

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 CÍL PRÁCE	8
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
3.1 Legislativa	9
3.2 Druhy a typy mouk	10
3.3 Chemické složení mouky	10
3.3.1 Škrob	11
3.3.2 Bílkoviny	12
3.3.3 Tuky	14
3.3.4 Cukry	15
3.3.5 Slizy	15
3.3.6 Vláknina	17
3.3.7 Popeloviny	17
3.3.8 Enzymy	18
3.3.9 Vitaminy	21
3.4 Pekařská jakost pšeničné mouky	22
3.4.1 Schopnost tvorby plynu	22
3.4.2 Pekařská síla mouky	24
3.4.3 Barva mouky	24
3.4.4 Granulace mouky	25
3.5 Pekařské vlastnosti žitné mouky	25
3.6 Změny mouky při skladování	27
3.7.1 Zrání pšeničné mouky	28
3.7.2 Zrání žitné mouky	30
3.7 Vliv kvality mouky na technologii výroby a pekařský výrobek	31
3.8 Mouky z jiných plodin	35
3.7.1 Amarant	36
3.7.2 Proso seté	36
3.7.3 Quinoa	37
3.7.4 Pohanka setá	38
3.7.5 Pšenice špalda	38
3.7.6 Pšenice dvouzrnka	39
3.7.7 Sója	40
3.7.8 Tvrdá pšenice	41
4 ZÁVĚR	42
5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44

1 ÚVOD

Obiloviny byly člověku zdrojem uhlohydrátové potravy již v dobách velmi dávných. Jelikož tehdy člověk neznal žádný mlýnský způsob zpracování obilovin, byly používány tak, že celé nebo poněkud rozdrčené obilí se pražilo a v té formě sloužilo člověku za potravu. Římany byl tento způsob využíván až do roku 715 před n. l. Teprve postupem doby se člověk naučil rozmělnovat obilní zrna na šrot a mouku.

Paleta obilovin pro lidskou výživu je značně pestrá, od základních chlebových obilovin (pšenice, žito) až k maloobjemovým (proso, pohanka, amarant, atd.). Zvýšená produkce obilovin a intenzivnější využití jejich genetického potenciálu bude zřejmě jedinou možností řešení problému výživy obyvatel zemí třetího světa.

Nejrozšířenější obilovinou je pšenice s celosvětovou roční produkcí kolem 580 mil. tun a žito s roční produkcí kolem 20 mil. tun. V České republice se ročně vyprodukuje 6,8 – 7,1 mil. tun obilovin a z toho se asi 2,1 mil. tun zpracovává na potraviny.

Mouka je pro svou vysokou kalorickou hodnotu energetickým základem výživy člověka. A proto pekařské výrobky z mouky, především chléb, tvoří značný podíl stravy člověka.

Mouka je univerzální surovina pro výrobu celého pekařského sortimentu. Ve většině těst tvoří 60 i více procent z jejich hmotnosti. Rozhodující význam má pšeničná mouka, žitná mouka se používá téměř výhradně k výrobě chleba, výjimečně do některých druhů pečiva (dalamánky). Jakost mouky je jedním z hlavních činitelů ovlivňující technologický postup a tím jakost a výtěžnost konečných výrobků. Znalost jakosti hlavní suroviny má pro pekařské zpracování velký význam.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce na téma „Mouka jako základní surovina v pekárenské výrobě“ bylo prostudovat dostupnou literaturu a vypracovat literární přehled zabývající se moukou používanou v pekařství.

V úvodní části popsat legislativní požadavky, druhy a typy mouk a chemické složení mouky. V další části popsat pekařské vlastnosti pšeničné a žitné mouky a změny mouk při skladování. V závěrečné části vysvětlit vliv kvality mouky na technologii výroby a pekařský výrobek a seznámit s moukami z jiných plodin.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Legislativa

(zpracováno dle přílohy č.2 k vyhlášce č. 333/1997 Sb.)

Fyzikální a chemické požadavky

- vlhkost mouk ze všech druhů obilovin, pohanky a rýže smí být nejvýše 15,0 %
- kukuřičné mouky a krupice smí obsahovat nejvýše 3,0 % tuku v sušině
- mouky nesmějí být běleny chlorem
- celozrnné mouky smí obsahovat nejvýše 1,9 % minerálních látek

Smyslové požadavky na mouku

- mouky pšeničné jsou bílé s nažloutlým odstínem
- pšeničná chlebová je bílá se žlutošedým nebo našedlým odstínem
- pšeničná celozrnná s hnědavým, načervenalým nebo tmavočerveným odstínem
- žitná světlá (výrazková) je bílá
- žitná tmavá chlebová šedobílá se zelenomodrým odstínem

Tab. 1 Členění a označování mouk

Podskupina	Granuláte * (μm %) (velikost ok/propad) nejméně nejvýše	Minerální látky (popel) ** (% hmotnosti v sušině) nejvýše
Mouky hladké z toho:	257/96 - 162/75	
pšeničná světlá	„	0,60
pšeničná polosvětlá	„	0,75
pšeničná chlebová	„	1,15
žitná světlá (výrazková)	-	0,65
žitná tmavá (chlebová)	-	1,10
Mouky polohrubé	366/96 - 162/75	0,50
Mouky hrubé	485/96 - 162/15	0,50

* granulace velikost podílu částic, které propadají sítem o stanovené velikosti ok

** minerální látky (popel) nespalitelné látky, které zůstanou po spálení vzorku za stanovených podmínek

3.2 Druhy a typy mouk

Druh mouky je mlýnský výrobek určitého složení, vyrobený podle předepsaného technologického postupu. V jeho názvu bývá často uvedeno určení nebo vlastnost mouky, např. pšeničná mouka pekařská Speciál, žitná mouka chlebová, pšeničná mouka celozrnná apod.

Typ mouky je číselné označení, jehož hodnota je tisíckrát větší než průměrný obsah popelovin (v procentech) v sušině mouky. Toto značení se už v dnešní době nepoužívá, i když obsah minerálních látek zůstává jedním ze základních analytických znaků.

V našem pekárenském průmyslu se jako základní surovina používá výhradně mouka pšeničná a žitná různého stupně vymletí. Pokud by se používalo mouk z jiných obilovin a dalších plodin (mouka kukuřičná, ječná, bramborová, sojová), jsou to pouze přísady (Hampl, Příhoda, 1985).

3.3 Chemické složení mouky

Chemické složení mouky je ovlivněno druhem obiloviny a odrůdou, půdními a klimatickými podmínkami, agrotechnikou, množstvím srážek v době dozrávání a v době sklizně, posklizňovou úpravou obilné masy a mlýnským zpracováním (Bláha, 1996).

Tab. 2 - Průměrné zastoupení hl. složek pšeničné a žitné mouky (Skoupil, 1994)

Složka	PM (v % sušiny)	ŽM (v % sušiny)
Škrob	75,0 až 79,0	69,0 až 81,0
Bílkoviny	10,0 až 12,0	8,0 až 1,4
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

Další složky - barviva (karotenoidy, chlorofyl)

- enzymy (amylasa, diastasa)

- vitamíny (skup. B, A, E)

Množství jednotlivých látek je ovlivněno stupněm vymletí. Větším vymíláním stoupá v mouce obsah bílkovin, minerálních látek a vlákniny, zároveň klesá obsah sacharidů – cukrů a škrobu (Bláha, 1996).

3.3.1 Škrob

Z hlediska hmotnostního zastoupení zaujímají škroby v mouce první místo. Z technologického hlediska se výrazně uplatňují až při vyšších teplotách, kdy dochází k jejich mazovatění za současného intenzivního vázání vody – hydrataci (Skoupil, 1989).

Škrob je polysacharid, obsahující dvě složky - amylosu a amylopektin. Na jejich poměrném množství závisí rozdílné vlastnosti škrobu a stavba škrobových zrn. Běžné obilní škroby mívají 55 až 80 % amylopektinu, který tvoří vnější část jednotlivých škrobových zrn a vnitřek tvoří amylosa (Matějovský, 1955). Amylosa je rozpustná ve vodě a amylopektin pouze bobtná a není schopen tvořit roztok.

Molekula škrobu se skládá z velkého množství zbytků glukopyranos. V mouce se nachází v podobě zrn různé velikosti a různého tvaru. V pšeničné mouce mají škrobová zrna tvar většinou kulatý až oválný, ve středu je někdy patrná malá kulatá dutinka a soustředěné vrstvy. V mouce se najdou vždy malá i velká škrobová zrna. Vyznačují se různou citlivostí vůči enzymům. Malá škrobová zrna se vyznačují vyšší odolností k vodě. Žitná škrobová zrna jsou celkově spíše větší, rovněž kulatého až oválného tvaru a některá jsou charakterizována dutinkou v podobě křížku, hvězdy nebo tvaru T aj.

Škrobová zrna za přítomnosti vody a za zvýšené teploty bobtnají a zvětšují objem. Optimum bobtnání škrobu nastává při teplotách 40 až 50°C, při dalším zvýšení teploty dochází ke zmazovatění škrobu, což má nesmírný význam pro spékání těsta. Vnější část škrobových zrn bobtná a vnitřní mikrokrystalická přechází v koloidní roztok. Vzniká škrobový maz, jehož viskozita je velmi důležitá pro jakost těsta a zadržování kvasných plynů. Počátek mazovatění u žitného škrobu je při teplotě 50 až 62°C, u pšeničného při teplotě 55 až 67°C. Optimální viskozita u žitného škrobu je kolem 70°C (61 až 72°C), u pšeničného kolem 90°C (88 až 92°C).

Zvláštní význam má viskozita škrobového mazu v žitných moukách, jejichž bílkoviny nemají pevnost a pružnost jako bílkoviny pšeničné, a kde jakost střídy je přímo závislá na viskozitě mazu. Příliš vysoká viskozita brání kvasným plynům v náležitém zvětšování objemu; zmenšené množství koloidně vázané vody je příčinou

suché, drobnivé střídy. Příliš nízká viskozita mazu a snadné mazovatění škrobu způsobuje, že těsto nedostatečně zadržuje kvasné plyny, které částečně unikají a tak vzniká nízké pečivo s nadbytkem vlhkosti ve střídě, přičemž významnou úlohu zde mají enzymy (Skoupil, 1989).

Důležitou vlastností škrobového mazu v pečivu je také jeho stálost. Během určité doby nastává oddělování frakce kapalné od tuhé. Oddělování vody ve zmazovatělem škrobu je jev zvaný synerese, který způsobuje stárnutí pečiva. Stálejší je maz pšeničný a žitný než ječný a kukuřičný. Synerese je opakem bobtnání.

Jakost škrobu v mouce závisí ve značné míře na množství a stavu amylolytických enzymů.

Hlavní význam škrobu pro pekařský výrobek spočívá v tom, že po ochlazení výrobku dojde k vytvoření pružného škrobového gelu, který je hlavním nositelem vláčnosti a obsažené vody ve střídě. Druhý význam představuje škrob jako zdroj zkvasitelných cukrů pro kvasinky při kypření těsta (Kučerová, 2004).

3.3.2 Bílkoviny

Obilné bílkoviny mají rozhodující vliv na technologii a znaky jakosti těsta a pečiva. Dusík je sice v bílkovinách obsažen jen asi 1/6 z celkového množství prvků, pro stavbu bílkovin má však neobyčejný význam.

Celkový obsah bílkovin v pšeničném zrně běžných odrůd se může pohybovat v rozmezí 8-16 %, při šlechtění speciálních odrůd se lze setkat s ještě většími rozdíly (Hoseney, 1994). Obsah bílkovin v mouce klesne po vymletí cca o 1 % oproti obsahu v zrně.

Převážnou část obilných bílkovin tvoří jednoduché bílkoviny, především albuminy, globuliny, prolaminy a gluteliny. Složené (konjugované) bílkoviny jsou obsaženy především v obilném klíčku a v aleuronové vrstvě. Odtud se v menší míře dostávají do mouky především fosfoproteidy, dále nukleoproteidy, chromoproteidy a glykoproteidy (Skoupil, 1994).

S možností využití náročnějších analytických metod byly pšeničné bílkoviny dále specifikovány a bylo dokázáno, že skupiny gliadinu ani gluteninu nejsou velikostně jednotnými makromolekulami. Nejprve pomocí elektroforesy na gelech byly dále rozděleny gliadiny na další frakce podle velikosti molekuly. Ty jsou podle dohody označovány jako α -, β -, γ - a ω -gliadiny. Bylo zjištěno, že zastoupení jednotlivých frakcí v pšeničném gliadinu je charakteristické pro každou odrůdu pšenice.

S dalším pokrokem separačních metod byly postupně separovány i různé frakce gluteninu. Jejich molekulové hmotnosti jsou uváděny v rozmezí 200 tisíc až kolem 10 milionů (Lásztity, 1986).

Již zmíněný velký rozsah velikostí molekul gluteninových polymerů vedl k tomu, že se postupně začaly rozlišovat nízkomolekulární gluteninové podjednotky (low molecular weight glutenin subunits LMW-GS) a vysokomolekulární podjednotky (high molecular weight glutenin subunits HMW-GS).

V průběhu posledních cca 10 let jsou zejména HMW podjednotky zvlášť intenzivně studovány a postupně se objevují stále nové informace. V posledních letech byla podána řada důkazů, že na pekařské výsledky, představované především měrným objemem pečiva, má dominantní vliv podíl a asi velikost HMW podjednotek. V některých pracích bylo uváděno, že LMW mají opačný efekt, tedy s jejich rostoucím podílem měrný objem klesá. HMW podjednotky tvoří však pouze 12 % z celkového obsahu bílkovin mouky a nejsou jediným faktorem, který ovlivňuje kvalitu pečiva. Na rozdílech ve funkčních vlastnostech lepku se pravděpodobně podílejí asi ze 45-70 % (Mlynářské noviny, 2004).

Z hlediska procentuálního zastoupení a technologie pečiva mají největší význam proteiny gliadin (náleží do skupiny prolaminů) a glutenin (ze skupiny glutelinů). Podíl gluteninu je o něco větší než podíl gliadinu.

Pšeničné prolaminy a gluteliny omezeně bobtnají a za současného vložení mechanické energie na hnětení za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný gel, který se nazývá lepek. Při hnětení pšeničné mouky s vodou dochází právě ke vzniku lepku a ten tvoří vlastní kostru těsta. Lepek je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, jeho tažnosti a pružnosti. Těsto žitné, jehož kostrou není bílkovinný gel, ale je tvořeno převážně na bázi polysacharidů, tyto vlastnosti nemá (Příhoda, 2003).

Lepek tvoří 80 až 88% veškerých moučných bílkovin. Z těsta ho lze vyprat vodou (mokrý lepek) a vysušit (suchý lepek). Lepek se skládá z 43 až 57 % gliadinu, 33 až 39 % gluteninu, 4 až 5 % tuku a 8 až 10 % ostatních látek, hlavně sacharidů. Mokrý lepek je měkká, pružná a tažná hmota, šedožluté barvy. Jeho vlastnosti a množství ovlivňují v převážné míře pekařskou jakost pšeničné mouky. Je schopen vázat 150 až 250 % vody na svoji hmotnost a může adsorbovat i určité množství ostatních bílkovin, tuků, sacharidů, solí aj.

Při tvorbě pšeničného těsta dochází v průběhu hnětení k pozvolnému vytváření prostorově trojrozměrné sítě lepkové bílkoviny. Ta je nosnou strukturou těsta, které má

jak u žitného, tak u pšeničného těsta charakter tuhého gelu, ale s mnohem větší pružností pšeničného těsta než těsta žitného. Z původních směsí pevných a kapalných složek, kde jedinou spojitou disperzní fází je kapalina, se v krátké době vytváří systém, v němž je spojitou fází nabobtnalý gel a v něm jsou suspendována především škrobová zrna a další tuhé nebo hydrofilní gelovité složky (Kadlec, 2002).

V žitné mouce tvoří albuminy a globuliny jen asi polovinu všech bílkovin. V těstě se rozpouštějí na koloidní roztoky, takže žitné těsto je ve srovnání s pšeničným méně pružné a tažné. Lepkové bílkoviny se vyskytují v žitné mouce v menším množství než v mouce pšeničné a nemohou v těstě vytvořit souvislou zbobtnalou síťovinu, protože ihned po hydrataci vzniká komplex bílkovin se slizy.

V pekařství má neobyčejný význam denaturace a koagulace moučných bílkovin vlivem zvýšených teplot, k nimž dochází při pečení těsta. Částečně se mění struktura bílkovinné globule, vlivem tepla se usnadňuje hydrolýza bílkovin enzymy. Koagulací bílkovin vzniká v těstu pevná kostra budoucího pečiva, která zpevňuje stěny pórů, vytvořených účinkem kvasných plynů. Během tvorby těsta přecházejí bílkoviny mouky ze stavu zaschlého gelu do stavu zbobtnalého gelu, částečně až do stavu sólu, během pečení pak do stavu krystalu (Skoupil, 1994).

3.3.3 Tuky

Tuky obsažené v mouce jsou převážně smíšené triacylglyceroly nasycených i nenasycených kyselin.

Nejvíce tuku obsahuje klíček a aleuronová vrstva obilky. Podstatný podíl nepolárních tuků tvoří nenasycené mastné kyseliny, z nichž esenciální kyselina linolová tvoří minimálně 55 %. Kyselina linolová podléhá snadno oxidaci, což má za následek žluknutí mouky při delším skladování. Ještě náchylnější je nenasycená mastná kyselina linoleová, která je v menším množství také obsažena (Kučerová, 2004).

Obsah ve světlé mouce se v průměru pohybuje kolem 1,5 %, tmavších moukách přibližně do 2 %. Výjimkou jsou ovesné produkty neboť oves obsahuje vyšší podíl lipidů (Příhoda, 2003).

Přítomnost malého množství tuku (lipidů) a zejména fosfolipidů (např. lecithinu) v mouce je technologicky nutné. Obě skupiny látek totiž při mísení a zrání těsta vytvářejí s lepem komplex, čímž podporují jeho bobtnavost (Skoupil, 1989).

Pentosany se vyskytují především v žitné mouce, kde mají velký význam, ale v menším množství a s jinou strukturou se vyskytují i v pšenici (Müllerová, 1986).

V přirozených systémech pentosanu se nacházejí různé podíly proteinových řetězců, takže jde ve skutečnosti o glykoproteidy. Vedle toho jsou v preparátech rozpustných pentosanů zjišťována i malá množství derivátů kyseliny skořicové, a to kyselina kumarová, vanilová a ferulová. Zejména kyseliny ferulová, vázaná esterickou vazbou na xylosu v poměru 1 : 50, je významná. V pentosanech se tedy vyskytují různé reaktivní skupiny, umožňující tvorbu různých komplexů (vodíkové můstky, iontové a kovalentní vazby apod.).

Pentosany jsou koncentrovány v obalových vrstvách. Izolované pentosany se podařilo pomocí chromatografie na DEAE-celulose v borátovém cyklu rozdělit na pět frakcí, z nichž první je čistý arabinoxylan, ostatní dávají reakci na bílkoviny a jsou tedy glykoproteiny. Pouze jedna frakce, a to druhá, je však schopna vytvářet po oxidaci irreverzibilní gel. Pouze tato frakce také obsahuje kyseliny ferulovou, což svědčí o tom, že chinoidní oxidovaná forma této kyseliny může tvořit za pomoci vhodného chelatotvorného prvku (iontů vápníku) můstek mezi pentosanovým a bílkovinným řetězcem, příp. i další můstky (Hampl, Příhoda, 1985).

Rychlost reakcí tvorby gelu silně závisí na pH, při pH 9 je asi polovina pentosanů intaktní, při pH 4-5, tedy v žitných těstech běžném, je tvorba gelu prakticky okamžitá. Je však naopak bržděna ionty těžkých kovů (Fe, Co, Ni), i některými organickými látkami, jako je fenol, aminy, kyselina L-askorbová. Příliš vysoký obsah oxidativních látek je tvorbě gelu na překážku, případně podporuje jeho rozplývání. Uvedené poznatky se většinou týkají pšeničných mouk a pentosanů, ale do určité míry platí totéž i o žitných pentosanech.

Pentosany v žitné mouce váží pevně vodu již při normální teplotě a mají zásluhu na větší vláčnosti a pomalejším tuhnutí střídy (Příhoda, 2003).

Žitné slizy mají větší relativní molekulovou hmotnost, jsou schopny koloidně vázat až 800 % vody na svoji hmotnost a jejich roztoky mají vyšší viskozitu než roztoky slizů pšeničných. Proto žitné slizy příznivě ovlivňují vaznost mouky a zpomalují vysychání střídy. V těstě rychle bobtnají a vytvářejí komplexy se škrobem i s bílkovinami, proto nelze ze žitného těsta vyprat lepek (Hampl, Příhoda, 1985).

V průběhu pekařského technologického procesu se složení pentosanů mění. Vzrůstá obsah rozpustných pentosanů i celkové množství slizů. V průběhu vedení kvasů jsou slizovité látky odbourávány, patrně působením přítomných enzymů (pentosanas)

mouky, ale i enzymových systémů kvasové mikroflóry. Do roztoku přecházejí částečně i hemicelulosa, což svědčí o poměrně hlubokých strukturálních změnách této složky. Částečné odbourání slizů je technologicky prospěšné, protože jinak by se při optimálním přidavku technologické vody vzhledem k potřebě mazovatějšího škrobu, vytvořilo příliš tuhé těsto, což by vedlo k výrobkům malého objemu s málo pórovitou střídkou (Hampl, Příhoda, 1985).

Rozpuštěné pentosany jsou důležitými složkami pšeničné a hlavně žitné mouky. Mají značný vliv na absorpci vody moukou a její distribuci v těstě, na viskozitu těsta a jeho rheologické vlastnosti. Také další žádoucí pekařské vlastnosti mouky souvisí s přítomností pentosanů – větší objem chleba a kynutého pečiva jako důsledek zadržování oxidu uhličitého, snížení rychlosti retrogradace škrobu, a tedy stárnutí chleba a pečiva, vliv na žádoucí organoleptické vlastnosti chlebové kůrky (Velíšek, 2002).

3.3.6 Vlákna

Vlákninu v mouce představují nestravitelné nebo těžko stravitelné polysacharidy, především celulóza a hemicelulóza, dále pak lignin, pektinové látky, rostlinné gummy aj. Nacházejí se především v obalových částech a v aleuronových vrstvách zrna. Ještě donedávna byl zastáván názor, že přítomnost vlákniny snižuje jakost mouky i pečiva, protože způsobuje jeho zhoršenou stravitelnost. Podle nejnovějších lékařských výzkumů je však přítomnost vlákniny v potravě žádoucí, protože omezuje výskyt tzv. civilizačních chorob (rakovina trávicího ústrojí, arteriosklerosa aj.).

3.3.7 Popeloviny

Popeloviny obsažené v mouce jsou minerální látky, které po spálení mouky zanechávají nespalitelný podíl, popel. V obilném zrně jsou přítomny především v obalových částech, a proto více vymleté mouky mají větší množství nespalitelných látek (popelovin), jsou tmavší a mají vyšší kyselost (Skoupil, 1989).

V obilných moukách jsou zastoupeny tyto nejdůležitější prvky – fosfor, draslík, hořčík, vápník, sodík, síra, železo a mangan, které jsou pro rostliny životně důležité. Kromě těchto hlavních prvků je v moukách v nepatrném množství nebo jen ve stopách přítomno mnoho dalších biologicky účinných prvků, jako např. měď, zinek, kobalt, křemík, chlor, jod apod. (Matějovský, 1955).

Kromě nutriční hodnoty se popeloviny pozitivně projevují i jako biokatalyzátory různých enzymových pochodů v mouce a v těstech a v neposlední řadě i jako jedna z živin kvasinek (Skoupil, 1994).

3.3.8 Enzymy

Enzymy jsou vysokomolekulární látky bílkovinné povahy, které katalyzují chemické reakce procesů látkové přeměny; bez nich by tyto procesy probíhaly jen velice zvolna, nebo by neprobíhaly vůbec.

Aktivita enzymatické činnosti závisí na teplotě a kyselosti prostředí. Se zvyšováním teploty prostředí se zvyšuje aktivita enzymů až k určité hranici a potom opět klesá. Všechny enzymy se ničí při teplotě 100 °C; prakticky jsou však většinou inaktivovány již při 70 °C. Enzymy mouk obilních a kvasinek nabývají na své účinnosti nejvíce v rozmezí teploty 30 až 60 °C. To prakticky znamená, že jsou neúčinnější na počátku pečení (Matějovský, 1955).

Na činnost enzymů má dále značný vliv tzv. aktivní kyselost, vyjadřovaná hodnotou pH. Protože různé enzymy mají různou optimální hodnotu pH prostředí, nelze pro enzymatické reakce stanovit univerzálně vhodné optimum pH prostředí.

V pekárenské technologii se nejvýrazněji uplatňují tyto enzymatické skupiny:

- enzymy amylytické - enzymy štěpící škrob až na jednoduché cukry;
- enzymy proteolytické - štěpící bílkoviny na peptidy a aminokyseliny;
- enzymy lipolytické - štěpící tuky na glycerol a mastné kyseliny;
- fosfatasy - enzymy, jejichž účinkem se v mouce a těstě uvolňuje kyselina fosforečná a nastává mineralizace fosforu (Hampl, 1981).

Amylytické enzymy

Patří do skupiny hydrolas, katalyzujících hydrolýzu glykosidických vazeb, a proto se správněji označují jako glykosidasy nebo sacharidasy. Jsou specifické pro makromolekulární substrát (škrob), a proto náleží do skupiny polyas (polysacharidas). Kromě toho se v pekárenské technologii uplatňují některé enzymy ze skupiny olías (oligosacharidas), např. maltasa, štěpící maltosu na glukosu a sacharasa neboli invertasa, štěpící sacharosu (řepný cukr) na glukosu a fruktosu. Ty jsou však součástí enzymatického komplexu kvasničné buňky. Ostatní glykosidasy přítomné v mouce jsou méně důležité.

Při amylolytickém odbourávání se škrob štěpí nejdříve na vysokomolekulární dextriny (amylodextriny, erythrodextriny), dále na nízkomolekulární dextriny (achrodextriny) a posléze až na maltosu, která je jako zkvasitelný cukr hlavní zdroj uhlíkatých živin kvasných mikroorganismů. V moukách se vyskytují především dva druhy amylolytických enzymů, a to α -amylasa a β -amylasa, které se liší svým účinkem na glykosidické vazby škrobu (Hampl, 1981).

β -amylasa štěpí škrob na vysokomolekulární dextriny, které se svými vlastnostmi jen málo liší od škrobu a částečně vzniká maltóza. α -amylasa rozkládá škrob na nízkomolekulární dextriny a méně na maltosu (Maintz, 2002).

Obě amylasy jsou různě citlivé na kyselost prostředí. Větší citlivost α -amylasy na kyselost prostředí se využívá při zpracování mouky z porostlého obilí. Mouka z porostlého obilí totiž obsahuje α -amylasu ve velmi aktivní formě, takže by se jejím účinkem silně zvýšil obsah dextrinů, které by měly nepříznivý vliv na fyzikální vlastnosti střídy. Silnějším zakyselením kvasů a těst, při němž klesne pH dost hluboko pod optimální hodnotu (pH 5,0), se sníží aktivita α -amylasy a její nepříznivé účinky na fyzikální vlastnosti střídy se tím zmírní. α -amylasa je nejaktivnější při teplotě 50 až 70°C, tj. na začátku pečení, v průběhu mazovatění škrobu. Vyšší kyselost těsta jí znemožňuje plně rozvinout štěpný účinek, takže nemůže podstatně narušit a ztekutit škrobový maz vznikající v této fázi. V opačném případě, při normální běžné kyselosti, kdy účinek α -amylasy není podstatně bržděn, takže může ztekucovat škrobový maz, projeví se tato její činnost na finálním výrobku, tj. upečeném chlebě, mazlavostí střídy.

Podobně jako lze ke snížení aktivity α -amylasy využít její citlivost na kyselost, lépe řečeno nízké pH prostředí, lze využít i pH vyšší (zásadité).

β -amylasa je obsažena v normální mouce i v mouce z porostlého obilí, a to přibližně ve stejném množství, kdežto α -amylasa je obsažena v normální mouce v nepatrném množství, ale v mouce ze porostlého obilí v množství mnohokrát vyšším. Činnost β -amylasy je vždy žádoucí, neboť odbouráním škrobu až na maltosu se podstatně zrychluje průběh kvašení. Z toho plyne, že pekařské vlastnosti mouk zhoršuje především α -amylasa.

Nejvíce se nepříznivý vliv α -amylasy projevuje u mouk žitných. Naproti tomu u pšeničných mouk se její účinek snižuje přítomností lepku, který se hlavně (mimo škrobový maz) podílí na tvorbě struktury těsta z pšeničné mouky. Na druhé straně však v mouce z porostlého obilí je zvýšená aktivita nejen α -amylasy, ale i proteolytických enzymů, které narušují a zhoršují vlastnosti lepku (Hampl, 1981).

Proteolytické enzymy

Proteolytické působení se mnohem více projevuje u pšeničné mouky a u bílkovin jejího lepku než u mouky žitné, která lepek postrádá. Účinky proteolytických enzymů, ale nelze přehlížet ani u mouky žitné. Proteolytické enzymy totiž působí společně s enzymy diastatickými a navzájem se ovlivňují (Matějovský, 1955).

Proteolytické enzymy (proteasy) štěpí bílkoviny mouky až na aminokyseliny. Proteasy dělíme na peptidasy a proteinasy. Tyto enzymy jsou pozoruhodné hlavně u pšeničné mouky, v níž jsou bílkoviny nejvýznamnější. Peptidasy nemají v pekařství velký význam; hlavní pozornost je proto soustředěna na proteinasy.

Proteinasy mají velký vliv na fyzikální stav pšeničného těsta, neboť podstatně ovlivňují vlastnosti lepku. V mouce jsou obsaženy ve velkém množství, ale převážně v inaktivní (neúčinné) formě. Jejich aktivitu vyvolávají aktivátory, které se mohou dostat do těsta například s kvasnicemi. Z nich nejvýznamnější je tripeptid glutathion, obsažený ve značném množství v kvasnicích a v některých částech obilného zrna (klíčky).

V mouce z porostlého obilí dochází vlivem velkého množství glutathionu obsaženého v klíčku i jiných faktorů k aktivaci proteinas. Během kvasného procesu se tedy vlivem této zesílené proteolýzy značně narušují bílkoviny.

Vlivem chemických změn způsobených proteolytickými enzymy, při nichž se podstatně mění vlastností bílkovin, se mění výrazně i vlastnosti těsta. Těsto s nenarušenými, řádně hydratovanými bílkovinami (vyzrálým lepem, pružným a středně tažným) má velmi dobré pekařské vlastnosti; pečivo z něho vyrobené je klenuté, má velký objem a je pórovité, neboť udržuje téměř všechny kypřící plyn vyprodukovaný kvasnými mikroorganismy.

Naproti tomu těsto s narušenými, částečně již odbouranými bílkovinami tyto vlastnosti nemá. Je naopak rozbíhavé, při kynutí se nevyklene, nýbrž roztéká a není natolik pevné, aby dokázalo udržet potřebné množství kypřícího plynu; pečivo z něho vyrobené je při normálním kynutí nízké, při zkráceném dokynutí se pak získá výrobek malého objemu, i když vyhovujícího tvaru (Hampl, 1981).

Lipolytické enzymy

Lipolytické enzymy, zvané také lipasy, štěpí tuky na glycerol a mastné kyseliny. Tyto enzymy jsou obsaženy hlavně v klíčku. Do mouky přicházejí v menším nebo větším množství podle stupně vymletí.

V pekárenském technologickém procesu nemají lipolytické enzymy a lipolýza žádný zvláštní význam. Avšak při dlouhodobém skladování mouky mohou za určitých podmínek (vlhkost) vyvíjet více méně intenzivní činnost. To se pak projevuje zvyšováním kyselosti mouky, způsobeným přítomností volných mastných kyselin enzymaticky odštěpených z moučného tuku. Kyselost se ovšem nezvyšuje ve všech moukách stejně, neboť se uplatňuje vliv stupně vymletí mouky (výše vymleté mouky obsahují vyšší podíl tuku) a působí také skladovací podmínky.

Fosfatasy

Do této skupiny patří enzymy, které svým působením uvolňují kyselinu fosforečnou z různých organických vazeb (Matějovský, 1955).

Kyselina fosforečná tvoří asi polovinu minerálních látek mouky. Činností fosfatas se uvolňuje z organické vazby ve formě anorganických fosforečnanů. Ty pak mají velký význam v kvasném procesu jednak proto, že ovlivňují kyselost kvasů a těsta, jednak proto, že slouží jako živina pro kvasinky, a tím vstupují do cyklu enzymatické přeměny cukrů při kvašení (Hampl, 1981).

3.3.9 Vitaminy

Z vitamínů v obilovinách jsou nejdůležitější: ze skupiny vitamínů rozpustných ve vodě thiamin (vitamín B₁), riboflavin (vitamín B₂), niacin (vitamín PP), kyselina pantotenová (vitamín B₅) a pyridoxin (vitamín B₆); ze skupiny vitamínů rozpustných v tuku jsou to tokoferoly (vitamín E); význam provitamínu A (karotenu) není podstatný (Hampl, 1981).

Jejich rozložení v obilném zrně je velmi nestejně rozloženo. Ze zrna je na soubor těchto vitamínů nejbohatší klíček se štítkem. Druhou částí zrna na vitamíny poměrně bohatou jsou vnitřní obalové vrstvy zrna, tj. osemení a vnější část endospermu. Nejchudší na vitamíny je vnitřní moučné jádro (Matějovský, 1955).

Z toho je zřejmé, že podíl vitamínů v mouce je úměrný stupni vymletí. Vysoko vymleté tmavé mouky s vysokým obsahem popelovin si zachovávají značný podíl

vitamínů z původního zrna. Naproti tomu mouky nízko vymleté, světlé, s nízkým obsahem popelovin jsou na vitamíny nejchudší.

Při výrobě chleba a pečiva nevznikají při kvašení ztráty vitamínů. Naopak vitamín B₂ je v kyselém prostředí vůči oxidaci odolnější a vitamín B₁ je patrně některými mikroorganismy v průběhu kvašení dokonce produkován.

Při pečení se však obsah vitamínů působením vyšších teplot, zejména na povrchu těstového kusu, v kůrce, snižuje. Uvnitř těstového kusu, kde teplota nepřesahuje 96 °C, obsah vitamínů nijak podstatně neklesá. V kůrce dosahuje teplota 160 až 180 °C; to způsobuje destrukci značné části vitamínu B₁ a do určité míry i vitamínu B₂. Ostatní vitamíny v obilovinách, s výjimkou kyseliny pantothenové, jsou vůči vyšším teplotám odolné, takže teplota kůrky stačí jen jejich množství více nebo méně snížit. Na úbytek vitamínů při pečení má vliv také doba pečení, tj. doba po kterou je těstový kus – jeho povrch – vystaven působení vyšších teplot. Ve výhodě jsou menší těstové kusy, které jsou upečeny rychleji než kusy větší (Hampl, 1981).

3.4 Pekařská jakost pšeničné mouky

Pekařská jakost je dána množstvím a jakostí pšeničných bílkovin, viskoelastickými vlastnostmi lepku a enzymatickou aktivitou zrna (Kučerová, 2004). Při jejím určování stanovujeme obsah bílkovin, mokrého lepku, vlastnosti lepku, sedimentační hodnotu, enzymatickou aktivitu (číslo poklesu), reologické vlastnosti těsta a jako kompletní zkoušku provádíme pekařský pokus (Pelikán, 2001).

Vlastnosti mouky, které mají přímý vliv na jakost chleba tvoří její pekařskou hodnotu. U pšenice jsou to:

- schopnost tvorby plynu
- pekařská síla mouky
- barva mouky
- granulace mouky

3.4.1 Schopnost tvorby plynu

Podmínkou správného průběhu fermentace je dostatek zkvasitelných cukrů a dostatečná aktivita kvasinek. Zkvasitelné cukry mohou být přítomny už v mouce a vedle toho vznikají působením amylolytických enzymů v těstě. Pšeničná mouka má méně zkvasitelných cukrů (glukosa, fruktosa a zejména maltosa) než žitná, proto se do všech kynutých pšeničných těst přidává alespoň menší množství cukru. Pšeničné

mouky mají většinou nedostatek enzymů, proto se do nich přidávají ve formě různých zlepšovacích prostředků (Kučerová, 2004).

Při dostatečném množství kvasnic v těstě závisí intenzita kynutí a tudíž i tvorby plynu na množství zkvasitelných cukrů v těstě (glukosy, fruktosy a dále pak maltosy a sacharosy).

Množství zkvasitelných cukrů v těstě závisí:

- na množství vlastních, tzv. preexistujících cukrů, které se dostaly do mouky ze zrna a jsou v ní tudíž obsaženy ještě před zaděláním těsta,
- na cukrotvorné schopnosti mouky, tj. schopnosti tvořit maltosu, účinkem amylasy ze škrobu během vedení těsta.

Schopnost tvorby plynu závisí hlavně na cukrotvorné schopnosti a jen v menší míře na množství preexistujících cukrů. Tvorba plynů z preexistujících cukrů probíhá v podstatě v prvních 3 hodinách kynutí. V posledních hodinách, na nichž hlavně závisí úspěch technologického procesu (dokynutí, pečení) jde tvorba plynu na vrub preexistujících cukrů pouze v nepatrné míře. Proto je podstatně důležitější cukrotvorná schopnost mouky (Hampl, Příhoda, 1985).

Cukrotvorná schopnost mouky

Tato význačná vlastnost mouky, schopnost vytváření maltosy účinkem amylolytických enzymů je závislá na množství a vzájemném poměru α - a β -amylasy a na charakteru a rozměrech škrobových zrn.

Cukrotvorná schopnost zdravé mouky s dostatečným množstvím β -amylasy je určována velikostí a stavem škrobových zrn. Čím je mouka jemněji rozemleta a čím jsou tedy menší škrobová zrna a čím víc jich bylo mletím poškozeno, tím vyšší je cukrotvorná schopnost mouky. Rozhodující je také počet zrn poškozených mechanickými účinky. Zejména zrna poškozená při mletí mají na cukrotvornou schopnost mouky podstatný vliv.

V mouce z porostlého obilí, resp. s příměsí mouky z porostlého obilí prudce vzrůstá cukrotvorné schopnost v důsledku přítomnosti značného množství aktivní α -amylasy, které produkuje mnoho dextrinů, lehčeji zpracovatelných β -amylasou. Pokusně bylo dokázáno, že přidávkem preparátů α - a β -amylasy se cukrotvorná schopnost měnila různě. Přidávkem α -amylasy se zvýšila tvorba plynu téměř dvojnásobně, kdežto přidávek β -amylasy se prakticky téměř neprojevil (Hampl, Příhoda, 1985).

3.4.2 Pekařská síla mouky

Síla mouky je bezprostředně spjata s kvalitou a množstvím lepku a je předurčena genetickými vlastnostmi odrůdy pšenice a podmínkami jejího pěstování (Příhoda, 2003).

Síla mouky je schopnost vytvořit těsto, udržující větší, či menší množství oxidu uhličitého, vytvořeného kvašením. Tato schopnost je podmíněna fyzikálními vlastnostmi těsta. Schopnost vytvořit těsto o určitých fyzikálních vlastnostech se nazývá také schopnost zadržení plynů.

Pšeničná bílkovina má schopnost vytvořit při nabobtnání spojitou souvislou strukturní síť, která je základem stavební struktury pšeničného těsta. Obsah lepkové bílkoviny v mouce, vyjádřený obvykle jako obsah mokrého lepku má vliv na objem a tvar pšeničného pečiva. Vedle obsahu má význam i jeho kvalita (Kučerová, 2004).

Silná mouka je taková, které váže velké množství vody při zadělání, pomalu dosahuje optima svých fyzikálních vlastností. Při dlouhé době kynutí se její vlastnosti pomalu zhoršují a proto těsto dobře uchovává svůj původní tvar (nerozplývá se). Silná mouka má obvykle i značně vyvinutou schopnost tvorby plynů.

Opakem je mouka slabá, která vykazuje většinou menší vaznost, a její fyzikální vlastnosti dosahují rychle - často již v průběhu hnětení - svého optima, po němž ihned následuje prudké a dosti hluboké zhoršení. Pečivo z takové mouky má sklon k rozplývání, je značně lepivé a proto hůře zpracovatelné na strojích, často je u takové mouky snížena nebo naopak mírně zvýšena i plynotvorná schopnost.

Pojem síly mouky tedy zahrnuje schopnost zadržení (retence) plynů, dosažení velkého objemu pečiva a udržení žádoucího tvaru (Hampl, Příhoda, 1985).

3.4.3 Barva mouky

Barva mouky je závislá na několika činitelích, především na druhu a jakosti zrna, dále na druhu mouky na stupni vymletí, stáří apod. Pšeničné mouky méně vymleté mají barvu krémovou, která se stoupajícím stupněm vymletí přechází ve žlutou až žlutooranžovou. Žitné mouky výše vymleté mají barvu až světlešedou se zeleným nádechem (Skoupil, 1994).

Sledování barvy mouky byl v minulosti přisuzován mnohem větší význam než nyní, kdy se rozšířilo používání přísad celozrnných mouk nebo šrotů, případně i šrotových produktů z jiných obilovin, luštěnin a zrnin. Všechny tyto přísady ovlivňují

barvu nebo barevný odstín střídy pečiva mnohem výrazněji než jen mouka z různě vymleté pšenice (Příhoda, 2003).

3.4.4 Granulace mouky

Granulace mouky má v pekařství značný význam, neboť má vliv na probíhající biochemické a koloidní pochody v těstě.

Na specifické velikosti povrchu částic (povrch částic na hmotnostní jednotku mouky) závisí do značné míry vaznost vody. Je možno předpokládat, že čím bude mouka hladší, tím větší bude povrch a tím větší bude schopnost koloidního vázání vody, tím větší bude vaznost mouky. Tím je do značné míry předurčen vliv granulace na fyzikální vlastností a na výtěžek chleba.

Semílání na jemné granule má vliv na stupeň poškození škrobu, protože čím je intenzivnější vymílání, tím více škrobu je poškozeno. Poškozený škrob snáze podléhá působení amylolytických enzymů a je rychleji hydrolyzován na zkvasitelné cukry a také rychleji mazovatí. Při velkém rozsahu poškození vzniklé nízkomolekulární sacharidy a dextriny způsobí lepivost a obtížnou zpracovatelnost těsta (Příhoda, 2003).

K většině pšeničných výrobků není vhodná ani příliš hrubá, ani příliš hladká mouka. Příliš hrubá mouka dává chléb o malém objemu s tlustostěnnou střídkou. Příliš hladká mouka dává naopak rozplývavý chléb. Optimální velikost částic závisí na síle mouky (Hampl, Příhoda, 1985).

3.5 Pekařské vlastnosti žitné mouky

Parametry, určující pekařskou kvalitu žitné mouky, jsou do značné míry odlišné od mouky pšeničné. Hodnocení její pekařské kvality není tak detailně propracováno jako u pšeničné mouky.

Především je odlišná žitná bílkovina, která zčásti i vlivem působení žitných pentosanů není schopna vytvořit samostatnou souvislou prostorovou strukturní síť, která je nosnou kostrou pšeničného pečiva. U žitné mouky spolupůsobí při vázání vody již za normální teploty při hnětení žitné pentosany a při tvorbě struktury střídy hotového výrobku i škrob. Z toho vyplývá, že škrob hraje při tvorbě žitného těsta a struktury hotového výrobku větší roli než v pšeničném výrobku.

Pro zhodnocení pekařské kvality žitné mouky má zásadní význam stav amylaso-škrobového komplexu. V literatuře se dosud používalo termínu

„sacharido-amylasový“ komplex, jde však o působení amylas jen na složky škrobu, nikoliv na ostání sacharidy přítomné v zrně a mouce.

Pokud je nadměrná aktivita amylolytických enzymů nebo předem poškozené granule škrobu, je žitná mouka schopna velmi rychle vytvořit řadu produktů hydrolyzy škrobu (maltosa, dextriny) a její zpracovatelská kvalita se zhorší. Plynotvorná schopnost může být v souhrnu vyhovující, ale pokud dojde k bouřlivé fermentaci brzy po vyhnětení těsta a vyčerpá se rychle kvasná kapacita kvasinek, v závěru zpracování výrobek ztratí objem, případně se tvarové klenutí zcela propadne. Navíc se větším podílem dextrinů stává těsto lepivým, a není dále strojně zpracovatelné (Příhoda, 2003).

Stav amylo-škrobového komplexu je kontrolován pomocí přístroje amylograf a rychlometodou na přístroji Falling Number. Podle výsledků pokusného pečení jsou zhoršené výsledky pečení získávány u mouk s číslem poklesu z posledně jmenovaného přístroje pod 120 s. Hodnoty kolem 80 s již naznačují tak vážné poškození, že mouka bude tvořit lepkavou střídu a výrobek bude mít malý objem, a samotná mouka není zpracovatelná. Obdobně na tyto závady v kvalitě mouky ukazují vysoké hodnoty obsahu redukujících cukrů stanovených jako maltosa. Při výrobě chleba přímým vedením bez dostatečně kyselých živých žitných kvasů není často číslo poklesu 120 s dostačující pro zaručení dobré kvality výrobku, a nezbytné jsou žitné mouky s číslem 150-170 s.

Vzhledem k tomu, že mletí žitné mouky ve válcové stolici probíhá za drsnějších podmínek než u mouky pšeničné, je větší pravděpodobnost výskytu vyššího podílu poškozeného škrobu. Aktivita amylas, které na tento poškozený škrob působí velmi rychle, je v žitné mouce vyšší než v mouce pšeničné. Při výrobě žitného chleba tradičním způsobem, tj. kypřením žitným kvasem, je však aktivita amylas brzy snižována vyšší kyselostí vyzrálého žitného kvasu, proto v dalším zpracování a pečení těsta již fermentace probíhá žádoucím způsobem.

Významný je větší podíl pentosanů v žitné mouce. Ty jednak váží pevně vodu již při normální teplotě a mají zásluhu na větší vláčnosti a pomalejším tuhnutí střídy žitných výrobků, jednak pomáhají zpevňovat prostorovou strukturu těsta a střídy příčným vázáním své makromolekuly s makromolekulou bílkovin (Příhoda, 2003).

3.6 Změny mouky při skladování

Mouka čerstvě semletá, ale i mouka vyzrálá, zůstávají při dalším skladování živým materiálem, ve kterém probíhají změny, mající vliv na fyzikálně-chemické a technologické vlastnosti mouky. Mouka během skladování „zraje“ a její jakost se zlepšuje. Špatným, neodborným dlouhodobějším uložením se ale může kvalita mouky zhoršovat, což někdy vede k výraznému zhoršení jejích zpracovatelských ukazatelů.

Při skladování mouky se musí zabránit hlavně nepříznivým změnám enzymů a rozvoji škůdců jako jsou roztoči, larvy a mouční brouci. Moučné sklady mají být chladné, tmavé a suché (Heimann, 1969).

K příznivým změnám se řadí zlepšení jakosti mouky zráním, vlivem mastných kyselin a optimální kyselosti. K nepříznivým změnám patří přezrání mouky, zvýšení kyselosti, žluknutí, zahřívání a hrudkovatění, zhoršení pachu a chuti, změny způsobené mikroorganismy a živočišnými škůdci (Vavřena, 1955).

Čerstvá mouka se nehodí ke zpracování. Lepek z takovéto mouky nebývá často dostatečně tažný a snadno se trhá. Při zadělání se vytváří lepkavé těsto špatných fyzikálních vlastností a mouka má menší vaznost. Pekařský výrobek z takové mouky je rozplývavý, nízký, s trhlinami v kůrce, a malého objemu. Po určité době se jakost mouky zřetelně lepší. O době, které je třeba k dosažení optimálních vlastností, se názory vždy různily (Příhoda, 2003).

Doba zrání

Na zrání mouky má vliv v první řadě stupeň vymletí a to v tom smyslu, že výše vymleté mouky zrají rychleji. Také stupeň zralosti zrna má na zrání mouk vliv, neboť čím je zrno mladší, tím delší zrání musí prodělávat mouka. Vlhkost mouky zvyšuje rychlost zrání. Nejdůležitější faktorem je však teplota skladu. Již Balland (citoval Hampl, Příhoda, 1985) dokázal, že skladování mouky při 0°C po tři roky nemělo za následek zvýšení kyselosti, zatímco v teple se její hodnota zvyšovala velmi rychle. Čím je tedy vyšší teplota skladu, tím rychleji probíhá zrání mouky. Jistý vliv na rychlost zrání má konečně i způsob skladování.

Obecně platí, že slabší mouky vyžadují delší skladování, aby dosáhl lepek svých optimálních vlastností. Podle dnešních zkušeností probíhá rozhodující podíl vyzrávání mouk již během několika prvních dnů po vymletí.

3.7.1. Zrání pšeničné mouky

Ve starší odborné literatuře se uvádělo jako nezbytné skladování pšeničné mouky po dobu dvou měsíců, jinde pak, že stačí 12 dní, zejména je-li mouka pekařsky silná.

Změna vlhkosti

Mouka je silně hygroskopická, a tudíž se její vlhkost mění. Změna vlhkosti mouky je složitý proces, který závisí na mnoha faktorech, jako je např. výchozí vlhkost, relativní vlhkost vzduchu, teplota, způsob uskladnění aj. Pochod neprobíhá až do úplné ztráty vlhkosti, ale ustálí se, podobně jako u obilí, na určité rovnovážné vlhkosti, odpovídající relativní vlhkosti vzduchu. Sorpce vlhkosti na mouku probíhá prakticky dle stejných zákonitostí jako na zrna. Rovnovážná vlhkost se ustavuje rychleji, a nabývá přibližně stejných hodnot jako u obilí (Příhoda, 2003).

Změna barvy

Oxidací karotenoidových barviv (karotenů a xanthofylů) vzdušným kyslíkem se mění barva mouky do světlejšího tónu. Při krátké době skladování mouky od vymletí do zpracování daný jev nemá praktický význam, poněvadž ke skutečnému vybělení by došlo po tak dlouhé době, po jakou se již v praxi mouky neskladují.

Změny v kyselosti

Titrační kyselost i pH se během skladování mění, a to tím rychleji, čím je vyšší teplota vzduchu ve skladu a vlhkost mouky. Rovněž stupeň vymletí má vliv, protože výše vymleté mouky dosahují při skladování vyšší kyselosti. Vzrůst kyselosti je rychlý v prvních 15-20 dnech, potom se značně zpomalí. V minulosti prováděl Schulerud pozorování kyselosti žitných mouk po celý rok a konstatoval, že vzrůstá z 2,2 na 4,1 mmol/kg, kdežto u pšeničných mouk ze 2,0 na 3,3 mmol/kg. Kyselost žitných mouk tedy roste rychleji (Hampl, Příhoda, 1985).

Změny lipidických složek

Při skladování nastává enzymový rozklad tuku. Působením lipolytických enzymů dochází k hydrolýze, a tím k uvolňování mastných kyselin. Zvyšuje se číslo kyselosti, kdežto ostatní konstanty zůstávají nezměněny. Při delším skladování může nastat ještě jiný proces, způsobený enzymy lipoxygenasami. Uvolňování mastných

kyselin probíhá podstatně rychleji, než jejich oxidační změny. Účinky lipoxygenas se projevují ve dvou směrech. Sensoricky zhoršením chuti, hořknutím až žluknutím a zatuchlým pachem mouky. Současně však oxidačním efektem může dojít ke zlepšení reologických vlastností těsta, vyrobeného z této mouky. Všechny pochody urychluje zvýšená teplota a vlhkost. Z mastných kyselin má největší význam a vliv na změnu jakosti mouky kyselina linolová, linolenová a olejová uvolněné z obilných lipidů, které zpomalují bobtnavost lepku, snižují vaznost mouky a zvyšují odolnost škrobu vůči mazovatění (Příhoda, 2003).

Změny v bílkovinnno-proteinasovém komplexu

Množství celkového dusíku zůstává prakticky nezměněno. Také množství bílkovinného dusíku se dle údajů některých autorů nemění. Jiní udávají jisté snížení bílkovinného dusíku a vzrůst obsahu aminového dusíku v solném extraktu. Množství vlhkého lepku klesá, jak zjistil Balland již v r. 1884 a to až o 1,5-3 %.

Změny v bílkovinnno-proteinasovom komplexu pšeničné mouky se projevují v tažnosti a pružnosti lepku, které mohou mít pozitivní i negativní vliv na vlastnosti těsta. Snížením tažnosti a zvýšením pružnosti lepku silných mouk se může zhoršit zpracovatelnost těsta a snížit objem výrobků (Pekař cukrář, 2002).

Změny ve škrobo-amylasovém komplexu

Dlouho se studovala pouze cukrotvorná schopnost a obsah preexistujících cukrů a jejich změny při skladování. Někteří výzkumníci našli zvýšení, jiní snížení obou veličin. Popisuje se vliv proteolýzy na aktivitu amylas, a proto se dá předpokládat, že snížení proteolytické aktivity mouky během skladování musí mít vzápětí za následek jisté snížení amylolytické aktivity a schopnosti tvorby plynů. Kromě aktivity amylolytických enzymů se mění rovněž vlastnosti škrobu, jehož teplota mazovatění se průběhem skladování zvyšuje (Hampl, Příhoda, 1985).

Změny ve vaznosti mouky

Zráním se vaznost mouky zvyšuje a zpomaluje se bobtnání lepku. Z pokusů vyplývá, že v prvních obdobích se vaznost mění za normálních podmínek pouze nepatrně, teprve po delší době se znatelně zvyšuje.

3.7.2 Zrání žitné mouky

Pochody, probíhající v žitné mouce během skladování, jsou mnohem méně prozkoumány než v pšeničné mouce. Ukázalo se, že i žitná mouka potřebuje jistou dobu k tomu, aby nabyla svých optimálních vlastností. I ve starší literatuře se údaje o její délce rozcházejí podle Auermana (1979) až 30 dní, podle Matějovského (1985) 8 dní.

Zráním žitné mouky se podrobně zabýval Schulerud (citoval Příhoda, 2003), který na základě teorie o stavbě škrobového zrna vyslovil teorii, že zráním tuhne obalová vrstva škrobového zrna, složená z amylopektinu a zrno se stává odolnějším vůči mazovatění a amylolyze.

Při zahřátí moučných suspenzí na 70°C je viskozita tím nižší, čím je škrob odolnější vůči amylolyze. Současně a souběžně působí snižování amylolytické aktivity, což lze stanovit závislostí viskozity suspenze na stoupající teplotě. U čerstvých mouk proběhne mazovatění brzy, postupuje rychle, dosáhne se vysoké viskozity, závislé na aktivitě amylas, a maz je potom rychle odbouráván jejich amylolytickou činností. Během zrání mouky se stává škrob odolnějším v důsledku ztuhnutí amylopektinové vrstvy, mazovatění postupuje pomaleji, což se projeví na charakteru amylografické křivky. Křivka stoupá pomaleji a má nižší, poměrně okrouhlé maximum.

Stejně jako u pšeničné mouky, je důležité zvyšování kyselosti, a to především působením nenasycených mastných kyselin. Dle změn, probíhajících v žitné mouce, můžeme usuzovat podle Schuleruda (citoval Příhoda, 2003) na vhodnost 30 denního skladování žitné mouky k jejímu vyzrání. U celozrnné mouky se názory na nejvhodnější délku odležení také různí.

Žitná mouka je podstatně náchylnější k hořknutí a žluknutí během skladování. Důvodem je pravděpodobné její poněkud odlišné složení mastných kyselin ve srovnání s pšenicí. Nelze také vyloučit vliv jiného podílu volných a vázaných lipidů, a konečně i vyšší podíly podobalových vrstev, které se dostávají do žitných mouk při mletí. Ze všech těchto příčin nelze doporučit dlouhodobější skladování žitných mouk (Příhoda, 2003).

3.7 Vliv kvality mouky na technologii výroby a pekařský výrobek

Mouka je nejdůležitější surovinou v pekárenské výrobě a na její kvalitě značně závisí technologie výroby a vzhled konečného výrobku. Vlastnosti mouky jsou ovlivňovány konkrétní sklizní pšenice, klimatickými podmínkami, podmínkami semínání a skladování. Některé tyto faktory nelze ovlivnit, a proto není mouka vždy nejvyšší kvality.

Pekaři preferují dodávky mouky konzistentní kvality, byť i poněkud horší, před moukou, jejíž kvalita se mění s každou jednotlivou dodávkou.

Z dobré mouky je dobré pečivo. Jakost pečiva je v podstatě určena jeho vnějším vzhledem, objemem a tvarem, více méně hladkým povrchem, barvou kůrky a pružností a pórovitostí střídky. Pečivo z mouky špatné jakosti má střídku vlhkou, lepkavou, s trhlinami a s velkými póry (Hampl, Příhoda, 1985).

Základním faktorem výroby jsou zpracovatelské vlastnosti těsta. Určují, jak se bude chovat v procesu výroby mezi hnětačem a tvarovacím zařízením, tj. při dělení, vykulování, předkynutí, tvarování a osazování či vkládání do forem. Během těchto operací může příliš tuhé, nebo příliš slabé (volné) těsto působit problémy. Tuhé se špatně vyvaluje a tvaruje, při průchodu rozvalovacím strojem se trhá a při tvarování se vytvářejí nežádoucí velké vzduchové bubliny. Příliš volné těsto nemá odpovídající viskozitu a elasticitu. Jeho zpracování vyžaduje silné zaprašování moukou, které je pro výrobu chleba nevhodné. Výsledný pečený produkt má nekvalitní střídku s tvrdými hrudkami nebo žilkami. Mimoto má slabé těsto tendenci se lepit na válce rozvalovacích strojů, což způsobuje neúměrné prodlužování prostoje (Mlynářské novin, 1999).

Na základě poznatků získanými systematickými pokusy rozdělil Holý (1970) pšeničné mouky do čtyř skupin podle charakteristiky těst, určující průběh zpracování a zásadně ovlivňující jakost finálního výrobku.

Skupina I (roztékavé těsto) - je nevhodné pro zpracování strojní i ruční. Při tvarování se silně lepí, je třeba velkého množství mouky na zaprašování a není téměř možné ani ručně zhotovit požadovaný tvar výrobků. Vytvarované výrobky se ihned roztékají a mají silný lesk. Lepivost těsta nelze snížit ani úpravami doby zrání nebo teploty. Proto upečené výrobky mají ostré hrany, kůrka je tmavší, poseta drobnými nebo většími puchýřky a vždy bez parcelace. Střídky je tuhá, tmavší, s póry téměř stejnými. Chuť i vůně výrobků je zpravidla nevýrazná, až špatná. Mouka, z níž se vyrobí těsto

těchto vlastností, se nehodí ani jako příměs do mouky pekařsky lepších vlastností, do tzv. mouky silné.

Skupina II (lepivé těsto) – je poněkud pružné, není vhodné pro zpracování na mechanizovaných linkách. Z mouk této skupiny se musí udělat příliš hustá (tuhá) těsta, aby je bylo možno zpracovat. Těsta zráním řádnou (povolují) a vyžadují při přetuzování značné dávky mouky na poprášení. Při vší snaze o dobré zpracování poskytují tyto mouky pečivo malého objemu s tmavou kůrkou, částečně puchýřovitou a bez parcelace. Střídka je tmavá, tuhá, s nerovnoměrnou pórovitostí a nevalnou chutí a vůní. Výťažnost pečiva je vždy velmi nízká. Mouky této skupiny nejsou tedy vhodné pro samostatné zpracování, avšak mohou být vhodným příměskem k silnějším moukám.

Skupina III (krátké těsto) - musí se dělat tuhá a mají podobný charakter jako žitné těsto. Zpracovávají se poměrně dobře, ale výrobky z nich jsou nevyhovující. Charakteristická nesoudržnost těsta se nepříznivě projevuje i na vrchní kůrce pečiva. Kůrka je zpravidla popraskaná, obtížně se zabarvuje, a proto je obvykle světlá až bledá, dobře parceluje. Střídka je suchá, tvrdá až drobivá, špatné chuti i vůně. Pečivo má krátce po vyrobení charakter starého pečiva. Výťažnost je velmi nízká, neboť mouka má malou schopnost vázat tekutinu. Přimíchávání těchto mouk je velmi problematické. Jsou to mouky velmi škrobnaté, s drobivým lepkem, vhodné pro výrobu oplatek, sušenek a některých cukrářských výrobků, například lineckých a vaflových těst, tedy výrobků nekynutých.

Skupina IV (málo pružná, pružná a velmi pružná těsta) - mouky dodávané do pekáren patří zpravidla do této skupiny, neboť dávají těsta málo pružná, pružná a ojedinele velmi pružná. Z těchto tří druhů těst je pro zpracování na mechanizovaných výrobních linkách nejvýhodnější těsto pružné. Zkušenosti ukazují, že smícháním mouk různého stáří a z různých dodávek (zámelů) se získá mouka průměrné kvality a jednotných technologických vlastností.

Kromě tohoto jsou důležité vady mouky způsobené porostlým obilím a mouky s nekvalitním lepkem.

Nekvalitní lepek

Kynutá těsta vyžadují mouku s dostatečným množstvím kvalitního lepku. Lepek musí být pružný, dobře bobtnavý, aby co nejvíce zvětšoval objem, aniž by se měnily jeho vlastnosti. Jinak se těsto trhá, klesá, je špatně klenuté a výrobek je nedostatečně kyprý a objemný. Mouka se středním obsahem lepku, tzv. slabší mouka, je vhodná

pro šlehané hmoty. Mouka s nízkým obsahem a méně kvalitním lepem je vhodná na linecká, křehká a jiná chemicky kypřená těsta. U silných mouk musíme při výrobě chemicky kypřených těst snížit intenzitu a zkrátit dobu zadělávání, omezit manipulaci při vyvalování a tvarování na minimum, neboť to všechno podporuje bobtnání a stahování lepku, a tím způsobuje gumovitost těsta a potíže při tvarování (Hampl a kol., 1981).

Čerstvá mouka se nehodí ke zpracování. Lepek z této mouky nebývá často dostatečně tažný a snadno se trhá. Při zadělání se vytváří lepkavé těsto špatných fyzikálních vlastností a mouka má menší vaznost. Pekařský výrobek z je rozplývavý, nízký, s trhlinami v kůrce, a malého objemu. Po určité době se jakost mouky zřetelně lepší (Příhoda, 2003).

Porostlé obilí

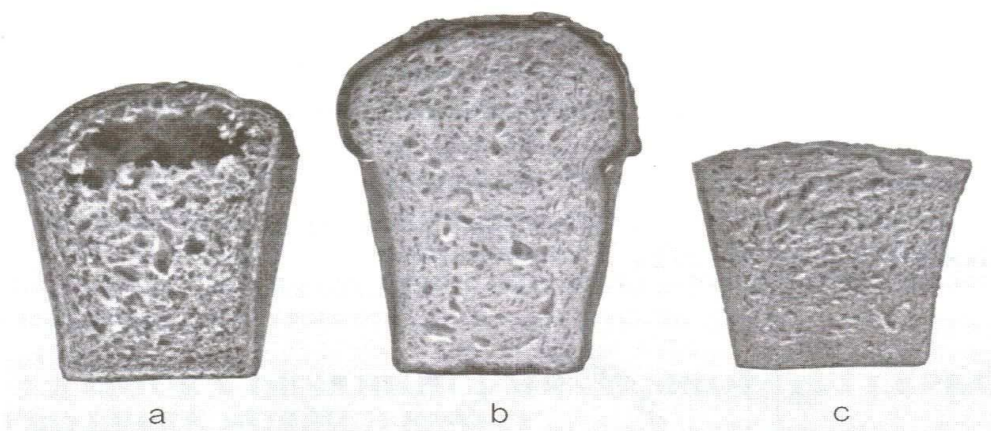
Při porůstání dochází k zvýšené činnosti enzymů projevující se změnou fyzikálně chemických a technologických vlastností:

Moučné bílkoviny se štěpí komplexem proteolytických enzymů (proteas) až na nižší peptidy, což je příčinou podstatné změny (reologických vlastností) lepku. Lepek z porostlého obilí je méně tažný, pevný, pružný a má horší bobtnavost. Těsto je pak rozbíhavé, při kynutí se nevyklene, nýbrž roztéká a není natolik pevné, aby dokázalo udržet potřebné množství kypřícího plynu; pečivo z něho vyrobené je při normálním kynutí nízké, při zkráceném dokynutí se pak získá výrobek malého objemu, i když vyhovujícího tvaru (Hampl a kol., 1981).

Moučné škroby jsou při klíčení odbourávány skupinou diastatických enzymů, především α -amylasy a β -amylasy; α -amylasa (dextrinogenní, ztekucující enzym) může rozštěpit amylosu až na maltosu, případně i glukosu. Amylopektin je α -amylasou štěpen na nízkomolekulární, ve vodě rozpustné dextriny, takže vyšší aktivitou tohoto enzymu dochází ke ztekucení škrobové suspenze a tím se zhorší zpracovatelská kvalita.

Plynotvorná schopnost může být v souhrnu vyhovující, ale pokud dojde k bouřlivé fermentaci brzy po vyhnětení těsta a vyčerpá se rychle kvasná kapacita kvasinek, v závěru zpracování výrobek ztratí objem, případně se tvarové klenutí zcela propadne. Navíc se větším podílem dextrinů stává těsto lepivým, a není dále strojně zpracovatelné. Při procesu pečení pak α -amylasa, která má optimum aktivity při vyšších teplotách, silně naruší strukturu těsta, protože narušený škrob nemá kapacitu k udržení

dostatečného množství vody ve střídě. Pečivo pak má nekvalitní střídu – mazlavou nebo drobivou podle stupně poškození (Příhoda, 2003).



a – lepkavý chleba (vysoká α -amylasová aktivita)

b – dobrý chleba (normální α -amylasová aktivita)

c – suchý chleba (nízká α -amylasová aktivita)

Obr. 2 Vliv α -amylasové aktivity na kvalitu výrobku (Skoupil, 1994)

Nejpronikavěji se nepříznivý vliv α -amylasy projevuje u mouk žitných. Naproti tomu u pšeničných mouk se její účinek snižuje přítomností lepku, který se hlavně (mimo škrobový maz) podílí na tvorbě struktury těsta z pšeničné mouky. α -amylasovou aktivitu lze sledovat pomocí metody tzv. pádového čísla (mezinárodně označované jako Fallzahl, dříve jako Hagbergovo číslo).

Pro snížení aktivity α -amylasy se využívá silnější zakyselení kvasů a těst při němž klesne pH dost hluboko pod optimální hodnotu (pH 5,0). Tím se sníží aktivita α -amylasy a její nepříznivé účinky na fyzikální vlastnosti střídy se tím zmírní, α -amylasa je nejaktivnější při teplotě 50 až 70°C, tj. na začátku pečení, v průběhu mazovatění škrobu. Vyšší kyselost těsta jí znemožňuje plně rozvinout štěpný účinek, takže nemůže podstatně narušit a ztekutit škrobový maz vznikající v této fázi. V opačném případě, při normální běžné kyselosti, kdy účinek α -amylasy není podstatně bržděn, takže může ztekucovat škrobový maz, projeví se tato její činnost na finálním výrobku, tj. upečeném chlebě, mazlavostí střídy (Hampl a kol., 1981).

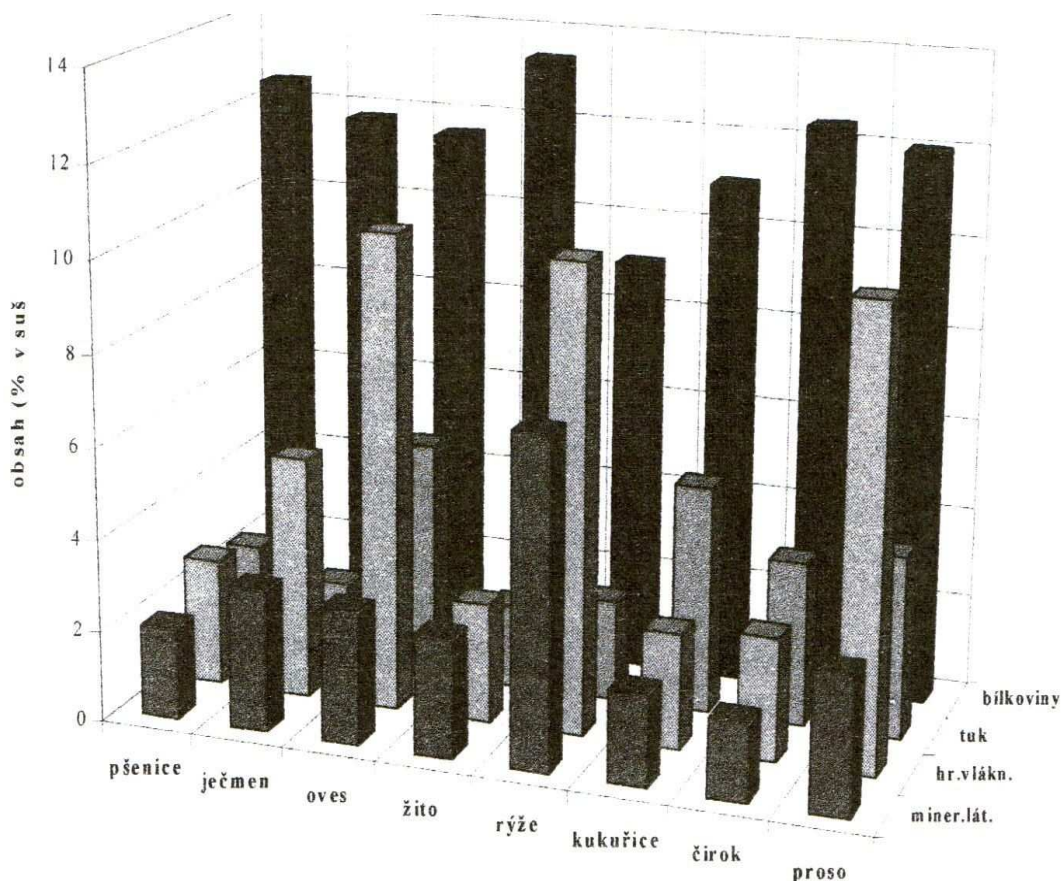
Další možností jak snížit aktivitu enzymů je vyšší dávka soli. Z běžných 1,5 - 2 % se u porostlého obilí zvýší dávka až na 3 %.

3.8 Mouky z jiných plodin

Nejznámější a také nejvíce používána je sice pšeničná a žitná mouka. Ale na trhu se pomalu objevují i mouky z jiných obilovin a rostlin – nejčastěji pohanky, quinoi, prosa, špaldy, sóji, amarantu, dvouzrnky a tvrdé pšenice. Je možné použít i přísady mouky kukuřičné, ječné, sojové, bramborové (získané mletím bramborových vloček) a mouku hrachovou (získanou mletím oloupaného hrachu).

Cena těchto mouk bývá často vyšší a převážně se prodávají v obchodech se zdravou výživou. Některé druhy jsou vhodné i pro osoby s alergií na lepek. Vyšší cena je dána především náročnějším technologickým zpracováním, nižší osevni plochou a menším výnosem.

Pekařské využití těchto mouk není v Evropě příliš rozšířené, protože výrobky z nich nejsou schopny vytvořit pevnou strukturu klenutého výrobku a připomínají spíše placky (Kučerová, 2004).



Obr. 3 Odlišnosti ve složení různých druhů mouk (Příhoda a kol., 2003)

3.7.1 Amaranť

Amarant neboli laskavec má bohaté laty s množstvím šedozelených drobných zrníček dozrávajících jen postupně, proto je velmi náročná jejich sklizeň. V ČR se pěstuje jen ve speciálních pěstitelských firmách účelově pro smluvní zpracovatele (Příhoda a kol., 2003).

Semena laskavce se využívají jako ingredience při výrobě různých pekařských výrobků, těstovin, dětské výživě a instančních nápojů. Pro tyto způsoby se různým způsobem upravují. Celá amarantová zrna jsou vhodná jako přídavek pro celozrnný chléb, kde mohou nahradit až 10 % pšeničné mouky.

Mouka celozrnná nebo s nižším podílem obalů se může vymílat z neupravených nebo předem různě upravených semen laskavce. Má oříškovou příchuť a je vhodná především na přípravu nekvašených plochých druhů chleba (tortilly, chapatti). Zde její zastoupení tvoří 10-30 % a výrazně zvyšuje obsah bílkovin (Michlová, 1999).

Amarantová mouka nemůže být sama zpracována na pekařské výrobky, neboť nemůže vytvořit klenutý výrobek. Přidává se od 10 do 15 %, vyšší množství již značně ovlivňuje tvar nebo strukturu výrobku, který se pak liší od tradičních.

V ČR je poměrně vysoký sortiment výrobků, které obsahují laskavec. Kromě neupravených semen, je to amarantová mouka, různé sušenky, pekařské směsi, extrudované výrobky, amarantové pukavce, těstoviny.

Amarantová mouka je surovinou pro výrobu – amarantových koláčků, sýrového amarantového pečiva, preclíčků sypaných mákem, grahámek, bábovky, perníků, amarantových kopečků, vaflí s amarantem atd.

Receptura – sýrové amarantové pečivo

250 g taveného sýra, 120 g rostlinného másla, 700 g amarantové mouky, 1500 g polohrubé mouky, sůl, bazalka. Z uvedených surovin se vypracuje těsto, které se rozválí na placku o síle stébla. Z placky se vykrajují různé tvary a povrch se potře rozšlehaným vejcem nebo bílkem. Peče se v teplé troubě do růžova (www.amaranth.cz).

3.7.2 Proso seté

Většina prosa se přímo potravinářsky zpracovává. Zrna jsou malá pluchatá, pro další použití se obušují a leští. Tyto leštěná zrna žlutavé barvy se nazývají jáhly.

Jáhly jsou dobře stravitelné, výživné a velmi chutné. Mají příznivý poměr živin blízký se doporučenému poměru bílkovin, tuků a sacharidů. Jsou významějším zdrojem vitamínů než ostatní obiloviny. Svoji hodnotou se vyrovnají ovesným vločkám.

Významnou předností je, že nevyvolávají alergii u konzumentů s lepkovou intolerancí a rozšiřují sortiment dietních potravin.

Kromě přímého kuchyňského využití jáhel se mohou drtit na mouku a krupici. Vzhledem ke krátké trvanlivosti tyto frakce v prodejnách nejsou běžně dostupné. Jahelná mouka se používá k výrobě jahelných těstovin, nebo jako přídavek do jiných potravinářských a pekařských výrobků (chléb, pečivo, sušenky). Občas se prodává jahelná muka extrudovaná, která má prodlouženou trvanlivost.

Proso dává pokrmům jemně kořeněnou chuť. Mouka se přidává do běžných obilných mouk pro zvýraznění chuti (Prugar, 2005).

V ČR proso dosud není dostatečně doceněno. Dosavadní uplatnění nacházelo hlavně jako krmení ptactva. Skromnost této kultury a relativně dobrý výnosový potenciál a dobrá rentabilita pěstování vytváří předpoklady pro rozšiřování pěstitelských ploch prosa pro potravinářské účely (Michlová, 1999).

Jahelná mouka je surovinou pro výrobu – jahlového nákypu s tvarohem, ovocné jahlové bábovky s ořechy, jahelníku s ovocem a oříšky atd.

Receptura - Ovocná jáhlová bábovka s ořechy

200 g hladké jáhlové mouky, 400 g uvařených studených brambor, 150 g polohrubé pšeničné mouky, 80 g tuku, 100 g moučkového cukru, 2 vejce, 250 ml mléka, 100 g mletých ořechů, 1 vanilka, trochu prášku do pečiva, rozinky, směs sušených švestek, meruněk, jablek, strouhaná citrónová kůra, skořice

Vařené brambory se předem jemně nastrohají a sušené ovoce (může se použít i kompotované) se nakrájí na menší kousky. Vejce se ušlehá s tukem a cukrem a postupně se vmíchají další uvedené přísady. Bábovková forma se vymažeme tukem a vysype hrubou moukou. Těsto se urovná a pomalu peče v mírně vyhřáté troubě do zlatova (www.probio.cz).

3.7.3 Quinoa

Quinoa má vysokou stravitelnost, nutriční hodnotu a příjemnou chuť. Pro potravinářský průmysl se využívají především semena zbavená přítomných saponinů. Zpracováním na mouku s 85-99% vymletím se obsah saponinů minimalizuje bez nutnosti namáčení a opětovného sušení zrna.

Semena semletá na mouku či krupici mají široké využití. Z celozrnné mouky se připravuje chléb „kispina“, ve směsi s pšeničnou moukou různé pečivo, sušenky

a biskvity. Se 40% podílem quinoi se připravují kvalitní těstoviny (Michlová a kol., 1999).

Quinoová mouka se přidává k pšeničným, rýžovým, kukuřičným či sojovým mlýnským produktům na výrobu chleba a jiného pečiva. Pro dětskou výživu je vhodná zejména mouka z naklíčených semen (Prugar, 2005).

Quinoová mouka je surovinou pro výrobu – sýrových palačinek s quinoi, sýrových kroket atd.

3.7.4 Pohanka setá

V posledních letech získává významné postavení jako tržní plodina a je zaznamenán výrazný zájem o její pěstování a konzumaci.

Z běžného sortimentu pohankových výrobků je nejvíce konzumovaná pohanková mouka a oloupané zrno.

Ve Slovinsku je velmi oblíbený pohankový chléb, připravený z pohankové (30 %) a pšeničné mouky (70 %). V některých zemích střední a východní Evropy jsou velmi oblíbeny kaše, případně tradiční výroba pohankového pečiva.

V ČR v současné době začínají uvádět na trh pohankové těstoviny, různé pekařské a cukrářské výrobky. Na trhu pohankový chléb a speciální výrobky pro lidi trpící celiakií (Michlová, Hutař, 1999).

3.7.5 Pšenice špalda

Na našem území pšenice špalda neměla v historii velkou tradici. V polovině 18. století byla více pěstována na Litomyšlsku, kde se z ní pražila kávovina. V 19. a 20. století se na území ČR nepěstovala vůbec. V současné době se zvyšuje zájem o její pěstování především v ekologickém zemědělství.

Pšenice špalda je výjimečná svou chutí i látkovým složením svého zrna. Málo šlechtěná obilnina si zachovává vyrovnaný obsah kvalitních nutričních látek. Obsahuje 16 - 17 % bílkovin což je mnohem více ve srovnání s pšenicí setou, která má (12-14 %), dále kvalitní tuk (2,5 %) s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, sacharidy (68 %) je bohatá na vitamíny skupiny B, A, E a minerální látky především fosfor, železo a hořčík. Vysoký obsah vlákniny (8,8 %) podporuje trávení a střevní peristaltiku. Bílkovina špaldy má vysokou nutriční hodnotu a jiné složení aminokyselin než bílkovina pšenice seté. Lidé alergičtí na pšeničný lepek proto špaldu většinou snášejí.

Obsah lepku se pohybuje v rozmezí 35 – 45 %, nebo dokonce až 54 % a jeho kvalita je vysoká (Bulíř, 2006).

Pšenice špalda je potenciálním zdrojem nových potravinářských produktů s vysokým obsahem vlákniny. Ze špaldové mouky se vyrábí chléb a jiné pečivo. Dále se používá na základy nebo přísady do těstovin, tvoří přísadu müsli i vánočního pečiva, zrna špaldy se dále zpracovávají na kroupy, krupici či vločky vhodné do kaší nebo polévek (www.probio.cz).

Chléb či jiné pečivo s přídavkem špaldové mouky má příjemnou vůni, velký objem a pórovitost střídy, kůrka bývá správně trochu rozpraskaná výborně chutná a dlouho vydrží vláčný a čerstvý (Prugar, 2005).

Receptura - špaldo - jablečný chléb

Ke 100% špaldo – jablečné směsy se přidá droždí a voda. Těsto je velmi volné, protože na 1 kg směsi připadne 0,750 litru vody. Těsto se důkladně promíchá a nechá asi 30 minut stát. Teplota těsta by měla mít 28 - 30°C. Před rozvažováním se těsto lehce přetučí a navažuje do připravených forem. Doba kynutí je 45 – 60 minut (záleží na prostředí kynárny). Doporučené hodnoty jsou 40°C a 70% vlhkost. Doba pečení je závislá na navážce. Při navážce 900g je doba pečení 50 minut.

3.7.6 Pšenice dvouzrnka

Na Východní Moravě a Slovensku byla na malých parcelách k nalezení ještě v 70. letech. S oblibou se donedávna používala k přípravě aromatické a vysoce výživné kaše. Kroupy z ní se přidávaly do jelit nebo se vařila chutná polévka či jiné pokrmy. Ve srovnání s pšenicí setou poskytuje nízký výnos, ale kvalita jejího zrna je vysoká. To je důvodem, že i když v minulosti byla především “potravou chudých”, v současné době je potenciálním zdrojem nových potravinářských produktů s nadstandardní kvalitou i cenou.

Obsah bílkovin v zrně se pohybuje mezi 15 až 24 %, zatímco u pšenice seté je to jen asi 12 %. U pšenice dvouzrnky se obecně zjistily vyšší obsahy vitamínů A, B, C i minerálních látek (vápník, fosfor, hořčík). Významně vyšší je především obsah zinku.

Z dietického hlediska je důležité, že dvouzrnka je lehce stravitelná, neobsahuje antinutritivní složky, působí příznivě i na trávicí trakt a má i pozitivní účinek na snižování obsahu cholesterolu v krvi. Konzumace dvouzrnky vykazuje mnohem nižší toxicitu pro jedince alergické na lepek a v některých případech alergii vůbec nevyvolává.

Současný sortiment výrobků z pšenice dvouzrnky je široký. Existuje spousta tradičních receptů a vznikly nové, moderní. V současné Itálii je snad nepopulárnější plochý chléb (‘focaccia’), na trhu jsou sušenky, biskvity, cukrovinky, těstoviny. V Německu, Belgii a Švýcarsku se mouka dvouzrnky přidává do chleba a jiných produktů. Svoji pozici získala i na americkém trhu. Značný zájem ekologických zemědělců vyvolala nejen její nenáročnost na podmínky prostředí, ale i vysoká kvalita jejího zrna.

Receptura - Dvouzrnkový křehký řez

Těsto: 250 g celozrnné mouky z dvouzrnky, 1 balíček kypřícího prášku, 150 g rostlinného tuku, 2 vejce, 100 g moučkového cukru, 1 vanilkový cukr, rybízový džem

Náplň: 250 g másla, 200 g moučkového cukru, 5 vajec, 150 g mletých ořechů, 1 lžice kakaa, 2 strouhaná jablka, 1 lžice strouhanky, čokoládová poleva.

Mouku se smíchá s kypřícím práškem, přidá tuk, vejce, moučkový i vanilínový cukr a vypracuje hladké těsto. To se necháme odpočinout a pak se na papíru na pečení vyválí do velikosti plechu. Na papíru se přenese na plech, potřeba rybízovým džemem a na něj ještě navrství náplň. Ta se připraví tak, že máslo a cukr se smíchá a postupně se přidávají žloutky, ořechy, kakao, jablka, strouhanku a tuhý sníh z bílku. Náplň se postupně zlehka přenese na plech s těstem, povrch se urovná stěrkou a upeče. Vychladlý řez se polije čokoládovou polevou, nechá ztuhnout a krájí na řezy (www.probio.cz).

3.7.7 Sója

Sója je významnou potravinou konce dvacátého století, a to tak že z celosvětového pohledu je to nenahraditelná zásobárna bílkovin, zejména pro obyvatele zemí Asie a dalších hustě zalidněných oblastí.

Sojová mouka se na trhu vyskytuje jako plnotučná nebo odtučněná. Z hlediska výživových a chuťových vlastností je vhodnější mouka plnotučná. Při jejím použití se může také až o 10 % snížit dávka oleje nebo tuku. Odtučněné sojové mouky se hůře zpracovávají a mají často různé pachuti.

Použití sojové mouky již v malém množství (1 díl sojové mouky na 10 dílů pšeničné mouky) podstatně zlepší výživovou hodnotu pečiva a nahradí žloutky a tuky. Tímto obohacením se také sníží množství „prázdných kalorií“, kterými je současná strava přesycena (Momčilová, 1996).

Sojová mouka je surovinou pro výrobu – koláčů, vánoček, koblih, sojových housek, dalamánků, sojových chlebů, sojových bochánků atd.

Receptura – sojové housky

Těsto - 200 g pšeničné mouky celozrnné, 200 g pšeničné mouky polohrubé, 100 g sójové mouky hladké plnotučné, 1 lžička soli, 1/2 lžičky cukru, 2 tablety Celaskonu, 1 kostka droždí (42 g), mák, sezam a kmín na posypání, 2 lžíce oleje na potřetí.

Ve velké míse se smíchá mouka a sůl. Droždí a Celaskon se rozmíchá v necelém 1/2 l studené vody a přidá k mouce v míse. Hnětačem se vypracuje hladké husté těsto, které se v míse urovná, popráší moukou, přikryje a dá do chladna kynout, nejlépe přes noc. Vykynuté těsto se prohněte a tvoří pletýnky nebo bulky, které se kladou na plech. Shora se potřou olejem, posypou semínky a nechají vykynout. Pak se pečou ve středně vyhřáté peci do zlatova.

3.7.8 Tvrdá pšenice

Tvrdá pšenice (*Triticum durum*) je obecně považována především za surovinu pro výrobu těstovin, používá se ale také k výrobě dalších výrobků, jako je bulgur, kuskus, snídaňové cereálie, dezerty či různé druhy speciálních chlebů. Ve středoziemních oblastech, zejména v Itálii, se tvrdá pšenice používá v receptuře několika druhů chleba, na Středním Východě a v severní Africe se více než polovina veškeré spotřebované pšenice durum použije k výrobě lokálních druhů chleba. Používání pšenice durum pro výrobu chleba se stává v poslední době trendem i v ostatních částech světa a tato situace otevře nové možnosti a trhy pro mlýnské podniky zpracovávající tvrdou pšenici.

Mouka z tvrdé pšenice má řadu předností i pro výrobu chleba. Chléb z této mouky má lepší aroma, chuť a delší trvanlivost než odpovídající tradiční výrobek a mouka se může rovněž používat k výrobě speciálních druhů chleba včetně výrobků pro osoby s glutenovou (lepkovou) intolerancí (Mlynářské noviny, 2004).

4 ZÁVĚR

V bakalářské práci byla vypracována literární rešerše na téma „Mouka jako základní surovina v pekárenské výrobě“. V úvodní části jsou popsány legislativní požadavky, druhy a typy mouk a chemické složení mouky. Následná část se zabývá pekařskými vlastnostmi pšeničné a žitné mouky a změnami mouk při skladování. V závěrečné části je vysvětlen vliv kvality mouky na technologii výroby a pekařský výrobek a uvedeny mouky z jiných plodin.

Mouka je nejdůležitější surovinou v pekárenské výrobě a na její kvalitě značně závisí technologie výroby a vzhled konečného výrobku. Zpracovatelské vlastnosti mouky souvisejí se základní stavební strukturou obilného zrna, a to s jeho chemickým složením, strukturním uspořádáním hlavních chemických složek a jejich změnami v důsledku reakcí probíhajících uvnitř zrna při jeho zrání, vymílání a skladování mouky.

Chemické složení mouky je ovlivněno druhem obiloviny a odrůdou, půdními a klimatickými podmínkami, agrotechnikou, množstvím srážek v době dozrávání a sklizně, posklizňovou úpravou obilné masy a mlýnským zpracováním. Nejdůležitější složky jsou bílkoviny, škrob a enzymy na nichž hlavně záleží zpracovatelské vlastnosti mouky.

Pekařská jakost pšeničné mouky je dána množstvím a jakostí pšeničných bílkovin, viskoelastickými vlastnostmi lepku a enzymatickou aktivitou zrna. Vlastnosti pšeničné mouky, které mají přímý vliv na jakost chleba jsou - schopnost tvorby plynu, pekařská síla mouky, barva mouky a granulace mouky. Parametry, určující pekařskou kvalitu žitné mouky, jsou do značné míry odlišné od mouky pšeničné. Především je odlišná žitná bílkovina, která zčásti i vlivem působení žitných pentosanů není schopna vytvořit samostatnou souvislou prostorovou strukturní síť. Při tvorbě žitného těsta a struktury hotového výrobku tak největší roli hraje škrob.

Skladování mouky je důležitý proces před pekařským zpracováním, protože čerstvě semletá mouka, ale i mouka vyzrálá, zůstávají při dalším skladování živým materiálem, ve kterém probíhají změny, mající vliv na fyzikálně-chemické a technologické vlastnosti mouky. Mouka během skladování „zraje“ a její jakost se zlepšuje. Špatným, neodborným dlouhodobějším uložením se ale může kvalita mouky zhoršovat, což někdy vede k výraznému zhoršení jejích zpracovatelských ukazatelů.

V ČR je nejvíce používána pšeničná a žitná mouka (90 kg/obyv/rok), ale začínají se používat i mouky z jiných obilovin a rostlin – nejčastěji pohanky, quinoi, prosa, špaldy, sóji, amarantu, dvouzrnky a tvrdé pšenice. Použití těchto obilovin v ČR není příliš vysoké (15 kg/obyv/rok) na rozdíl od zemí mimo Evropu, ale jejím používáním by se mohla zvýšit výživová hodnota pekařských výrobků.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AUERMAN, L. J. *Technologie chlebopekarného průmyslu*. Moskva, 1972, 471 s.
- BENEŠ, J. *Pekař, pečivář, cukrář*. 1979, 152 s.
- BLÁHA, L., ŠREK, F. *Suroviny pro učební obor cukrář, cukrářka*. Praha, 1996, 212 s.
- BULÍŘ, V. *Zájem o špaldové výrobky rostl. Pekař cukrář*, 2006, č. 7, s. 7
- HAMPL, J., PŘÍHODA, J. *Cereální chemie a technologie II*. SNTL Praha, 1985, 248 s.
- HAMPL, J. a kol. *Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků*. Praha, 1981, 227 s.
- HEIMANN, W. *Grundzüge der Lebensmittelchemie*. Dresden, 1969, 610 s.
- HOLÝ, Č., JANÍČEK, F. *Technologie pekárenství v praxi*. SNTL Praha, 1970, 223 s.
- HOSENEY, R. C. *Cereal Science and Technology*. USA, 1994, 131 s.
- KADLEC, P. *Technologie potravin I*. Praha, 2002, 138 s.
- KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. Brno, 2004, 141s.
- LÁSZTITY, R. *The Chemistry of Cereal Proteins*. USA, 1986, 327 s.
- MAINTZ, R. a kol. *Technológia pekárskej výroby*. Bratislava, 2002, 240 s.
- MATĚJOVSKÝ, K. *Přehled pekařství I*. Praha, 1955, 148 s.
- MATĚJOVSKÝ, K. *Přehled pekařství II*. Praha. 1958, 147 s.
- MICHLOVÁ, A. *Laskavec*. *Výživa a potraviny*, 1999, č. 1, s. 13-14
- MICHLOVÁ, A. *Proso seté*. *Výživa a potraviny*, 1999, č. 2, s. 44-46
- MICHLOVÁ, A., Hutař, M. *Pohanka*. *Výživa a potraviny*, 1999, č. 5, s. 141-142
- MICHLOVÁ, A., Kulichová, P., Čepková, P. *Quinoa-Merlík čínský*. *Výživa a potraviny*, 1999, č. 5, s.141-142
- MOMČILOVÁ, P., MARTÍNKOVÁ, V. *Sója – mouka, boby, vločky*. Čestlice, 1996, 61 s.
- MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J. *Technologie pre 3. ročník SPŠP študijného odboru spracovanie múky*. 1986, 304s.
- MÜLLEROVÁ, M., CHROUST, F. *Pečeme moderně v malých i větších pekárnách*. 1993, 205 s.
- PELIKÁN, M. *Zpracování obilovin a olejnin*. Brno, 2001, 148 s.
- PRUGAR, J. *Opomíjené obiloviny a pseudoobiloviny*. *Test*, 2005, č. 4, s. 2-28
- PRUGAR, J. *Poklady z And: Quinoa a Jakon*. *Test*, 2005, č. 8, s. 26-29

PRUGAR, J. Posvátný amarant. Test, 2005, č. 7, s. 28-29

PRUGAR, J. Špalda, dvouzrnka a křibice. Test, 2005, č. 6, s. 28-29

PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P. Základy pekárenské technologie. Pekař a cukrář, 2003, 363 s

PŘÍHODA, J. a kol. Cereální chemie a technologie I. Praha, 2003, 202 s.

PŘÍHODA, J. a kol. Význam vysokomolekulárních bílkovin. Ročenka pekař cukrář, 2001, s. 39-42

SKOUPIL, J. Suroviny pro učební obor pekař, pekařka. SNTL Praha, 1989, 224 s.

SKOUPIL, J. Suroviny na výrobu pečiva. Praha, 1994, 211 s.

VAVŘENA, Č. Doprava a skladování mouky. Praha, 1955, 277 s.

VELÍŠEK, J. Chemie potravin I. 2002, 344 s.

Faktory ovlivňující kvalitu mouky. Mlynářské noviny, 1999, č. 5/6, s. 10-11

Mlynářská ročenka 2007, Praha, 2007, 199 s.

Význam pšenice durum. Mlynářské noviny, 2004, č. 11/12, s. 8

Změny vlastnosti pšeničné mouky. Ročenka pekař cukrář, 2002, s. 53

Internetové zdroje:

Legislativa [online], [cit. 2007-03-07]. Dostupný z www : <http://www.szpi.cz>

Pšenice špalda a dvouzrnka [online], [cit. 2007-03-05]. Dostupný z www :
<http://www.probio.cz>

Amarant [online], [cit.2007-03-08]. Dostupný z www : <http://www.cs.amaranth.cz>