by měl být aplikován v případě, kdy se předpokládá skladování obilí delší než jeden rok. Pro tento případ jsou povolené speciální přípravky (pyretroidy nebo organofosfáty), určené pro přímou aplikaci na zrno [8, 34].

Každá partie obilí se vyznačuje specifickými vlastnostmi, určujícími její skladovatelnost, tj. trvanlivost. Je potřeba znát, jak dlouho je možné danou partii obilí skladovat bez technologických i biologických ztrát jakosti. K praktickému využití bylo vypracováno několik pomůcek, z nichž e nejvíce používal Klejevův diagram [4].



Obr. č. 4 Klejevův diadram [53]

### 3.1 Kontrola skladovaného obilí

Na stav skladovaných zásob lze usuzovat z následujících ukazatelů.

- napadení škůdci
- teplota – pomocí tyčového teploměru ve třech hloubkách, v silech pomocí dálkových odporových teploměrů.
- vlhkost, barva, lesk, pach [10]

### 3.2 Charakteristika skladů

Zrno je skladováno ve speciálně upravených skladech, které musí být dostatečně pevné a únosné, musí chránit obilí před nepříznivými atmosférickými vlivy [4].

Základním a nejvhodnějším typem skladu jsou:

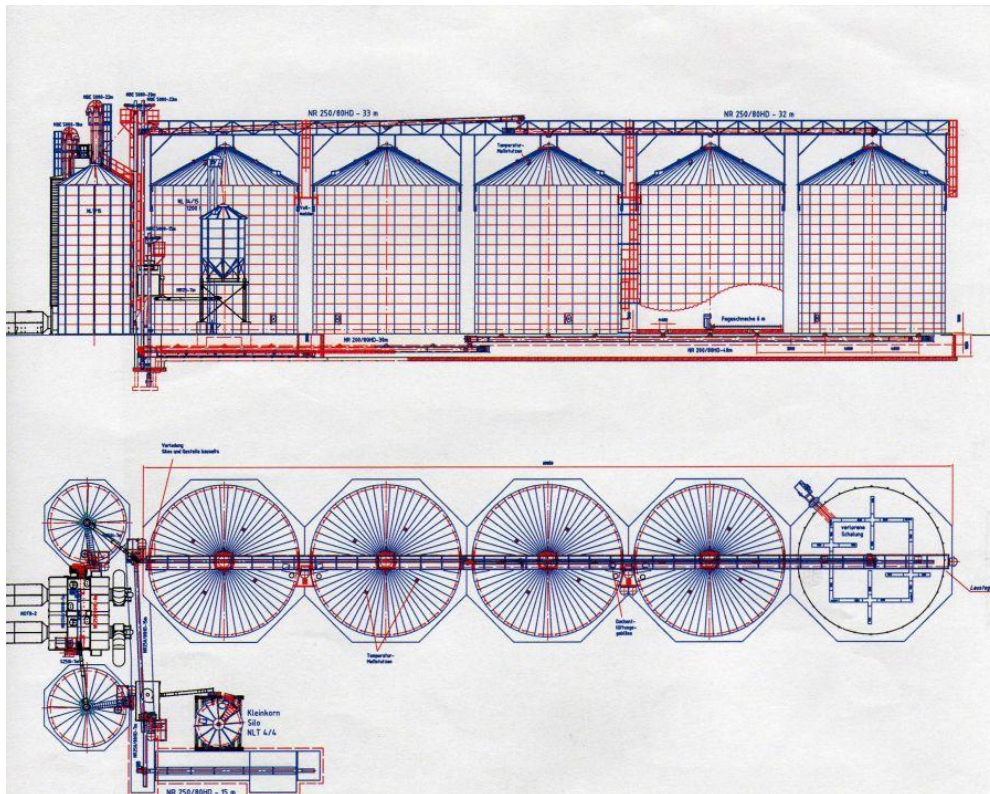
- a) sila
- b) hangárové sklady,
- c) kombinované sklady
- d) podlahové sklady.

Skladování je možné provádět pouze ve skladech k tomu určených a zařízených. Sklad musí být zkonstruován z trvanlivých materiálů a chráněn proti ptactvu a hlodavcům. Prostory určené ke skladování musí být čisté, suché, snadno větratelné, prosté plísní, škůdců a cizích pachů. Nelze skladovat společně s látkami a předměty, jejichž přítomnost může zhoršit jejich jakost (např. aromatické či páchnoucí látky apod.). Zásoby musí být dostatečně chráněny před nepříznivými atmosférickými vlivy. Střechy musí být v bezvadném stavu, okna zasklená a vždy vybavena ochrannými sítěmi, přímé sluneční paprsky nesmí dopadat na skladované zásoby. V případech, kdy nejsou stěny s dostatečnou tepelnou a vlhkostní izolací, musí být skladovací prostor oddělen od stěn. Skladové prostory musí být vybaveny pro oddělené uložení partií různých jakostí a účelů použití [33].

V nákupních organizacích je obilí skladováno převážně v silech. Jsou to vysoké budovy se šachtovými komorami, čistírenskou věží, opatřené výkonným dopravním systémem. Silo se skládá z hlavy (násypný koš, dopravníky, rozdělovač do buněk sila), těla a spodku [4, 10].

Sila se stavějí v nejrůznějších tvarech a provedeních:

- betonová sila
- ocelová sila
- sklolaminátová sila [35]



Obr. 5 Sila na skladování obilí [54]

### 3.2.1 Technologické požadavky na sklady a jejich zařízení

- dostatečná pevnost vlastní stavby a základů
- zabezpečení proti kvalitativním a kvantitativním ztrátám
- jistá ochrana před atmosférickou vlhkostí
- dostatečná tepelná izolace
- ochrana před škůdci
- snadný přístup
- různě velké skladovací prostory
- dostatečná kapacita mechanizačních prostředků
- vhodná sušárenská kapacita
- snadná manipulace, kontrol zásob
- protipožární bezpečnost [10]

### 3.3 Skladištní škůdci

Obilné sklady jsou vystaveny nebezpečí napadení skladištními škůdci, které mohou uskladněné zrna poškodit. Jedná se o živočichy, jejichž zárodky mohou být již v přijímaném obilí anebo pronikly do obilí zvenčí [2].

#### 3.3.1 Hlavní druhy roztočů a škodlivého hmyzu

##### 3.3.1.1 Roztoči

- Roztoč moučný – primární škůdce obilí, optimální podmínky teplota 27°C, relativní vlhkost 88 %, vlhkost substrátu 17,2 – 17,8 %
- Roztoč zhoubný
- Roztoč ničivý
- Roztoč dravý

##### 3.3.1.2 Hmyz

- Švábi
- Rus domácí

##### 3.3.1.3 Brouci

- Kožojed skvrnitý
- Lesák skladištní
- Lesák moučný

##### 3.3.1.4 Motýli

- Zavíječ moučný
- Zavíječ skladištní [11]

## 4 TECHNOLOGIE MLYNÁŘSTVÍ

### 4.1 Historie

Mlynářské řemeslo je jedním z nejstarších. Majitelé mlýnů se těšili mezi lidmi odedávna obdivu a úctě. I feudální šlechta dávala mlynářům výhodu z poddanského člověčenství a měla stav mlynářský za stav svobodný [36].

### 4.2 Příprava obilí pro mletí

#### 4.2.1 Sestavení směsi a zámel

Základní operací je míchání obilí tj. sestavení směsi na zámel, kterým se vlastnosti jednotlivých pšenic vhodně kombinují tak, aby byla zaručena standardnost výroby. Obvykle se míchají silné pšenice s normálními nebo slabými. Z hlediska obvyklých parametrů požadovaných pro kvalitní pekařské mouky se jeví dominantní obsah a kvality pšeničné bílkoviny a jak u pšenice, tak i u žita aktivita amylolytických enzymů a poškození škrobu [4, 9]. Pro smíchání obilí na zámel platí:

- ze směsi se získá jakostnější výrobek
- míchání různých odrůd z jedné oblasti je účinnější
- výhodné je míchání 4-5 odrůd
- mícháním se využijí neplnohodnotné partie
- mícháním obilí se dosáhne lepších výsledků než míchání mouk [8]

#### 4.2.2 Čištění, praní, třídění obilí

Po smíchání různých druhů obilí následuje jeho třídění na sítích. K třídění se používá dvou základních druhů sít, a to kulovitá a plochá. Tříděním na sítích se zbavíme tvarově a velikostně odlišných zrn (jiné obiloviny, plevel apod.) [9].

Dalším stojem je odkaménkovač, odděluje od sebe částice přibližně stejné jako je zrno, ale s rozdílnou hustotou. Princip spočívá ve vytvoření fluidní vrstvy z obilného zrna proudící vzduchem procházející ze spodu síta. Síto má mírný sklon, takže vrstva obilí ve vlnosku nad sítím pozvolna stéká ve směru sklonu síta. Částice o větší hustotě zůstávají na síti a vibračním pohybem jsou odhazovány proti směru sklonu síta [1].



Třídění na triérech je založeno na principu rozlišení jejich částic podle délky (zlomky zrn, dlouhá zrna některých travin apod.) [2].

Triéry jsou duté válce, na jejichž vnitřním povrchu jsou vylišovány nebo vyfrézovány důlky přesného rozměru. Vrstva obilí se přivádí dovnitř a při mírném klonu válců a pozvolném otáčení se posunuje na opačnou stranu. Podle tvaru důlků ve válcích do nich zapadají příslušná zrna a jsou vynášena po stěně válce nahoru. Před horní úvratí vypadávají zrna z důlku do žlabu, který prochází středem válce. Šnekem tohoto žlabu jsou zrna vyhrnována ven [4].

Obilí prochází přes magnetické separátory, kde se na elektrických magnetech zachytí feromagnetické materiály [1].

Odstranění prachu a obilky oplodí se dosáhne loupáním [9].

Další čištění spočívá v kartáčování a loupání obilí. Spočívá v odstranění oplodí obilky, klíčků a vousků. Odstraněním klíčků se snižuje obsah tuku i enzymů a zvyšuje se trvanlivost mouky. Obilí se loupe v loupačkách, kde se zrno vrhá otáčejícími se perutěmi na smirkový plášť bubnu. Narušené obalové vrstvy neoddělené loupačkou jsou odstraňovány v kartáčových strojích [8].

#### **4.2.3 Kondicionování – hydrotermická úprava**

Má za cíl zlepšit technologické vlastnosti jak mlynářské tak i pekařské [9].

Princip spočívá v řízeném spolupůsobení vlhkosti a teploty na obilí v tzv. kondicionérech. Výsledkem je navlhčení vnějších částí zrna. Kondicionér je věžovitá kolona rozdělená na část zahřívací, kondiční a chladicí [1,8].

#### **Nakrápění**

Nakrápí se pitnou vodou. Kropící voda má být asi 20 °C teplá. Po nakropení se nechá zrno vždy nějakou dobu v klidu, od 20 minut do 80 hodin. Zrno se nakrápí v tzv. intenzivním nakrápěči. Potřebný obsah vlhkosti, umožňující správné vymílání, se liší v závislosti především na tvrdosti pšenice [10].

Zrno se nakropí přidáním vody asi 1-3 % podle hmotnosti. Množství přidané vody postačuje pro ošetření vnějších otrubových vrstev, aniž by se slepilo dohromady. Po nakropení obilí následuje odležení v délce 1-5 minut [37].

## 4.3 Mletí obilí

### 4.3.1 Mletí obilného zrna

Mletí obilí je složitý proces, jehož úkolem je co nejuplněji oddělit obalové vrstvy od endospermu a rozmělnit endosperm na jemné podíly přeprané granulace. Celý proces probíhá postupně a skládá se z několika základních technologických etap označovaných, jako mlecí pochody neboli pasáže [4].

Každá pasáž neboli mlecí chod se stává z drcení spojeného s následným tříděním rozemletého meliva na síťovém třídíči podle velikosti a částečně i podle jakosti. Tento dvojproces neboli dezintegrační proces se dělí na dva procesy: šrotování obilek a vymílání krupic [1, 9].

Šrotování má za úkol získání na předních mlecích chodech (pasážních) maximální množství krupic tj. ostrých, hrubě granulovaných produktů a na posledních chodech vločkovité slupky. Vymíláním má být z krupičnatých částí odstraněna ulpělá část slupky, endosperm rozmělněn podle požadavků na výrobky [10].

V současné mlýnské technologii se rozlišují dva základní způsoby mletí:

- mletí na mouky (na plocho) – mletí žita se zřetelem na získání co největšího množství mouk
- mletí na krupice (na vysoko) – mletí pšenice, technologický proces je usměrňován k získání maximálního množství krupic, které se dál čistí, luští a vymílají [4]

Z technologického hlediska se mohou při rozmělnování využívat tyto základní principy

- tření – mezi dvěma plochami s určitou drsností, přičemž mlecí součásti jsou k sobě přitlačovány
- úder – rotující součásti narážejí na částice
- stříh – protisměrné působení dvou mlecích součástí
- tlak – stlačování částic mezi dvěma mlecími součástmi takovou silou, která překoná mez pevnosti částic [12]

Základním způsobem drcení meliva je drcení mezi dvěma protiběžnými válci válcové stolice [2].

Válcové stolice jsou nejpoužívanější mlecí stroje ve mlýnech na obilí. Při rozmělnění částic mezi válci se uplatňuje především tlak, stříh, a tření. Melivo se do prostoru mezi válci dopravuje podávacím zařízením, nejčastěji válečkovým. Povrch mlecích válců je především rýhovaný, popřípadě nerýhovaný (hladký). Válce nerýhované se používají pouze při mletí pšenice na úseku mletí krupic tj. při luštění, popřípadě vymílání [12].

Tvar rýh je upraven tak, že příčný řez má tvar obecného trojúhelníku. Užší stěna se nazývá ostří, širší je hřbet rýhy. Jejich rýhy s normálou ve vrcholu jsou úhel ostří a úhel hřbet. Úhel ostří je nazýván úhel řezu. Malý úhel ostří vede drcení na krupice, velký působí vytírání. Dvojice válců ve stolici může být postaven ve čtyřech polohách (O:O, H:H, O:H, H:O) [9].

Melivo vycházející z válcových stolic se musí pro další zpracování rozdělit podle velikosti a částečně i podle jakosti [9].



Obr. 6 Mlecí válcová stolice PM 5-P, Pardubice [55]

### 4.3.2 Třídění meliva

Melivo, vycházející z drtících strojů, je polydisperzní soustava. Jednotlivé částice se liší různým podílem endospermu a slupky. Aby mohlo být melivo dále racionálně zpracováno, musí nejprve vytřídit podle velikosti a poté podle jakostních znaků. V mlýnském provozu se třídění provádí proséváním [10].

Podstatou vysévání je pohyb sypké směsi po sítu. Částice, které mohou sítem o určité světlosti a tvaru otvorů propadnout, se nazývají propadové a částice, které nemohou propadnout, přepadové. Zpravidla všechny propadové částice obsažené ve výchozí směsi otvory sít neprojdou, určitá část zůstane v přepadu jako tzv. neprosátý zbytek. Při třídění meliva ve vysévačích se získají dva základní druhy meziproductů:

- meziproducty, které se v technologickém procesu vlastního mletí nezpracovávají (různé frakce mouk, krupic, klíčky)
- meziproducty, které se dále zpracovávají (rozmělnují a čistí) [12]

Rovinný vysévač je uzavřená skříň, tvořená soustavou vodorovně nad sebou umístěných sít. Rámečky s příslušnými sít se vkládají do vysévacích rámu s plechovým dnem se středním nebo postranním výpadem. Pohyb materiálu je vibrační (podélně) a elipsovité. Celá skříň vykonává vodorovný krouživý pohyb na principu ručního vysévání [4].

### 4.3.3 Čištění krupic a krupiček

Získané krupice tvoří nehomogenní směs obsahující kromě čistého endospermu, větší částice slupek. Proto se provádí čištění krupic pomocí proudu vzduchu, kdy lehčí částice (obsahující slupky) jsou odděleny [9].

Stroje na čištění krupic se nazývají reformy. Je to v podstatě nakloněné žejbro, pohybující se v uzavřené skříni a tvořené čtyřmi sít umístěnými za sebou. Po nich se pohybuje vrstva meliva, kterou prochází od spodu proud vzduchu a roztrídí melivo na :

- jadrné krupice – propadnou sítem
- lehčí částice tzv. přerážky- jsou odváděny na luštění
- lehké části slupek [10]

## 4.4 Mletí pšenice a žita

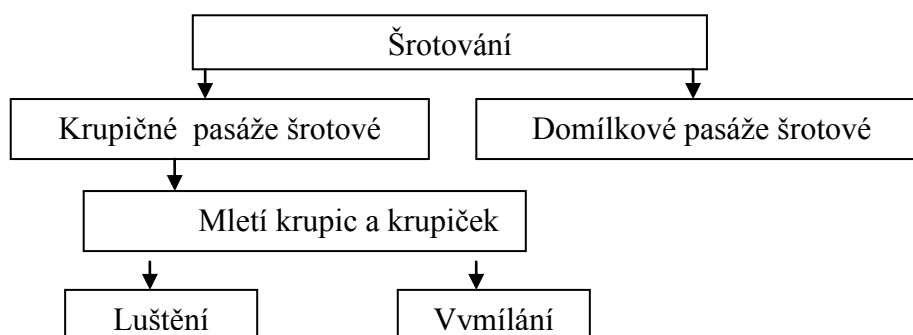
### 4.4.1 Mletí pšenice

Technologický postup mletí na krupice nevyvinul v 19. století [10].

Při mletí pšenice je žádoucí získat na začátku mlecího procesu maximální množství jakostních krupic, zvláště krupic hrubých.

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 obsahující část slupky tak, aby slupka zůstala neporušená a dala se snadno na sítích oddělit
- vymílání – drcení částic čistého endospermu na požadovanou granulaci a ze slupek se má oddělit poslední tenká vrstva endospermu, aby otruby byly jen čisté obalové částice [4].



Obr. 7 Mletí pšenice [4]

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 [1].

#### 4.4.1.1 Šrotování

Při šrotování se postupně odděluje jádro od obalových vrstev. Děje se tak od středu zrna směrem k povrchu. Jednotlivá zrna se musí postupně drtit tak, aby obaly zůstávaly v co největších kusech. Nejdůležitější je proto otevření zrna na 1. šrotu. U dalších šrotů se obaly poškozují již méně [12].

Při mletí na krupice se používá válců s hlubšími rýhami a ostřejšími úhly rýh. Šrotové mouky nejsou hotovými výrobky, jsou to pouze mouky pasážní [10].

Rozmělním pšenice na první šrotové pasáži a pak rozmělněním meliva na dalších pasážích se získávají šrotové směsi, které se příslušnými vysévacími systémy rozdělují na příslušné meziprodukty. Na úseku krupičných pasáží šrotových se šrotové směsi rozdělují na :

- šrotové přepady
- krupice
- krupičky
- mouky [12]

#### 4.4.1.2 Luštění krupic

Druhá etapa je luštění krupic, které se provádějí na jemně rýhovaných nebo hladkých válcích [9].

Luštění je pochod, při kterém jsou krupičky drceny tak, aby nebyly napadeny ulpělé části slupek. [10]

Na 1. a 2. luštícím chodu se zpracovávají vyčištěné hrubé, střední nebo drobné krupice I. jakosti, na 3. luštícím chodu krupice II. jakosti a na 4. luštícím chodu zbývající krupice a současně se zde získávají mlýnské jedlé klíčky. Při semílání šrotových krupic vznikají krupice luštěné, které jsou jakostnější než krupice šrotové. Drobné krupice z luštících chodů se čistí na vysévacích a čističkách krupice [4].

#### 4.4.1.3 Vymílání

Poslední etapou je vymílání krupic, které se provádí na hladkých stolicích. Začíná se s jakostními krupičkami a postupně nepřechází na horší. Chodů je zpravidla osm, z toho jedna klíčová pasáž, na kterou je veden přepad z posledního luštícího chodu [10].

Mlecí výsledky se hodnotí podle tažení hrubé mouky. Hrubá mouka se získává převážně z propadů vysévačů a reforem po luštění a vymílání a mohou být přidávány čisté šrotové, drobné krupice a krupičky (ostré) [8].

#### 4.4.2 Mletí žita

Mletí žita „na plocho“ je prováděno tak, aby se získal max. podíl mouky z každého chodu [4].

Technologický proces zahrnuje 4 až 5 šrotů a 1-2 krupičné pasáže bez čištění. Žito má větší soudržnost endospermem, proto se jádro hůře odděluje [10].

#### 4.4.3 Hodnocení výsledků mletí

Výsledkem mlecího procesu jsou :

- výrobky jedlé (mouky, krupice, krupičky), jejichž podíl z pšenice činí asi 72-73 %
- výrobky krmné – tvořené výrobními zbytky z obalových vrstev zrna (mouky krmné, otruby a obilné klíčky) zhruba 27%. [4]

Kontrolní činnost zaměřená na provozní podmínky se nazývá bilance. Obecně se rozlišují bilance:

- kvantitativní (hmotnostní), kdy se kontrolují hmotnosti surovin, meziproductů, výrobků i odpadů
- kvalitativní (jakostní) týkají se předem procentuálního obsahu popela, barvy, procentuálního obsahu lepku, maltózy, kyselost, zrnitost, vlhkost.
- kvalitativně se kontroluje hmotnost i jakost [12]

### 4.5 Příprava, vlastnosti a skladování mouky

#### 4.5.1 Míchání mouky

Při mletí obilí vzniká nejméně tolik pasážních mouk, kolik je ve mlýně vysévacích systémů. Mouky se získávají také na některých čističkách krupic. Typové mouky se sestavují z pasážních mouk mícháním [12].

Pasážní mouky mají rozdílné vlastnosti a teprve jejich vhodnou kombinací lze získat hoto-  
vé, obchodní mouky. Míchání se musí provádět tak, aby získaná obchodní mouka měla  
vyrovnaný obsah lepku a popelovin tj. aby nejjakostnější mouky s vysokým obsahem lep-  
ku byly míchány v dostatečném poměru do mouk s nízkým obsahem popela apod. [9].

Hlavním rozlišovacím a zároveň jakostním kritériem u nás je obsah popela (minerálních  
látek) v mouce. Dalším důležitým znakem je granulace mouky (mouky hrubé, polohrubé,  
hladké), který vyjadřuje velikost částic podle jemnosti mletí [9].

Mouka se míchá v míchacím stroji, který rovnoměrně odebírá mouku ze zásobníku šneko-  
vým dopravníkem, přitom se mouka homogenizuje a vrací zpět do zásobníku. Obsah zá-  
sobníku se takto 4-5 krát přemístí [4].

#### 4.5.2 Skladování mouky

Výrobky se skladují:

- volně ložené

Skladování volně ložených výrobků v silech má mnoho předností. Především je možno  
komplexně mechanizovat, popř. automatizovat manipulaci s výrobky a zajistit vhodné  
podmínky pro jejich skladování. Při skladování volně ložených výrobků má velký význam  
tvar komor, jejichž průřez a výška, materiál, z něhož jsou postaveny a způsob vyprazdňo-  
vání.

- v obalech [12]



### 4.5.3 Odležení mouky

Dozrávání mouky je proces biochemických změn, jejichž výsledkem je zvýšení vaznosti mouky, a tedy i výtěžnosti těsta a hotových výrobků. Z těchto změn jsou nejdůležitější oxidační procesy v bílkovinách mouky a dále enzymové odbourávání moučných tuků, při němž uvolněné nenasycené mastné kyseliny příznivě ovlivňují jak vlastnosti lepku, tak vlastnosti moučného škrobu. Tyto změny se projevují zlepšením jakosti lepku, lepek ztrácí svou tažnost, zvyšuje se pevnost, stabilizuje se vlhkost. [38]

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

Na jakost lepku působí především tuky a látky vzniklé při jejich rozkladu, výše pH mouky, redukující látky a další. Redukující látky působí na lepek přímo nebo jako aktivátory proteolytických enzymů. Oxidačně-redukčního procesu se účastní především sírné aminokyseliny. Změny lepku při skladování jsou závislé na jeho původních vlastnostech [12].

Čerstvě namletá mouka nemá plnou pekařskou hodnotu a získá ji až po 2-6 týdnech skladování. Jakost mouky je závislá i teplotě. Nejvhodnější je skladovací teplota do + 18°C.

Při dozrávání dochází k vybělení mouky (oxidace karotenových barviv vzdušným kyslíkem) [9].

Tuk v mouce se při skladování působením lipolytických enzymů a působením oxidačních procesů rozkládá za vzniku glycerolu a mastných kyselin. Vyšší teplota a vlhkost mouky za přítomnosti vzdušného kyslíku rozklad urychluje. Při dlouhodobém skladování mouka hořkne, což je způsobeno oxidací nenasycených mastných kyselin vzdušným kyslíkem nebo působením enzymu lipooxidázy za vzniku aldehydů a ketonů, které v mouce udělají hořkou chuť. Stoupá rovněž podíl volných mastných kyselin, které spolu s uvolněnou kyselinou fosforečnou zvyšují kyselost mouky [4].

## 4.6 Chemické složení mouky

Chemické složení mouky je závislé na odrůdě zrna, klimatických a půdních podmínkách, způsobu očištění zrna a způsobu mletí, dále na stupni vymletí a také na odležení vyrobené mouky [13].

Největší podíl mouky tvoří sacharidy, především **škrob**.

Škrob je obsažen v zrnech obilovin v endospermu a tvoří přibližně 60-75 % sušiny obilek. Obsah škrobu v mouce, která je tvořena převážně endospermem, je 80 %. Škrob se skládá ze dvou frakcí - amylozy a amylopektinu. Obě frakce jsou tvořeny molekulami glukosy, které jsou však v případě amylozy spojeny (1→4)- $\alpha$  glykosidovou vazbou, zatímco v molekulách amylopektinu se vyskytují i vazby (1→6)- $\alpha$ . Obě frakce se díky různé struktuře liší také svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Amylóza je rozpustná ve vodě zastudena, amylopektin pouze bobtná a není schopen vytvořit roztok [38].

Škrob je po hypotermické úpravě snadno stavitelný. Pšeničný škrob obsahuje 19 - 24 % amylozy. Technologické vlastnosti mouky jsou ovlivněny vzájemným poměrem amylozy a amylopektinu ve škrobu, který ani pro jeden druh mouky není konstantní. Jakost škrobu ovlivňuje především pekařské vlastnosti mouky. Bobtnání a mazovatění škrobu umožňuje amylolytickou činnost, a tedy i kvašení a tvorbu střídy [12].

Škrobová zrna jsou ve vodě nerozpustná. Ve studené vodě mírně bobtnají, přijímají vodu a postupně začnou ztrácet svoji původní strukturu. Se zvyšující se teplotou nabývá bobtnání škrobových zrn na intenzitě [38].

**Monosacharidy a oligosacharidy** nemají podstatný význam, neboť se v mouce vyskytují v malém množství, uplatňují se hlavně při kvašení. Pšeničná mouka obsahuje 100-900 mg.kg<sup>-1</sup> glukózy, 200-800 mg.kg<sup>-1</sup> fruktózy. U cereálních výrobků je obsah monosacharidů proměnlivý. Závisí na stupni hydrolýzy škrobu, na množství případně přidaných sacharidů [39].

Vlákninou rozumíme substance rostlinného původu, jež nejsou rozkládány enzymy lidského trávicího ústrojí. Nejčastěji se zde zařazují **celulóza**, hemicelulóza a lignin, jež dohromady vytvářejí skupinu zvanou hrubá vláknina. Obilné zrna obsahuje vlákninu především v povrchových vrstvách, proto tmavá, málo vymletá mouka nebo dokonce celozrnná mouka obsahuje větší množství vlákniny než vysoce vymílaná mouka bílá [40].

**Slizy**, jejichž podstatu tvoří pentozany, jsou vysokomolekulárními polysacharidy a mají vliv na technologické vlastnosti žitné mouky. Jsou příčinou toho, že za normálních podmínek nelze vyprat ze žitného těsta lepek [12].

Další důležitou složkou mouky jsou **bílkoviny**. Bílkoviny jsou biopolymery, které jsou tvořené dvaceti základními aminokyselinami. Molekuly bílkovin jsou tvořeny různě dlouhými řetězci aminokyselin spojených vzájemně peptidovou vazbou, která vznikne mezi -OH skupinou z karboxylového konce jedné aminokyseliny a -NH<sub>2</sub> skupinou druhé aminokyseliny za současného odštěpení molekuly vody [1].

Jsou to vysokomolekulární dusíkaté látky s průměrným obsahem dusíku 16%. Bílkoviny do značné míry ovlivňují technologické vlastnosti mouky. Podle množství a vlastností lepku se posuzuje jakost mouky. Lepek určuje tzv. sílu mouky. Obsah vlhkého lepku bývá 15 až 58%, suchého 5 až 18%, v závislosti na jakosti mouky. Nejdůležitější složky lepku jsou gliadin a glutenin. Gliadin ovlivňuje tažnost lepku a glutenin jeho pružnost [12].

Tmavé celozrnné mouky mají vyšší obsah bílkovin než mouky světlé, rozdíl bývá až 4%. Pšeničná mouka obsahuje 7–15% bílkovin. Asi 20 % jsou ve vodě rozpustné bílkoviny (cytoplazmatické proteiny, enzymy s aktivitou  $\alpha$ -amylázy a  $\beta$ -amylázy, lipázy, fytázy), 80 % bývá gliadinů a gluteninů [39].

Podle stupně vymletí obsahují mouky 0,5 až 3 % tuku, který je esterem glycerolu a mastných kyselin nasycených i nenasycených. V pšeničné mouce jsou zastoupeny především kyseliny nenasycené, a to olejová, linolová, linoleová a v menší míře se vyskytují kyseliny nasycené, a to palmitová a stearová. V tuku žitné mouky převládají nasycené mastné kyseliny [13].

Mouka obsahuje i **minerální látky**, z nichž 45 až 60% připadá na oxid fosforečný. Fosfor je vázán z největší části v organických látkách ve formě fytinů. Z dalších látek je to vápník a je přítomen převážně ve vazbách s fytovou kyselinou, podobně jako hořčík. Vápník a fosfor z fytinu jsou využitelné lidským organismem až po rozkladu enzymem fytázou. Draslík je přítomen hlavně ve formě fosfátů a je koncentrován hlavně v endospermu, takže přechází do mouky. Kromě uvedených látek je ve výrobcích z obilí řada stopových prvků. Minerální látky zůstávají po spálení mouky jako tzv. popel. Popel slouží jako ukazatel, podle kterého se posuzuje vedení technologického procesu a jakost výrobků.

Mouka obsahuje také mnoho **vitaminů**. Je jedním z nejvýznamnějších zdrojů vit. B1. Dalšími vitamíny jsou riboflavin (B2), kyselina nikotinová a její amid, pyridoxin (B6), tokoferoly [12].

**Enzymy** jsou zastoupeny více v žitné než pšeničné mouce. Jde většinou o hydrolytické enzymy, které štěpí složité látky na jednodušší za přítomnosti vody. Důležité jsou enzymy amylolytické, a to  $\alpha$ -amyláza a  $\beta$ -amyláza,  $\alpha$ -amyláza štěpí škrob na dextriny,  $\beta$ -amyláza štěpí dextriny až na maltózu. Štěpení probíhá hlavně u škrobu žitné mouky, neboť pšeničná obsahuje pouze  $\beta$ -amylázu. Další skupinu tvoří enzymy proteolytické, z nichž proteinázy štěpí bílkoviny na peptidy a ty se peptidázami štěpí až na aminokyseliny. Štěpení podléhá hlavně bílkoviny pšeničné mouky, z nichž 80 až 88 % tvoří lepek. Ten se stává roztékavým, málo pružným a příliš tažným a pšeničná mouka ztrácí dobré pekařské vlastnosti. Skupina lipolytických enzymů (lipas) štěpí tuk na volné mastné kyseliny glycerol, což způsobuje zvyšování kyselosti mouky. Tu zvyšuje i kyselina fosforečná, kterou uvolňují z organických sloučenin fosfatázy [13].

Tab.: Chemické složení mouky [4]

Složka	Procentuální obsah složek v sušině mouky	
	Pšeničná mouka	Žitná mouka
Škrob	75,0 až 79,0	69,0 až 81,0
Bílkoviny	10,0 až 12,0	8,0 až 10,0
Tuky	1,1 až 1,9	0,7 až 1,4
Cukry	2,0 až 5,0	5,0 až 8,0
Vláknina	0,1 až 1,0	0,1 až 0,9
Slizy	2,5 až 3,4	3,5 až 5,2
Popeloviny	0,4 až 1,7	0,5 až 1,7

## 5 OBCHODNÍ DRUHY MOUK

(vyhl. Mze č. 333/97 Sb., zákon o potravinách č. 110/97 Sb.)

- Mouky hladké
  - pšeničná světlá (obsah popela max. 0,60% v suš.)
  - pšeničná polosvětlá (obsah popela max. 0,75 % v suš.)
  - pšeničná chlebová (obsah popela max. 1,15 % v suš.)
  - žitná světlá, výhražková (obsah popela max. 0,65 % v suš.)
  - žitná tmavá, chlebová (obsah popela max. 1,10 % v suš.)
- Mouka polohrubá, pšeničná (obsah popela max. 0,50 % v suš.)
- Mouka hrubá, pšeničná (obsah popela max. 0,50 % v suš.)
- Mouka celozrnná (obsah popela max. 1,90 % v suš.) [9]

## 6 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ JAKOST MOUKY

### 6.1 Smyslové hodnocení mouk

Smyslové hodnocení slouží k rychlému orientačnímu posouzení kvality a zdravotní nezávadnosti mouky. Při smyslovém hodnocení mouk se hodnotí celkový vzhled, barva, vůně a chuť mouky [13].

Barva mouky je ovlivňována mnoha činiteli např. druhem a odrůdou, obilím klimatickými a půdními podmínkami při jeho pěstování, ošetřením obilí před mletím, stupněm vymletím, zrnitostí mouky, skladováním, napadením škůdci aj.. Vymletá mouka s větším podílem obvodových partií zrna je tmavší. Mouky nesmějí být chemicky běleny [42].

Podle ČSN se jako rozhodčí metoda ke stanovení barva mouky používá Pekárova zkouška. Vzorek zkoušené mouky o hmotnosti 5 až 10 g se rozprostře na černé prkénko, kovovým hladítkem se urovná a seřízne. Provozní zkouška spočívá v tom, že se hodnotí barva mouky vizuální zkouškou buď pouhým pozorováním nebo porovnáváním hodnocené mouky se standardními vzorky mouky [13].

Vůně mouky má být přirozená a nevýrazná. Při skladování by se měla věnovat pozornost cizím pachům, protože mouka je velmi dobrým sorbentem [20].

Chuť mouky -mouka má mít normální, málo výraznou. Nakyslou chuť mají mouky dlouho skladované nebo mikrobiálně napadené, nahořklou chuť mouky žluklé nebo mouky s rozemletými příměsemi. Při zjišťování se nabere zkoušená mouka na špičku lžičky, v ústech se dokonale promísí, ochutná se, popř. spolkne. Chuť se zřetelně projevuje po 1 minutě [13].

### 6.2 Vlhkost

V pekárenské technologii má vlhkost mouky vliv na vaznost a tím výtěžnost těsta i hotového výrobku [41].

Metody používané ke stanovení vlhkosti mouky lze rozdělit na gravimetrické (vážkové), elektromagnetické a destilační [13].

Stanovení vlhkosti vážkovou metodou – naváží se 10 g vzorku s přesností 0,00002 g a vysouší se při 130 °C 60 minut [14].

Obsah vlhkosti se vypočte ze vztahu :

$$W_{vlh} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100$$

kde  $m_1$  je hmotnost prázdné vysoušečky v g

$m_2$  je hmotnost vysoušečky a vzorku před vysušením v g

$m_3$  je hmotnost vysoušečky a vzorku po vysušení v g [14]

### 6.3 Stanovení popela v mouce

Jako popel se označuje zbytek tvořený minerálními látkami, který zůstává po spálení vzorku při předepsané teplotě za daných podmínek. Převážná část minerálních látek pochází z obalů a aleuronové vrstvy, a proto obsah popela souvisí se stupněm vymletí [13].

Přesně odvážené množství vzorku se spaluje v muflové peci při teplotě 550 °C tak dlouho, dokud není celý vzorek zcela zpopelněn a to po dobu nejméně 4 hodin. Po vychladnutí se popel zvaží. Pro počátek spalování při teplotě 550 °C je možné vložit misky do studené pece a teplotu nechat postupně narůst [43].

Obsah popela v sušině mouky  $p$  (%) se vypočítá ze vztahu:

$$p = (m_2 - m_1) \cdot \left(\frac{100}{m_0}\right) \cdot \frac{100}{S}$$

kde  $m_0$  ... je hmotnost zkušební vzorku (g),

$m_1$  ... je hmotnost prázdného předžíhaného kelímku (g),

$m_2$  ... je hmotnost kelímku a zpopelněného zbytku (g),

$S$  ... je sušina mouky (%) [43]

### 6.4 Kyselost mouky

Kyselost mouky je způsobena z velké části hydrogen- a 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 [44].

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 milimolech hydroxidu sodného na 1 kg mouky [44].

Pro hodnocení mouky má význam hodnota titrační kyselosti, která udává schopnost moučného výluhu reagovat při titraci s alkalickým hydroxidem. Vyjadřuje se ve stupních kyselosti, tzn. počtem  $\text{cm}^3$  odměrného roztoku NaOH o  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol.dm}^3$ , který je potřebný k neutralizaci všech kyselých složek obsažených v 10 g mouky [13].

Stupeň kyselosti v sušině se vypočte ze vztahu:

$$\text{SK} = \frac{V}{w_{\text{suš}}} \cdot 100$$

Kde  $w_{\text{suš}}$  je sušina mouky v %

V je přesný objem odměrného roztoku NaOH při titraci, v  $\text{cm}^3$  [13]

## 6.5 Sacharido-amylázový komplex

Technologickou jakost pšeničné mouky světlé určují obsah a kvalita bílkovin a stav sacharido-amylázového komplexu, který popisuje stupeň poškození škrobu a aktivitu přítomných amyláz. Škrob a jeho vlastnosti, zejména amylolytický stav je řešen číslem poklesu potravinářské pšenice při příjmu pšenice [45].

Podstatou zkoušky je rychlé zmazovatění vodné suspenze mouky nebo celozrnného mletého výrobku z obilovin ve vroucí lázni a následné měření ztekucení škrobu alfa-amylázy obsaženou ve vzorku [8].

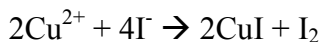
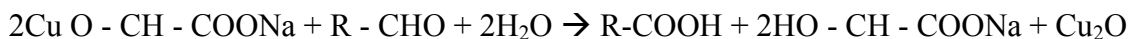
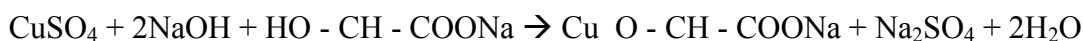
### 6.5.1.1 Stanovení sacharido-amylázového komplexu Schoorlovou a Bertrando-vou metodou

### 6.5.1.2 Stanovení Schoorlovou metodou

V přítomnosti redukujících látek (hlavně maltózy) se z Fehlingových roztoků I + II vyloučí za varu  $\text{Cu}_2\text{O}$ , nezreagované  $\text{Cu}^{2+}$  se stanoví jodometricky a jako titrační činidlo se používá odměrný roztok  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . [13]



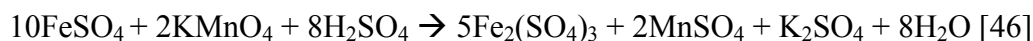
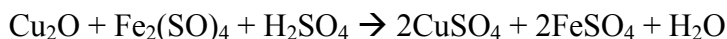
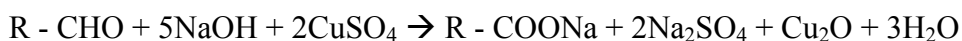
Během stanovení proběhnou tyto chemické reakce:



### 6.5.1.3 Stanovení Bertrandovou metodou

Za varu redukující cukry vyredukuje z  $\text{Cu}^{2+}$  roztoku  $\text{Cu}_2\text{O}$ , který se oddělí na filtračním papíru.  $\text{Cu}_2\text{O}$  se rozpustí okyseleným roztokem  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  a uvolní se alikvótní množství  $\text{Fe}^{2+}$  soli, ta se následně stanoví titrací odměrným roztokem  $\text{KMnO}_4$ .

Během stanovení proběhnou tyto chemické reakce:



## 6.6 Bílkovino-proteinázový komplex

Bílkovino-proteinázový komplex mouk vytvářejí bílkoviny a proteolytické enzymy, které bílkoviny štěpí [13].

Bílkoviny jsou biomakromolekulární látky, které se skládají z velkého počtu aminokyselinových zbytků. Vytvářejí látkový základ života všech organismů. V tkáních vyšších organismů a člověka je podíl bílkovin ze všech přítomných organických látek vyšší než 80% [38].

Rostlinné organismy obsahují méně bílkovin a více polysacharidu.

Bílkoviny tak byly rozděleny do čtyř skupin:

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

Pro pšeničné prolaminy a gluteliny jsou používány názvy gliadiny a gluteniny. Mezi albuminy a globuliny patří všechny obilné enzymy a řada dalších bílkovin. Z technologického hlediska jsou však nejvýznamnější zásobní bílkoviny obsažené v endospermu obilovin (prolamin a glutelin), které mají pekařské využití. Zásobní bílkoviny pšenice se liší svými vlastnostmi od zásobních bílkovin ostatních obilovin a jsou příčinou výjimečného postavení pšenice v cereální technologii. Prolaminy a gluteliny nejsou rozpustné ve vodě. Ve vodě však bobtnají a vytváří vysoce viskózní koloidní gely nebo roztoky. Pšeničné prolaminy a gluteliny (gliadin a glutenin) bobtnají pouze omezeně a za současného vložení mechanické energie na hnětení za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný gel, který nazýváme lepek. Při hnětení pšeničné mouky (v podstatě rozdrcený endosperm) s vodou dochází právě ke vzniku lepku a ten tvoří vlastní „kostru“ těsta. Lepek je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, jako je jeho tažnosti a pružnosti. Pšeničný lepek je pružný gel [38].

### 6.6.1 Celkový obsah dusíkatých látek mouce

Ke stanovení se používá Kjeldahlova metoda. Podstatou je převedení organických dusíkatých látek na síran amonný mineralizací kontrovanou  $H_2SO_4$  za varu za přítomnosti vhodného katalyzátoru. Ze získaného  $(NH_4)SO_4$  se silným alkalickým hydroxidem uvolní plyný amoniak, který se jímá do odměrného roztoku kyseliny sírové. Při přímém stanovení se ztitruje amoniak, dokonale zachycený v kyselině borité, odměrným roztokem  $H_2SO_4$ . Při nepřímém stanovení se ztitruje odměrným roztokem alkalického hydroxidu nadbytečná kyselina sírová, která nezareagovala s uvolněným amoniakem. K určení bodu ekvivalence při titracích se používají míšené indikátory podle Zuazaga nebo Tashira popř. etanolvý roztok methylové červeně [13].

### 6.6.2 Spektrometrie v blízké infračervené oblasti (NIR)

Blízká infračervená (NIR) spektroskopie zaujímá významné místo mezi používanými metodami pro stanovení chemických a fyzikálních vlastností potravin a potravinových produktů. Tato analytická metoda spočívá v takových interakcích elektromagnetického záření s hmotou, které jsou spojeny s výměnou energie mezi hmotou a zářením, přičemž energie NIR záření může změnit pouze vibrační nebo rotační stav molekuly.

NIR technologie je velmi vhodná pro stanovení obsahu bílkovin, vlhkosti a popela v mouce a semolině. Mimoto mohou být získány užitečné informace o vaznosti, poškození škrobu, granulaci a barvě [47].

Stanovení obsahu bílkovin bylo vůbec první a je dosud nejvíce užívanou aplikací NIR techniky i v jiných rostlinných produktech [42].

## 6.7 Vaznost mouky

Je závislá na obsahu bílkovin, poškozených škrobových zrn a polysacharidů neškrobového typu (pentozy). Vaznost mouky je měřítkem stability a výtěžnosti těsta [34].

## 6.8 Lepek a jeho vlastnosti

Lepek je pšeničná bílkovina, jejímiž hlavními složkami jsou jednoduché bílkoviny gliadin a glutenin. Lepek je příčinou jedinečných vlastností těsta, jeho tažnosti a pružnosti. Pšeničný lepek je pružný gel. Lze jej z těsta jednoduše izolovat vypíráním proudem vody, přičemž se postupně vypírají látky rozpustné ve vodě a škrob a po určité době zůstává substance, kterou nazýváme „mokrý lepek“. Vysušením přechází na suchý lepek, který je charakteristický svou rohovitou konzistencí [2, 13].

### 6.8.1 Stanovení lepku provozní metodou

- vypírání mouky vodou, zvážení

Na technických vahách se naváží 10 g mouky, přidá se asi 5,5 ml 2% roztoku NaCl. Vytvoří se kulička těsta, která se promne mezi prsty, promývá pod tekoucí vodou (15 min). Vypírá se tak dlouho, dokud odtékající voda není zakalena vypraným škrobem. Pak následuje zvážení, vylisování, zvážení (vlhký lepek). Suchý lepek se může stanovit sušením v elektrické sušárně při teplotě 160°C, nechá se vychladnout a zváží se. (suchý lepek) [48].

### 6.8.2 Bobtnavost lepku

Je jeho schopnost zvětšovat se ve slabě kyselém prostředí za vhodné teploty svůj objem při zachování soudržnosti.

Stanovení se provádí ve speciálních (Berlinerových) baňkách s kalibrovaným hrdlem. K vytvoření slabě kyselého prostředí se používá odměrný roztok kyseliny mléčné o  $c(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}) = 0,02 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Ke stanovení se používá čerství mokřý lepek. Na technických vahách se odváží 1 g tohoto lepku a rozdělí se na 30 dílků. K dělení se používá malá porcelánová miska, v níž je odměřeno 10 cm<sup>3</sup> používaného roztoku mléčné kyseliny. Obsah misky se převede do bobtnací baňky, přidá se dalších 70 cm<sup>3</sup> roztoku kyseliny mléčné a baňka se vloží do termostatu, teplota 27 °C. Bobtnání probíhá po dobu 150 minut. Po uplynutí předepsané doby se baňka otočí dnem vzhůru a po usazení zbobtnalého lepku v hrdle se odečte objem lepku [13].

### 6.8.3 Pružnost lepku

Je schopnost mokřého lepku vracet se po mírném vytažení nebo stlačení do původní polohy. Při stanovení nad pravítkem se z čerstvého lepku uhněte kulička, nad navlhčeným pravítkem se povytáhne o 1 cm a ihned se pustí. Sleduje se snadnost vytahování lepku a to do jaké míry se lepek vrací do původního tvaru [13].

#### 6.8.4 Tažnost lepku

Je schopnost mokrého lepku prodlužovat se při mírném vytahování. Stanovuje se nad pravitkem. Vytvoří se váleček o výšce 3 cm, položí na navlhčené pravítko podstavou k nule a vytahuje zvolna tak dlouho, až začnou praskat povrchová vlákna [20].

#### 6.8.5 Sedimentační test podle Zelenyho

Tento test je založen na sedimentaci částic mouky. Principem těchto testů je větší rychlost sedimentace částic mouky s vyšším podílem kvalitnějších bílkovin, než u mouk pekařsky slabších. Jako ukazatel kvality lepkové bílkoviny slouží objem sedimentu o přesné hustotě, získaný za standardní čas. [38]

Zelenyho sedimentační test pracuje se speciálně vymletou moukou. Jako chemické činidlo se používá roztok kyseliny mléčné a isopropanolu. Hodnota sedimentačního testu je ovlivněna jak viskoelastickými vlastnostmi, také množstvím bílkovin, především lepkových. Pro pekárenské použití je nejnižší hodnota Zelenyho indexu 30 ml a pro pečivářenskou výrobu potom nejvyšší hodnota může dosáhnout 25 ml [42].

## 7 ZÁVĚR

Nejdůležitější surovinou v potravinářském průmyslu je pšenice. Z pšenice se vyrábí chleba. Velký význam chleba leží ve fyziologické výživě světa, v hodnotě důležitých výživných látek, minerálních látek a vitamínů.

V úvodu bakalářské práce jsem se zaměřila na cereálie z pohledu historie, výživy, jednotlivých druhů (pšenice, žito, ječmen, proso, kukuřice, pohanka, rýže), chemického a anatomického složení obilky. Z pohledu výživa jsou cereálie nejen výborným zdrojem sacharidů, ale i zdrojem různých významných zdraví prospěšných látek.

V druhé části jsem detailně věnovala mlynářství a mlynářské technologii. Je zde popsána historie, sklizeň obilí, další technologické postupy a chemické složení mouky.

Jsou zde důkladně popsány jednotlivé kroky od příjmu obilí až po rozdělení jednotlivých získaných mouk.

Ve třetí části jsem se zaměřila na některé vybrané faktory, které ovlivňují jakost mouky. Mezi ně patří především smyslové hodnocení, které slouží k rychlému orientačnímu posouzení kvality mouky. Jsou zde popsány jednotlivé charakteristiky, jako je barva, vůně, chuť. Mezi další důležité faktory patří především vlhkost, kyselost, vaznost, sacharidoamylázový komplex a stanovení bílkovin v mouce. Důležitá pozornost byla věnována lepku a jeho stanovení. Vlastnosti lepku jsou důležitým ukazatelem jakosti pšeničné mouky, proto je část kapitoly zaměřená na bobtnavost, rozplývavost a pružnost.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] KALDEC, P. a kolektiv. *Technologie potravin*. 1. vydání. Praha: VŠCHT, 2007. ISBN 80-7080-509-9.
- [2] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M.: *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vydání. VŠCHT Praha, 2004. ISBN 80-7080-530-7.
- [3] KULICOVÁ, D. a kolektiv. *Nauka o poživatinách*. 1. vydání. Martin: Osveta, 2001. ISBN 80-8063-165-4.
- [4] KUČEROVÁ, J.. *Technologie cereálií*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004. ISBN 80-7157-811-8.
- [5] SLAVN, J. *Why whole grains are protective : Biological mechanismus* 2003.
- [6] PIŤHA, J., POLEDNE, R. a kol.. *Zdravá výživa každý den*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s. 2009. ISBN 978-80-247-2488-1.
- [7] CUKROVÁ, M.. *Obiloviny a jejich význam pro lidskou výživu* [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: <http://www.jidelny.cz/show.aspx?id=1071>.
- [8] PAROBKOVÁ, E. *Sledování jakostních parametrů pšenice při jejím průmyslovém zpracování ve výrobním závodě Delta a.s. – mlýn Kyjov* [absolventská práce]. Bzenec: Vyšší odborná škola potravinářské technologie, 1998.
- [9] HRABĚ, J., F. BUŇKA a I. HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [10] HAMPL, J. *Cereální chemie a technologie I.: skladování obilí a mlynářství*. 2. vydání. Praha: VŠCHT, 1988.
- [11] TICHÁ J.. *Mikroorganismy a Jiní škůdci V Mlýnskopekárenském Průmyslu a Ochrana Proti Nim*. 1. vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1988.
- [12] PAVLIŠ, M., V. PLISKOVÁ a V. PLISKA. *Průmyslová výroba krmiv a mlynářství*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1980.
- [13] NOVOTNÁ, A. a NOVOTNÝ, R. *Chemické kontrolní metody*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1987.

- [14] HÁLKOVÁ, J. a RUMÍŠKOVÁ, M. *Analýza potravin: Laboratorní cvičení*. 1. vydání. Bzenec: SPŠ a VOŠ PT Bzenec, 1996.
- [15] KOCÁBOVÁ V. *Cereálie a pseudocereálie ve výživě člověka*. [bakalářská práce]. Zlín : UTB – Fakulta technologická, 2009.
- [16] PRATT, S.C. a MATTHEWS, K. *SuperFoods Rx*. 1. st. ed. New York: HarperCollinsPublisher, 2004. ISBN 0-06-053567-9.
- [17] PEKOVÁ, A. *Oves a žito*. 1. vydání. Čestlice: Media Publishing, 2002. ISBN 80-4-85936-42-9.
- [18] VAŠÁK, J. *Regionální pokrmy z Čech, Moravy a Slezska od A do Ž*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství LIBRI, 2001. ISBN 80-7277-074-8.
- [19] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. 1. vydání. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2007. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [20] JUŘÍKOVÁ K. *Pekárenské vlastnosti pšeničné a žitné mouky* [bakalářská práce] Zlín: UTB – Fakulta technologická, 2009.
- [21] WRIGLEY, C., CORKE, H., WALKER, CH. E., *Encyklopedia of grain science*, Vol. 3., Oxford: Academic Press, 2004, 482s.
- [22] *Ječmen*. [online]. [cit. 2012-05-05].  
Dostupné z: <http://www.nasevyziva.cz/sekce-obiloviny/clanek-jecmen-185.html>.
- [23] PETR, J., HÚSKA J., *Speciální produkce rostlinná – I*. 1. vydání. Praha: AF ČZU, 1997. 197 s., ISBN 80-213-0152-X.
- [24] *Kukuřice (Zea)*. [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: [http://www.zemedelskekomodity.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=52:kukurice&Itemid=59](http://www.zemedelskekomodity.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=52:kukurice&Itemid=59).
- [25] *Hirse*. [online]. [cit. 2012-05-05].  
Dostupné z: <http://www.marions-kochbuch.de/index/1850.htm>.
- [26] ČEŠKOVÁ, I. *Jakost rostlinných produktů* [online]. [cit. 2012-05-05].  
Dostupné z: [http://zfppks.eu/4/jakost/1.prednaska\\_JRP\\_JAVZI\\_2010.pdf](http://zfppks.eu/4/jakost/1.prednaska_JRP_JAVZI_2010.pdf).



- [27] VALÍČEK, P. a kol. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Praha : Academia, 2002. ISBN 80-200-0939-6.
- [28] *Rýže*. [online]. [cit. 2012-05-05].  
Dostupné z: <http://zdrava-vyziva.abecedazdravi.cz/ryze-zdrava-vyziva>.
- [29] SKÝPALOVÁ, J. *Stanovení vybraných chemických parametrů rýže v průběhu skladování a její stravitelnost*. [Diplomová práce]. Zlín: UTB. 2001.
- [30] KELLER, U. *Klinická výživa*. [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: <http://www.vyzivapol.cz/encyklopedie-vyzivy-c-hesla/celiakie.html>.
- [31] HLÁSENSKÁ, A. *Úpravy jaderných krmiv* [seminární práce]. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita. 2003.
- [32] *Skladování potravin* [online]. [cit. 2012-05-05].  
Dostupné z: [pef.czu.cz/~hes/Prednasky/Velkoobchod/P6.ppt](http://pef.czu.cz/~hes/Prednasky/Velkoobchod/P6.ppt).
- [33] SYCHRA, L. *Doporučení pro ošetřování a skladování zrna obilovin*. [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: [http://www.agroweb.cz/DOPORUCENI-PRO-OSETROVANI-A-SKLADOVANI-ZRNA-OBILNIN\\_\\_s44x9470.html](http://www.agroweb.cz/DOPORUCENI-PRO-OSETROVANI-A-SKLADOVANI-ZRNA-OBILNIN__s44x9470.html).
- [34] *Skladování a úprava obilovin*. [online]. [cit. 2012-05-05].  
Dostupné z: [www.jubela.cz/szif](http://www.jubela.cz/szif)
- [35] PAVLIŠ, M.; PLISKOVÁ, M.; PLISKA, V. *Průmyslová výroba krmiv a mlynářství*. Praha: SNTL- nakladatelství technické literatury, 1980, 135 s.
- [36] BOČEK, K. *Markův mlýn (Bočkův mlýn)*. Praha: nakladatelství 5Pdr. L. Peškové, 2007. Mlynářské noviny: Ročník XVIII, 2/2007. ISSN 1214-6374.
- [37] FILIP, P., *Debraning*. Praha: Mlynářské noviny, Ročník XVII., číslo 11/12 2006, nakladatelství 5Pdr. L. Peškové, 2006, 15 s. ISSN 1802-1921.
- [38] SLUKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie*. Ústav chemie a technologie sacharidů. [online]. [cit. 2011-04-27]. Dostupné z: <http://www.vscht.cz>.
- [39] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 3.vydání. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 8090-239137.
- [40] *Co je to vláknina?*. [online]. [cit. 2012-05-06].  
Dostupné z: [http://www.vlalnina.estranky.cz/co\\_je\\_to\\_vlalnina](http://www.vlalnina.estranky.cz/co_je_to_vlalnina).
- [41] SKOUPIL, J., MÜLLEROVÁ, M., ŠTROBACH, J. *Zpracování mouky*, Praha: NTL, 1981.

- [42] PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M. *Hodnocení kvality*. 1. vydání. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 2007. 187 s. ISBN 978-80-239-9475-9.
- [43] ČSN ISO 2171(46 1019). *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich – Stanovení popela*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [44] *Analýza mouky*. [online]. [cit. 2012-05-06].  
Dostupné z: [www.primat.cz/cuni-fhk/predmety/analyza-a...mouky.../download](http://www.primat.cz/cuni-fhk/predmety/analyza-a...mouky.../download).
- [45] HRUŠKOVÁ, M., JIRSA, O., ŠVEC, I., *Sacharido-amylázový komplex*, Ročník XVII., číslo 07-08/2006, nakladatelství 5Pdr. L. Peškové, 2006, 15s., ISSN 1214-6374.
- [46] *Stanovení redukujících cukrů*. [online]. [cit. 2012-05-06].  
Dostupné z: [www.spspt.kvalitne.cz/protokoly3/4.doc](http://www.spspt.kvalitne.cz/protokoly3/4.doc)
- [47] JIRSA, O., Hrušková, M., ŠVEC, I., *Hodnocení vlastností pšeničného těsta analýzou NIR Spekter mouky*, Chemické listy 102, 829-836, 2008.
- [48] *Stanovení lepku*. [online]. [cit. 2012-05-06].  
Dostupné z: [http://web.vscht.cz/koplikr/2\\_Cere%C3%A1lie.pdf](http://web.vscht.cz/koplikr/2_Cere%C3%A1lie.pdf).
- [49] Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 333/1997 Sb. Vyhláška, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich. V platném znění.
- [50] *Weizen*. [online]. [cit. 2012-05-06].  
Dostupné z: <http://www.marions-kochbuch.de/index/1972.htm>.
- [51] *Kukuřice*. [online]. [cit. 2012-05-06].  
Dostupné z: <http://hn.ihned.cz/c1-45257060-kukurice-pristala-v-africe-dlouho-pred-kolumbem-privezli-ji-faraoni>.
- [52] *Morfologie a anatomie obilovin*. [online]. [cit. 2012-05-06].  
Dostupné z:  
[http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul\\_key=81&idkapitola=4](http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=81&idkapitola=4).

- [53] *Klejevův diagram*. [online].[cit.2012-05-06].  
Dostupné z: <http://agrice.blog.cz/1001/obecne-minimum-k-zakladum-skladovani-nekterych-obilnin>.
- [54] *Skladování obilí*. [online].[cit.2012-05-06].  
Dostupné z: <http://www.agrico.cz/skladovani-obili-1-46.html>
- [55] *Mlečí válcová stolice*. [online].[cit.2012-05-06].  
Dostupné z: <http://www.cz.all.biz/g33056/>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

g	gram
kg	kilogram
mm	milimetr
cm	centimetr
NIR	spektrofotometrie v blízké červené oblasti
AV	aktivní větrání

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1	Pšenice [50].....	15
Obr. 2	Kukuřice [51].....	18
Obr. 3	Morfologie a anatomie obilovin [52].....	21
Obr. 4	Klejevův diagram [53].....	36
Obr. 5	Sklad obilovin [54].....	38
Obr. 6	Mlecí válcová stolice [55].....	43
Obr. 7	Mletí pšenice [4].....	45

## SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1	Chemické složení mouky [4].....	52
-----------	---------------------------------	----