

Ověření účinnosti a dávkování jednotlivých složek zlepšujících prostředků

Bc. Alena Říhová, DiS.

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Alena ŘÍHOVÁ, DiS.**
Osobní číslo: **T080492**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Ověření účinnosti a dávkování jednotlivých složek zlepšujících prostředků**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracování literární rešerše o problematice pšeničné mouky, běžného pečiva a úpravy jejich vlastností prostřednictvím zlepšujících přípravků
2. Alveografická a extenzografická měření jednotlivých složek zlepšujících přípravků na dvou moukách různé kvality
3. Navržení a ověření zlepšujícího přípravku
4. Ověření zlepšujícího přípravku pekařským pokusem

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] Příhoda, J., Humpolíková, P., Novotná, D. 2003: Základy pekárenské technologie, Pekař a cukrář s.r.o. odborné nakladatelství a vydavatelství, Pelhřimov
- [2] Hosney, R.C. 1994: Principles of Cereal Science and Technology, AACC, St. Paul
- [3] Davídek J., Janíček, G., Pokorný J. 1983: Chemie potravin, STNL, Praha
- [4] Hampl, J., Příhoda, J. 1985: Cereální chemie a technologie II, Skriptum VŠCHT, Praha
- [5] Šilhánková, L. 1995: Mikrobiologie pro potravináře a biotechnologie, Victoria Publishing, a.s., Praha

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.**
Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **4. ledna 2009**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2010**

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 10.5.2010



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

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

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

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

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

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či 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 výdělků jím dosažených 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 přihlídí k výši výdělků dosažených školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této práce bylo porovnat účinnost a dávkování jednotlivých složek zlepšujících přípravků. Srovnání účinku bylo provedeno na vybraných 9 emulgátorech, 3 enzymech a kyselíně askorbové. Zjištěné údaje o jednotlivých složkách zlepšovadel byly využity při návržení komplexního zlepšujícího přípravku s optimální účinností za konkurenčně nižší cenu. Vliv jednotlivých složek zlepšujících prostředků byl sledován paralelně na dvou vzorcích mouky odlišné jakosti za pomoci dvou dostupných reologických přístrojů – extenzografu a alveografu. Veškerá zjištění z reologických měření byla ověřena laboratorním pekařským pokusem jako jedinou rozhodující přímou metodou.

Klíčová slova:

pšeničná mouka, složky zlepšujících přípravků, pšeničné těsto, reologické přístroje, pekařský pokus

ABSTRACT

The sense of this work was compare operation and dosage of the bread improvers single components. The effect juxtaposition was effected on the choice 9 emulsifiers, 3 enzymes and acid ascorbic. The ascertained data about the improvers single components was used at complex improver proposition with optimum operation behind lower price. The influence of improvers single components was tracked concurrently on two different quality flour figures with the help of two accessible rheology apparatus. All inquests from rheology metering were tested by laboratory bake experiment like only decisive direct method.

Keywords:

wheat flour, bread improvers components, wheaten dough, rheology apparatus, bake experiment

Na tomto místě bych chtěla velice poděkovat své konzultantce Ing. P. Humpolíkové, CSc. z Ústavu chemie a technologie sacharidů Fakulty potravinářské a biochemické technologie Vysoké školy chemicko-technologické v Praze a jednatelce společnosti ITER a.s. poradenská a konzultační firma za odborné rady poskytnuté při zpracování praktické části diplomové práce a také za pomoc při vyhodnocování výsledků prezentovaných v této práci.

Dále mé poděkování patří Doc. Ing. J. Hraběti, Ph.D. z Ústavu technologie a mikrobiologie potravin Technologické fakulty Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně za velmi dobré odborné vedení, cenné rady a připomínky jež mi poskytl v průběhu psaní této diplomové práce.

Děkuji také managementu společností Unimills a.s., Mladá Boleslav a Millba Czech a.s., Louny za poskytnutí veškerého zázemí a přístrojového vybavení pro všechny experimenty i zaměstnancům těchto firem za pomoc při uskutečnění vlastních laboratorních stanovení.

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

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PŠENICE – HLAVNÍ PEKÁRENSKÁ SUROVINA	13
1.1 PŠENIČNÁ MOUKA	13
1.2 HODNOCENÍ PEKAŘSKÉ KVALITY MOUKY	13
1.2.1 Schopnost tvorby plynu.....	14
1.2.2 Pekařská síla mouky.....	14
1.2.3 Barva mouky	15
1.2.4 Granulace mouky	15
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILOVIN A MOUK	17
2.1 SACHARIDY V OBILOVINÁCH	17
2.2 BÍLKOVINY OBILOVIN	22
2.2.1 Aminokyseliny obilovin	22
2.2.2 Bílkoviny obilovin.....	23
2.3 LIPIDY OBILOVIN	25
3 SLOŽKY ZLEPŠUJÍCÍCH PŘÍPRAVKŮ	27
3.1 EMULGÁTORY (PAL)	27
3.1.1 Interakce emulgátorů se škrobem.....	29
3.1.2 Interakce emulgátorů s bílkoviny.....	30
3.2 CHEMICKÉ ZLEPŠUJÍCÍ PROSTŘEDKY	31
3.2.1 Oxidační látky	31
3.2.2 Redukční látky.....	33
3.3 HYDROKOLOIDY	33
3.4 ENZYMY	34
3.4.1 Amylasy.....	34
3.4.2 Proteolytické enzymy	36
3.4.3 Lipoxygenasy	36
3.4.4 Hemicelulasy	36
3.5 KOMPLEXNÍ ZLEPŠUJÍCÍ PŘÍPRAVKY	37
4 CHARAKTERISTIKA TĚSTA	40
4.1 PODSTATA TVORBY A STRUKTURA TĚSTA	40
II PRAKTICKÁ ČÁST	42
5 CÍL PRÁCE	43
6 MATERIÁL A METODIKA	44
6.1 CHARAKTERISTIKA MATERIÁLU.....	44
6.2 METODIKA	45
7 VÝSLEDKY A DISKUSE	52

7.1	VÝSLEDKY ROZBORŮ A MĚŘENÍ	52
7.1.1	Extenzografická měření.....	52
7.1.2	Alveografická měření	55
7.1.3	Diskuse a shrnutí výsledků reologických měření	57
7.1.4	Pekařský pokus.....	58
7.1.5	Diskuse a shrnutí pekařského pokusu	61
7.1.6	Navržený komplexní zlepšující přípravek.....	63
ZÁVĚR		64
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		65
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		68
SEZNAM OBRÁZKŮ		69
SEZNAM TABULEK.....		70
SEZNAM PŘÍLOH.....		71

ÚVOD

Obiloviny jsou nejstaršími kulturními rostlinami, které provázejí lidstvo po celou dobu jeho vývoje. Jsou bezesporu základem stravy obyvatel všech kontinentů. Co do masovosti spotřeby mají dominantní postavení, neboť obsahují málo vody, jsou dobře údržné, skladovatelné a relativně i levné [2].

Hlavními druhy obilovin jsou především chlebové obiloviny, pšenice, žito, dále ječmen, kukuřice, rýže, oves, pohanka. Pšenice je jednou z nejrozšířenějších obilovin pro pekařské účely - z mnoha druhů pak botanický druh *Triticum aestivum* L. Konzumujeme je převážně v podobě pekařských výrobků, jejichž hlavní surovinou je mouka. [4]

Stále zvyšující se požadavky zákazníků na kvalitu a sortiment vyráběných pekařských výrobků vedou pekárny k větším nárokům na mlýny jako dodavatele hlavní pekařské suroviny - mouky. Zajistit však mlýnem výbornou pekařskou kvalitu mouky není tak jednoduché. Kvalita je vždy závislá na odrůdě obiloviny, klimu sklizňového roku, pěstební oblasti, agrotechnických podmínkách, dostupnosti živin po celou dobu růstu, manipulaci se zrnem v době sklizně a bezprostředně po ní atd. [3]. Je ale možné mlýny připravit mouku standardní pekařské kvality a tu si již pekaři mohou dle svých zvyklostí upravit přidávkem zlepšujících přípravků.

Zlepšující přípravky se přidávají do mouk či do těst za účelem vylepšení pekařské kvality mouky. Přírodní materiály obsahující složky ke zlepšení mouk se používaly již odedávna. Patřila k nim např. moučka za svatojánského chleba, brambory, sojová a sladová moučka atd. Používání těchto přírodních materiálů ale při současné technologii není možné. Zlepšující přípravky v dnešní podobě jsou záležitostí posledních cca 50 let. Jedná se již o čisté chemikálie nebo vysoce koncentrované složky z těchto materiálů izolované moderními postupy separace a čištění. K jejich rozšíření přispěl také výzkumům v oblasti struktury a tvorby těst, který v podstatě potvrdil či vysvětlil dlouholeté zkušenosti pekařů.

Využívání těchto koncentrátů přináší určité výhody. První z nich je přesně řízené dávkování účinné složky, kterého není možné dosáhnout při použití přírodního materiálu, protože obsah a účinnost jednotlivých složek v přírodních materiálech kolísá. Druhou výhodou je možnost řízené úpravy mouk nebo hotových pekařských premixů se zlepšujícími přípravky směrem k požadovaným vlastnostem těsta či výrobku pokud známe výchozí kvalitu mouky [5].

Velkou roli v této oblasti hraje laboratorní kontrola. Mimo běžné hodnocení, jehož metody jsou popsány v ČSN 56 05 12 pro mlýnské výrobky, se u pšeničné mouky hladké posuzuje také technologická jakost za podmínek odpovídajících jejímu zpracování v pekárně. K tomu se využívá reologických přístrojů jako je farinograf, extenzograf, amylograf a alveograf, jež jsou schopny předvídat chování materiálu v průběhu technologického procesu a získat tak podklady k provedení včasných zásahů [5].

V této práci byla paralelně sledována technologická jakost dvou mouk odlišných vlastností. Z druhů byla použita pšeničná mouka hladká T530 a pšeničná mouka hladká pečivářská oplatková (nebylo možno zajistit T530 horší jakosti). Na těchto moukách byl sledován vliv přídavku jednotlivých složek vybraných zlepšujících přípravků - 9 emulgátorů, 3 enzymů a kyseliny askorbové. Složky byly dávkovány v koncentracích doporučených výrobcem a v koncentraci poloviční.

Pekařská jakost byla sledována nepřímými metodami pomocí reologických přístrojů, extenzografu a alveografu. Získané výsledky byly ještě doloženy pekařským pokusem, který je jako jediná přímá metoda považována za klíčovou při posuzování pekařské kvality mouky.

Smyslem této práce bylo ověřit účinnost již zmíněných složek zlepšovadel. Z nich dle získaných výsledků navrhnout komplexní zlepšující přípravek. V průběhu zkoušení vzorků byl brán na zřetel nejenom jejich účinek, ale i finanční náklady na jejich pořízení. Výsledky tedy dávají velmi dobrý podklad pro navržení nejenom účinného, ale i po ekonomické stránce zajímavého zlepšujícího přípravku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŠENICE – HLAVNÍ PEKÁRENSKÁ SUROVINA

1.1 Pšeničná mouka

Pro běžné pekařské účely se převážně používá pšenice obecná, které bylo vyšlechtěno velké množství odrůd. Z hlediska zpracovatelů má největší význam dělení odrůd na měkké a tvrdé. Všeobecně je bráno, že tvrdší pšenice jsou pekařsky kvalitnější. V evropské pekárenské technologii se v minulosti pro dosažení nejlepších výsledků považovalo za nezbytné dovážet americké a kanadské tvrdé pšenice [6]. Naopak většina evropských měkkých pšenic nacházela uplatnění při výrobě např. sušenek a oplatek, při kterých je třeba užít mouky se slabým lepkem.

Nyní se požadavky na mouku změnilly díky zavedení metod intenzivní přípravy těst s využitím chemických zlepšovadel od 60. let 20. století. Jejich používání umožnilo rozsáhlejší využití slabších pšenic. Dokonce velmi silné mouky z tvrdých pšenic se stávají často obtížně prodejné. Rozsáhlá nabídka zlepšovacích přísad vedla také ke změnám v technologii výroby pečiva i speciálních výrobků.

V ČR se značí mouky v podstatě slovním popisem jejich použití. V současnosti neplatí žádná závazná norma předepisující parametry jednotlivých mouk. Mlýny pracují podle vlastních norem vytvořených na základě jednotné normy zpracované Svazem průmyslových mlýnů [7]. Jediným celostátně platným předpisem pro ukazatele mouky je vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Vztahuje se ovšem jen na výrobky pro spotřebitelský trh, ačkoliv je pravda, že je tento předpis akceptován všeobecně. Vyhláška rozlišuje skupinu mlýnských výrobků na mouky, na podskupiny dle granulace a vyjma hladkých mouk také podle obsahu popela [6]. V současné praxi mlýny přizpůsobují kvalitu mouky potřebám významných odběratelských pekáren.

1.2 Hodnocení pekařské kvality mouky

Za tradiční ukazatele pekařské kvality mouky byly považovány tři základní parametry. Patří k nim schopnost tvorby plynu, pekařská síla mouky a barva. Postupem doby nabyl svého významu také čtvrtý parametr – granulační spektrum mouky. Tento ukazatel je však v praxi poměrně málo sledován.

1.2.1 Schopnost tvorby plynu

Tato schopnost je významná u mouk, jež budou použity na výrobky kypřené biochemicky tj. fermentací cukrů. Podmínkou správného průběhu fermentace je dostatek zkvasitelných cukrů a dostatečná aktivita kvasinek. Zkvasitelné cukry mohou být již přítomny v mouce, ale jejich vysoký obsah není žádoucí. Vedle toho vznikají zkvasitelné cukry působením amyláz. Optimální stav mouky je takový, kdy nebude příliš velký podíl škrobových makromolekul předem narušen (enzymově, mechanicky, tepelně) a současně budou enzymy dostatečně aktivní po dobu zrání a kynutí. To se projeví stabilní produkcí dostatečného objemu oxidu uhličitého od vyhnětení až do umrtvení kvasinek po dosažení určité teploty během pečení. Předpokladem plynotvorné schopnosti mouky je dobrý stav amylaso – škrobového komplexu.

K posouzení stavu amylázo – škrobového komplexu slouží instrumentální uzanční metody - přístroje amylograf a Falling Number. Pro posouzení průběhu fermentace slouží maturograf a rheofermentograf. Protože pro průběh fermentace má velký význam kvalita droždí, vy-užívají se spíše k hodnocení jeho kvality než plynotvorné schopnosti mouky. Samotné rozdíly v plynotvorné schopnosti mouky se jeví důležité jen pro extrémně rozdílné mouky, neboť drobné rozdíly jsou vyrovnávány jednak použitím droždí standardnější kvality a jednak používáním enzymů ve zlepšovacích směsích [7].

1.2.2 Pekařská síla mouky

Pekařská síla mouky je spjata s kvalitou a množstvím lepku, které jsou dány odrudou pšenice a již zmiňovanými pěstebními podmínkami. Na objem pšeničného pečiva má vliv obsah lepkové bílkoviny v mouce, vyjadřovaný jako mokřý lepek. Ten u nás kolísá mezi 21 – 36 %.

Vedle obsahu lepku má nesmírný význam i jeho kvalita. Tradičním ukazatelem je jeho bobtnavost – nárůst objemu mokrého lepku v roztoku kyseliny mléčné. Stanovení simuluje chování ve zrajícím těstě, kde vznikají organické kyseliny v důsledku fermentace. Novější metodou je zjišťování kvality na základě průchodu jemným sítkem v odstředivce, je to tzv. lepkový index (Gluten Index). Ten udává procento zbylého lepku na sítku k celkovému množství lepku. Tato metoda je považována za mnohem spolehlivější. Nyní je také hodně prosazován sedimentační test (Zelenyho test). Jeho podstatou je rychlejší sedimentace čás-

tic s vyšším obsahem pekárensky kvalitnější bílkoviny. Zjištěný objem sedimentu v kapalině o přesné hustotě za standardní čas je pak ukazatelem kvality lepkové bílkoviny.

Nejúplnější přehled o pekařské síle mouky dává pokusné pečení za definovaných podmínek. Pro pokusné pečení musí být přesně definován postup, receptura a použité zařízení. Při vyjadřování výsledků pokusného pečení se využívají především ukazatele objemu výrobku. Výsledky se interpretují jako měrný objem v cm^3 na 100g výrobku nebo jako objemová výtěžnost – měrný objem v cm^3 na 100g mouky [7]. Objem výrobku ale není jediným ukazatelem pekařské kvality - je zvyklostí provádět u výrobku zároveň smyslové hodnocení podle podrobných hodnotících schémat [9].

1.2.3 Barva mouky

Barva mouky byla bedlivě sledována v minulosti. V současné době sledování barvy mouky ztrácí na významu v souvislosti s používáním různých přísad celozrnných mouk a šrotů, šrotových produktů z jiných obilovin, luštěnin a zrnin, které ovlivňují barevný odstín střídy pečiva mnohem výrazněji než mouka z vysokovymleté pšenice.

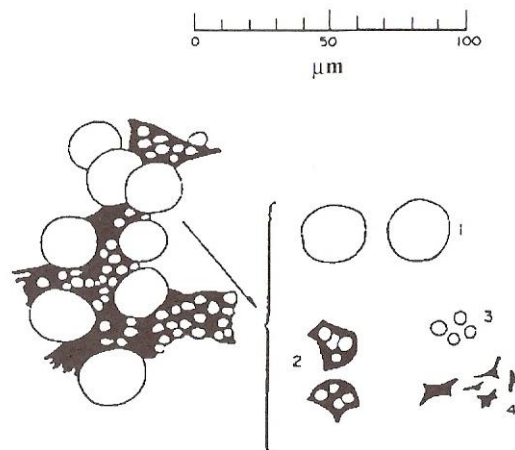
Sama barva mouky může poukazovat na zadní mouku s vyšším podílem poškozeného škrobu a horší pekařskou zpracovatelností. Barva mouky je závislá také na původní barvě pšenice, která může být od světle žluté až po načervenalou. V zahraničí se v minulosti a někde i doposud, mouky bělily chemicky. U nás bylo bělení po 1. světové válce zakázáno [9]. Našimi pekaři byly nejvíce ceněné mouky krémové barvy než sněhově bílé.

1.2.4 Granulace mouky

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. požaduje pro hladké mouky podíl částic menších než $257 \mu\text{m}$ jako propadu sítem nejméně 96% a podíl částic menších než $162 \mu\text{m}$ nejméně 75 %. Většina hladkých mouk má dosti velké podíly částí menších než $162 \mu\text{m}$, jejich rozložení však již vyhláška neurčuje [6]. Ze zkušenosti je známo, že mezi moukami z různých mlýnů bývají značné rozdíly v podílech částic menších než $100 \mu\text{m}$. Velikost částic mouky může ovlivňovat její zpracovatelské vlastnosti [7].

Semílání na jemné granule může mít vliv na stupeň poškození škrobu – především amylopektinu [23]. Poškozený škrob snáze podléhá působení amylolytických enzymů - hydrolýze a mazovatění. Při velkém poškození škrobu způsobují nízkomolekulární sacharidy a

dextriny lepivost a obtížnou zpracovatelnost těsta. V různých velikostních frakcích může být rozdílný podíl bílkoviny a škrobu [7]. Je to způsobeno tím, že u jemných frakcí se vyskytují osamostatnělá vydrolená velká zrna škrobu jak dokládá obr. 1 [10].



Obr.1 Schématické znázornění částice mouky se škrobem v bílkovinné matrici (vlevo) a částic velmi jemné mouky s oddělenými částicemi škrobu a bílkoviny (vpravo) [10]

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILOVIN A MOUK

Základními stavebními složkami obilných zrn jsou sacharidy s bílkovinami. Jejich podstatná část je tvořena přírodními polymery složenými z jednoduchých molekul - u bílkovin z aminokyselin a u sacharidů z monosacharidů. V malém množství jsou zastoupeny v obilných zrnech obvyklé složky jako jsou lipidy, minerální látky - K, Ca, Mg, P a ve velmi malém množství vitamíny A, vit. skup. B, E, C a barviva (β - karoten) [1].

2.1 Sacharidy v obilovinách

Monosacharidy, stavební jednotky oligo- a polysacharidů se ve volné formě nacházejí v mouce jen v rozmezí 1-3%. Jedná se především o arabinosu, xylosu, ribosu, glukosu, fruktosu, galaktosu a manosu.

Z oligosacharidů se ve zralém, neporušeném a suchém zrně vyskytují maltosa a sacharosa ve velmi nízké koncentraci. Podíl maltosy a dextrinu stoupá jen u narušeného škrobu, jehož produktem hydrolýzy jsou.

Polysacharidy jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin. Dělíme je zpravidla na škrob a neškrobové polysacharidy. U pasážních mouk ze zadních chodů, se objevují vyšší podíly aleuronové vrstvy a obalových vrstev. Tyto vrstvy obsahují okraj endospermu, jež tvoří neškrobové polysacharidy (hemiceulose, pentosany), které vykazují hydrofilitu, jsou schopné na sebe vázat vodu [23].

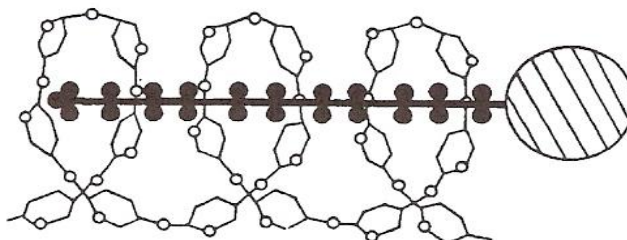
Škrobu se v mouce nachází cca 80% a má podobu škrobových zrn. Dle velikosti a tvaru škrobových zrn je možné odlišit původ škrobu, protože škrobová zrna jednotlivých obilovin mají odlišný tvar a velikost. Škrob se skládá se ze dvou frakcí amylosy a amylopektinu. Obě frakce jsou tvořeny glukosou, jež je v případě amylosy spojena α -1,4 glykosidickou vazbou, zatímco amylopektin i vazbou α -1,6.

Molekula amylosy je tvořena lineárním řetězcem glukos, které v prostoru vytváří šroubovici – helix. Helixy jsou dále v prostoru uspořádány lineárně, zatímco molekuly amylopektinu jsou rozvětvené, přičemž k větvení řetězce dochází v místech α -1,6 vazby. Předpokládá se, že volné větve amylopektinu jsou rovněž tvarovány do helixů.

Amylosa má na každém jednotlivém řetězci jeden redukující konec, schopný chemické reakce. Amylopektin má jen jednu takto reagující skupinu v celé molekule, neboť redukující skupiny prvního uhlíku všech ostatních řetězců jsou navázány na jiné řetězce.

Amylosa a amylopektin jsou zastoupeny u našich tradičních obilovin v poměru cca 25% amylosy a 75% amylopektinu [23]. Obě frakce se liší svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Amylosa je rozpustná ve vodě za studena, amylopektin pouze bobtná a není schopen vytvořit roztok [11].

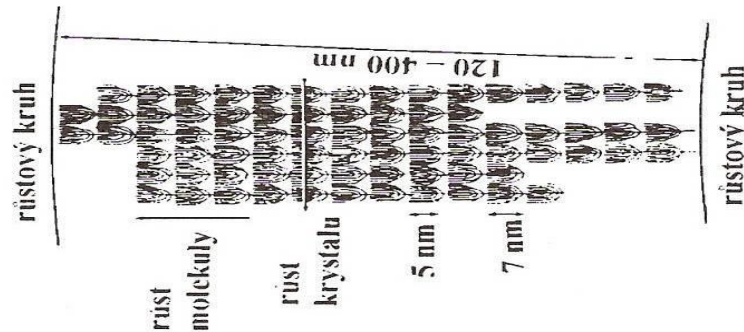
Šroubovice amylosy jsou poměrně pevně tvarově uspořádány a jednotlivé závitky šroubovice jsou udržovány vodíkovými vazbami. Dutý prostor takové šroubovice může být více nebo méně vyplněn lineárním řetězcem nepolárního charakteru. Takové řetězce se vyskytují na nepolárním konci lipidů, zejména u monoacylglycerolů. Z mastné kyseliny, která je vázána svojí karboxylovou skupinou na glycerol, zůstává volný uhlovodíkový řetězec. Ten může s amylosou takto vytvořit inkluzní komplex (obr. č.2), který napomáhá stabilizovat stav v rozložení vody a tuku v upečeném výrobku tím, že omezuje možnosti volné migrace vody ve struktuře částečně zmazovatělého škrobu po upečení [12].



Obr.2 Znárodnění inkluzního spojení volného nepolárního zbytku mastné kyseliny z lipidu [12]

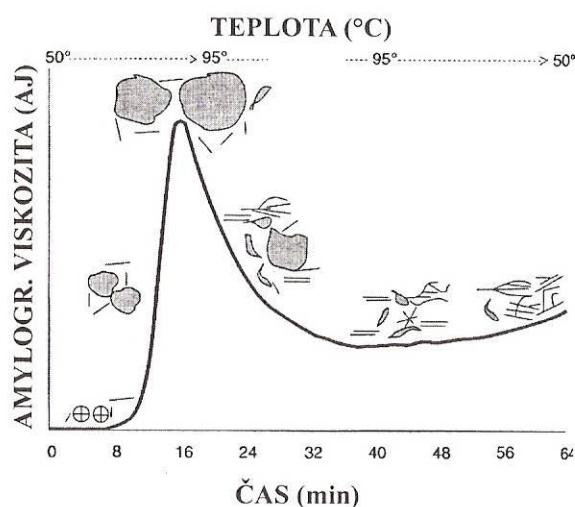
Škrob obsažený v mouce má podobu škrobových zrn, které mají uspořádání připomínající krystalické uspořádání anorganické látky. Toto krystalické uspořádání představuje pouze asi 30% škrobového zrna, zbytek je neuspořádaný. Krystalické uspořádání se předpokládá jen u amylopektinu. Model stavební struktury škrobového zrna, jehož jednotlivé vrstvy jsou tvořeny „keříčky“ amylopektinu, znázorňuje obr. 3 [12]. Větvený amylopektin vytváří postupně bohatší „keříčky“, které mají délku 5-7 nm a během zrání dále rostou jen do šířky. Vedle sebe i za sebou propojené keříčky vytvářejí růstové kruhy. Tloušťka takového

kruhu se předpokládá 120 – 400nm. Uvedená teorie vysvětluje jediné tvorbu amylopektinové struktury. Existují dohady, že amylosové helixy jsou umístěny mezi konci větví amylopektinu, a tak jsou přístupné chemickým reakcím a fyzikálním vlivům.



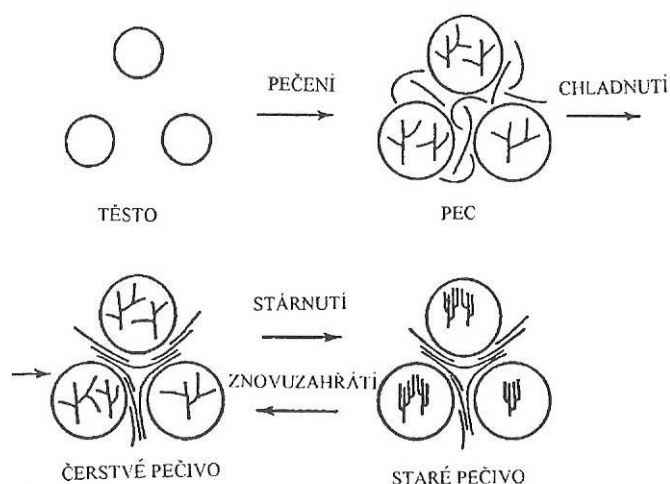
Obr.3 Znárodnění teorie o růstu krystalické struktury škrobového zrna na bázi amylopektinu [12]

Nejvýznamnější z vlastností škrobu je jeho schopnost bobtnání, mazovatění a retrogradace. Škrobová zrna ve studené vodě pouze mírně bobtnají, se zvyšující teplotou zvyšují objem a v důsledku toho stoupá viskozita suspenze. Dalším zahříváním se uvolňují do vody molekuly amylosy a rozrušují se plně nabobtnalé části zbylého amylopektinu. Když zmazovají veškerý nerozpustný škrob, začíná viskozita při pokračujícím míchání klesat. Nechá-li se vzniklý gel chladnout, jak ukazuje obrázek 4 – cca od 35. minuty, spolu začnou zpětně asociovat molekuly amylosy a amylopektinu a viskozita se opět zvyšuje [12].



Obr.4 Znárodnění změn škrobových zrn při mazovatění škrobu během jeho zahřívání [13]

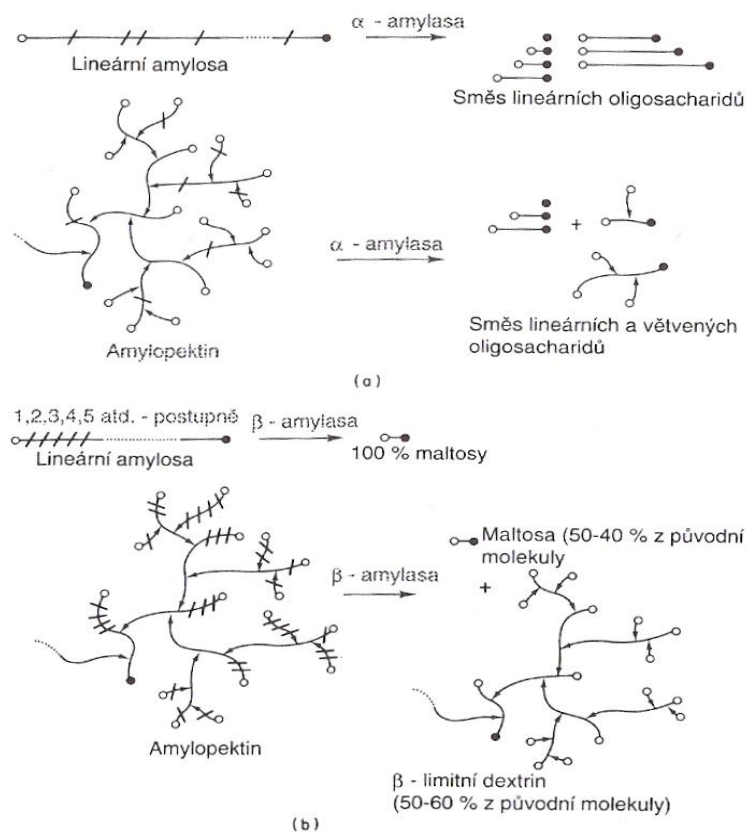
Jednotlivé škroby se od sebe liší teplotou mazovatění. K úplnému mazovatění u pšeničného škrobu dochází asi mezi 70 – 95 °C. V pekařském těstě v průběhu pečení nikdy nedojde k úplnému mazovatění škrobových zrn. Předpokládá se, že mazovatí pouze jejich povrch, protože k úplnému mazovatění není v těstě dostatek vody. Předpokládá se, že helixy amylosy jsou před pečením rovnoměrně poskládány mezi amylopektinovými „keříčky“. Po zahřátí dojde k nabobtnání a částečnému rozpuštění amylosy, a tudíž k jejímu neuspořádanému rozptýlení do gelu. U amylopektinu se určité rozrušení struktury projeví jen rozevřením jeho struktury, při chladnutí dochází ponejprv k uspořádání amylosových řetězců a později při stárnutí výrobků i ke zpětnému uspořádání amylopektinové krystalické struktury. Tento proces znázorňuje obr. 5 [14]. Po ochlazení vzniká pružný gel, který je nositelem vláčnosti a vody obsažené ve stříde výrobků. Posléze se část vody uvolňuje a gel ztrácí svoji pružnost - dochází k postupné retrogradaci škrobu, jež způsobuje stárnutí pečiva [7].



Obr.5 Představa rozrušení uspořádané struktury amylopektinu a amylosy při pečení a jejich zpětné uspořádání při ochladnutí a stárnutí výrobku [14]

Škrob bývá štěpen enzymy ze třídy hydroláz – amylázami. α – amylasami probíhá štěpení amylosy a amylopektinu zevnitř na celky o nízkém počtu glukosových jednotek. α – amylasa může štěpit vazby v libovolném místě řetězce, a v případě amylopektinu může odštěpovat jak z volných koncových řetězců, tak i dále ve větvené struktuře za vazbami α -1,6. Její aktivita je ve zralých neporušených obilkách dosti nízká. Pokud ale dojde k naklíčení zrna, její aktivita vzrůstá (špatně skladované či porostlé obilí). Takovéto obilí s narušeným škrobem není vhodné ke zpracování. Škrob se totiž v těstě v průběhu fermentace rychle hydro-

lyzuje, což má za následek příliš rychlou tvorbu nízkomolekulárních cukrů a lepivost těsta. Během pečení pak tato amylasa, která má optimum aktivity při vyšších teplotách, silně naruší strukturu těsta, neboť narušený škrob nemá kapacitu k udržení dostatečného množství vody ve střídě. Pečivo má pak nekvalitní mazlavou či drobivou střídu podle stupně poškození.



Obr.6 Schématické znázornění působení α - a β -amylasy na amylosu a amylopektin [7].

β -amylasa působí z vnějšku. Způsobuje postupné odštěpování molekul maltosy od konce polymerních řetězců. Je to tedy enzym zcukřující. Při hydrolyze amylopektinu β -amylasa štěpí vazby 1,4 není však schopna překročit vazby α -1,6. Není tedy schopna hydrolyzovat úplně a zbývá dále nehydrolyzovatelný tzv. β -limitní dextrin. β -amylasa není z hlediska pekárenství tak „rizikovým enzymem“, jako α -amylasa. Určitá míra její aktivity je v mouce dokonce nutná k vytvoření dostatečného množství maltosy, která je substrátem pro kvasinky či bakterie používané ke kypření těst. Schématické znázornění odštěpování částí řetězců z amylosy a amylopektinu oběma enzymy okazuje obr. 6 [7].

Z neškrobových polysacharidů je důležitá celulóza, nacházející se především ve vrchních obalových vrstvách. Je součástí vlákniny – nestravitelné složky potravy. Působící preventivně především proti nádorovým onemocněním trávicího ústrojí a cévním chorobám. Proto se v různé formě přidává do těst. Dále zde najdeme pentosany. Bohaté na ně jsou hlavně žitné mouky. Řadíme sem i β -glukany obsažené především v ječmenu a ovsu [9].

2.2 Bílkoviny obilovin

Bílkoviny patří k biopolymerům tvořeným dvaceti aminokyselinami. V obilovinách se téměř nenacházejí volně. Jejich rozhodující část se nachází v endospermu a v aleuronové vrstvě zrna. Vlastnosti bílkovin nejsou závislé pouze na chemickém složení, ale i na strukturním uspořádání.

Teoreticky se předpokládá, že střed obilky a tím i střední část endospermu tvoří škrob ve formě neporušených granulí a lepkotvorné bílkoviny s nízkou tažností, tvořené převážně vysokomolekulárními gluteniny. Další část endospermu směrem k okraji má již škrob s určitým stupněm poškození a bílkoviny jsou zastoupeny jak gluteniny tak gliadiny. Získaný mokrý lepek a tím i těsto mají vyrovnané podíly pružné a tažné složky. Další okrajová část endospermu se vyznačuje vyšším obsahem bílkovin nelepkového charakteru, které mohou být příčinou zhoršené zpracovatelnosti těsta. Předností těchto produktů je vyšší podíl vlákniny a minerálních látek [19].

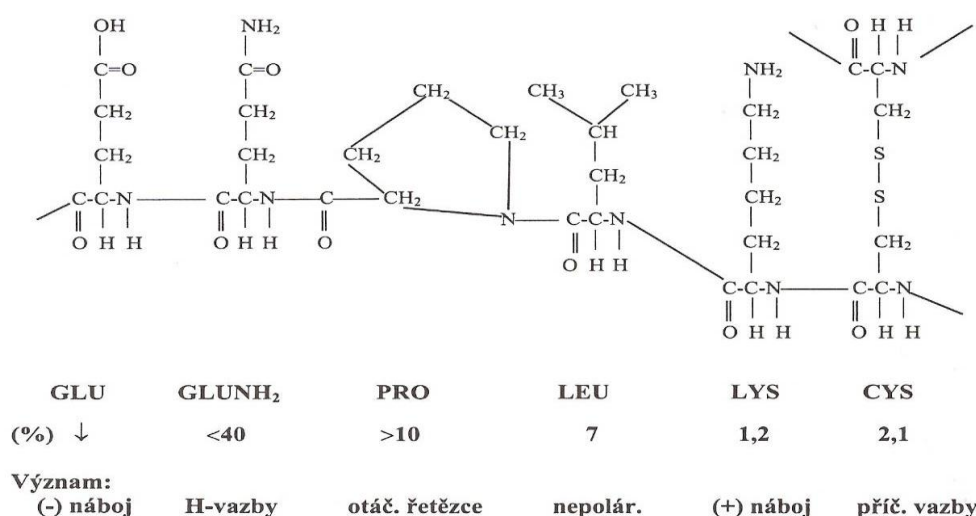
2.2.1 Aminokyseliny obilovin

K hlavním typům aminokyselin obsažených v obilovinách patří kyselina glutamová. vyskytuje se především ve formě svého aminu – glutaminu. Jejich podíl v lepkové bílkovině činí cca 35%. Glutamin obsahuje dvě aminoskupiny a může tvořit vodíkové můstky mezi jednotlivými řetězci bílkovin. I když je jeho vazebná síla malá, je jeho podíl ve struktuře bílkoviny, vzhledem k jeho velkému obsahu, značný.

Prolin tvoří druhý největší podíl aminokyselin v pšeničné bílkovině, kolem 10%. Svojí volně otáčivou vazbou mezi karboxylovou skupinou a zbytkem molekuly umožňuje značnou tvarovou přizpůsobivost bílkovinných řetězců při vnějších mechanických a příp. jiných působeních. V důsledku toho jsou možné různé strukturní změny při hnětení, kypření, přetužování těsta. a při stavbě jeho struktury.

Další aminokyselinou zastoupenou cca 4% je cystein. Patří mezi sírné aminokyseliny, které jsou schopné mezi řetězci bílkovin vytvářet pevnou disulfidovou vazbu. Z dalších aminokyselin je významný leucin (7%) s nepolárním řetězcem a lysin s kladným nábojem (1%) [7].

Jednotlivé aminokyseliny zastoupené v řetězci mají svůj význam při tvorbě těsta a jsou určující pro jeho reologické vlastnosti. Na obr.7 je schématicky naznačen význam jednotlivých aminokyselin v řetězci bílkoviny při tvorbě prostorové struktury těsta [14].



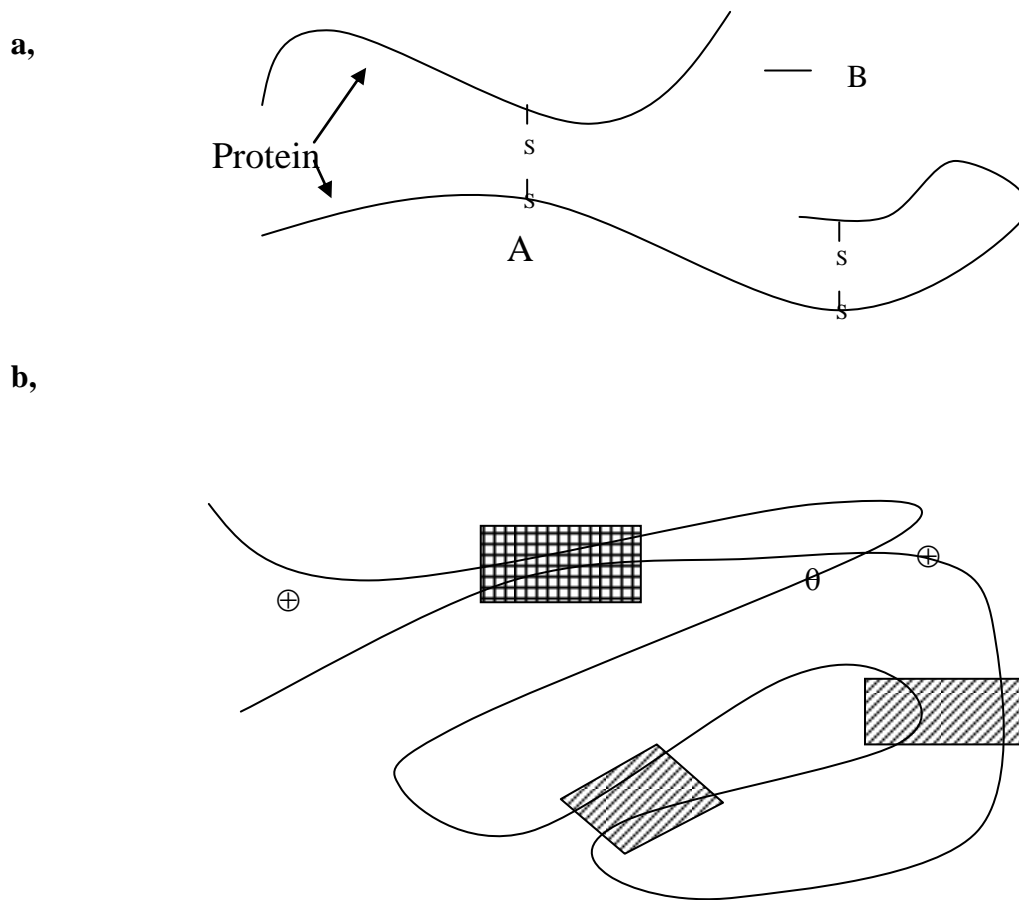
Obr.7 Funkční význam aminokyselin pšeničné bílkoviny při tvorbě těsta [14]

2.2.2 Bílkoviny obilovin

Molekuly proteinů jsou tvořeny různě dlouhými řetězci aminokyselin spojených tzv. peptidickou vazbou, která vznikne mezi –OH skupinou z karboxylového konce jedné aminokyseliny a –NH₂ skupinou druhé aminokyseliny za současného odštěpení vody. Struktura biopolymerů je popisována několika úrovněmi. Primární struktura určuje pořadí aminokyselin v řetězci [33]. Sekundární struktura popisuje vzájemné prostorové pozice sousedních nebo blízkých aminokyselin. Řetězce vzájemně spojených aminokyselin vytvářejí trojrozměrné struktury – nejčastěji spirály. Sekundární struktura může být uspořádaná či nikoliv a v proteinech se často vyskytují oba případy vedle sebe. Typickými příklady uspořádaných struktur jsou helixy nebo tzv. zřasené struktury vytvářející v makrostruktuře „destičky“ nebo „polštářky“ [7]. Terciální struktura celkově popisuje uspořádání molekuly a podmiňu-

je funkci proteinu. Biopolymery sdružené do vyšších funkčních celků jsou popisovány kvartérní strukturou.

Pokud dojde k narušení nativní struktury proteinu, dojde ke ztrátě jeho biologické funkce – denaturaci [33]. Denaturace bílkovin je jeden z hlavních biochemických dějů probíhající při pečení pečiva. Po tomto procesu se z pšeničné bílkovinné struktury stává pružná, ale pevná prostorová síť, která tvoří nosnou kostru hotového výrobku.



Obr.8 Představa o vzájemném spojení bílkovinných řetězců v pšeničném lepku [15]

a, Schéma vzniku disulfidické vazby

b, Znáznornění druhu vazeb v bílkovinném řetězci

Iontové vazby (+ a -), kladné náboje řetězce se oddalují, opačné se spojují

Vodíkové vazby (úhlopříčné šrafování) u aminokyselin např. s volnou $-NH_2$ skupinou jako je glutamin

Hydrofobní vazby (křížové šrafování) u aminokyselin např. s volnou $-CH_3$ skupinou jako je leucin

V sušině zrna je obsaženo kolem 9-13% bílkovin. Z technologického hlediska jsou nejvýznamnější zásobní proteiny obsažené v endospermu obilovin – prolamin (gliadin) rozpustný v 70% ethanolu a glutelin (glutenin) zčásti rozpustný ve zředěných roztocích kyselin a zásad. Prolaminy a gluteliny jsou ve vodě nerozpustné, s přidavkem vody však bobtnají a vytvářejí vysoce viskózní koloidní gely nebo roztoky [15].

Pšeničné prolaminy a a gluteliny bobtnají pouze omezeně a za současného vložení mechanické energie na hnětení za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný, pružný gel - lepek. Při hnětení pšeničné mouky s vodou dochází právě ke vzniku lepku a ten tvoří vlastní kosturu těsta. Obr. 8 znázorňuje spojení bílkovinných řetězců v pšeničném lepku. Lepek dává těstu tažnost a pružnost. Lepek lze z těsta izolovat vypíráním. Po vyprání ve vodě rozpustných látek získáme substanci zvanou mokrý lepek [16]. Lepek je pak charakterizován tažností, pružností a schopností bobtnat ve zředěném roztoku kyseliny mléčné. Tyto jeho vlastnosti předurčují do značné míry vlastnosti těsta. Prolaminy a gluteliny jsou nejčastěji zastoupeny ve vzájemném poměru 2:3. Prolaminy poskytují lepku tažnost, gluteliny pružnost.

Existuje řada teorií vysvětlující strukturu lepkového gelu, ale řada aspektů této problematiky ještě stále nebyla uspokojivě vysvětlena. Jedná se o mimořádně složitý systém, jehož páteř tvoří supermolekuly gluteninové frakce, k nimž jsou různě pevně připojeny molekuly gliadinů. Působením redukčních činidel dochází k borcení struktury lepku – zřejmě rozpadem gluteninových vláken na drobnější fragmenty. Naopak oxidační činidla strukturu lepku zpevňují. Na tomto základě je pracuje i řada pekařských zlepšujících prostředků [7].

2.3 Lipidy obilovin

Endosperm a tím i mouky jsou na množství tuků chudé. Obsahují maximálně 2%. Po chemické stránce se jedná především o triacylglyceroly. Obilné tuky obsahují přibližně $\frac{3}{4}$ nenasycených mastných kyselin. Po hydrolýze triacylglycerolů za spolupůsobení vzdušného kyslíku a slunečního záření snadno žluknou nejsou-li stabilizovány. Toto hydrolytické žluknutí, katalyzované lipázou, se pak projeví zvýšením kyselosti. [4]

V obilném zrně se nachází také část polárních lipidů – fosfolipidů, které mají emulgační schopnost. K nejznámějším z nich patří lecitin. Bylo prokázáno, že polární lipidy obilného zrna mají vliv na zvyšování objemu pečiva, nepolární naopak. To ale platí od určité mini-

mální koncentrace [7]. V pekárenství se dále jako aditiva rozsáhle využívají monoacylglyceroly pro své silné emulgační účinky. [5]

3 SLOŽKY ZLEPŠUJÍCÍCH PŘÍPRAVKŮ

3.1 Emulgátory (PAL)

Poprvé byly v pekárenství použity k emulgování tuku přidávaného do těsta, aby se docílilo jeho lepšího rozptýlení v těstě, a tím se zlepšila stravitelnost výrobků. Později se ukázalo, že příznivě ovlivňují technologické vlastnosti těsta a sensorické vlastnosti výrobků a mohou být tím pádem považovány za zlepšující látky [5].

V potravinářství mohou být emulgátory přímo recepturní složkou (žloutek) nebo aditivem (MAG). Povrchově aktivní látky, jak se emulgátorům říká, jsou látky, jejichž molekuly se pohybují na fázovém rozhraní dvou fyzikálních fází, kde jsou schopny již v minimální koncentraci snižovat povrchové napětí vzájemně nemísitelných či omezeně mísitelných látek.

Schopnost snižovat povrchové napětí je dána tím, že molekuly PAL jsou složeny z polární (hydrofilní) a nepolární (hydrofobní, lipofilní) části. Polární část se vyznačuje afinitou k polárnímu – vodnému prostředí a může mít charakter aniontu, kationtu, může být neionizovaná anebo amfoterní. Nepolární část se vyznačuje afinitou k nepolárnímu prostředí a je obvykle tvořena dlouhým řetězcem mastné kyseliny. Působením emulgátoru se tedy systém stabilizuje. Lipofilní část se orientuje do olejové nebo vzduchové fáze a hydrofilní částí do vodné fáze [15].

Třídění PAL dle hydrofilně hydrofobní rovnováhy je nejvíce rozšířené. HLB vyjadřuje molekulovou hmotnost hydrofilní části molekuly emulgátoru k celkové molekulové hmotnosti. Rozsah hodnot HLB je od 0 do 20, přičemž ani jedna z krajních hodnot se v praxi nevyužívá, protože $HLB = 20$ je 100% hydrofilní a $HLB = 0$ je 100% hydrofobní a logicky tím nejsou povrchově aktivní. O vhodnosti použití emulgátorů dle hodnoty HLB hovoří tab. 1. [7]

Nejpříznivější účinky mají emulgátory s hodnotou HLB mezi 6-14, stimulující tvorbu emulze typu o/v. To koresponduje s tím, že kontinuální fází v těstě je fáze vodná, a že v zájmu tvorby komplexů se škrobem a bílkovinami lepku je nutná co nejjemnější a nejrovnoměrnější disperze tuku a emulgátoru v těstové kapalině, aby se jejich účinek mohl plně projevit. K dosažení optimálního účinku se často používají směsi.

V souvislosti s tříděním emulgátorů je třeba objasnit v pekárenské technologii používané termíny „emulsifiers“ a „dough strengtheners“ emulgátor a zesilovač těsta. Emulgátor je PAL, která pomáhá znovurozdělení částic diskontinuální fáze. Tato funkce je důležitá při výrobě těst pro jemné pečivo, oplatky, vafle apod. Termín *emulgátor* se také používá u sloučenin, které reagují s molekulami a granulemi zmazovatělého škrobu - zpomalují rychlost jejich rekrystalizace a tím přispívají k prodloužení či udržení měkkosti – jemnosti střídy. Jako emulgátory reagují PAL v mezifázovém rozhraní kapalina/pevná fáze nikoli v mezifázovém rozhraní kapalina/kapalina [7].

Tab.1 Roztřídění emulgátorů dle hodnoty HLB a vhodnost jejich použití [7]

Rozsah hodnot HLB	Použití emulgátoru
3,5 – 6	emulgátor typu voda v oleji, v/o
7 – 9	smáček činidla
8 – 18	emulgátor typu olej ve vodě, o/v
13 – 15	detergenty
15 – 18	rozpouštědla

Zesilovače těsta jsou PAL, které pravděpodobně reagují s lepkovými bílkovinami a ovlivňují ty reologické vlastnosti těsta, kterým se říká „síla“, tzn. zpevňují těsto. Fungují také na rozhraní kapalina/pevná látka. Nutné je také uvést, že PAL může fungovat ve všech uvedených způsobech. Při hodnocení jednotlivých emulgátorů, je třeba mít na paměti všechny uvedené funkce dohromady [7].

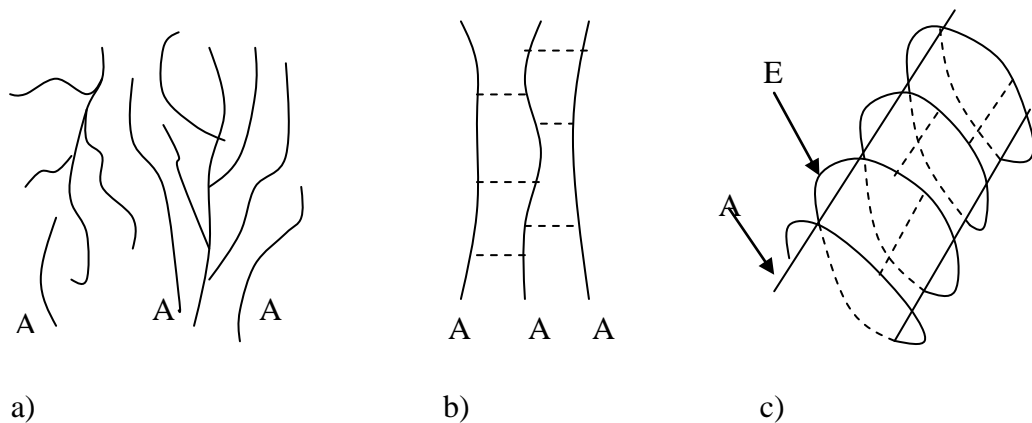
Účinkem emulgátorů tedy dochází:

- k dokonalejšímu rozptýlení tuku v těstě, a tím ke zlepšení stravitelnosti výrobků
- ke zlepšení zpracovatelnosti těsta
- ke zpevněné struktuře těsta
- ke zlepšení jemnosti a pórovitosti střídy
- ke zvýšení objemu pečiva
- ke zpomalení stárnutí pečiva

- ke stabilizaci pěn [5]

3.1.1 Interakce emulgátorů se škrobem

- Interakcí emulgátorů se škrobem se vytváří komplex s amylosovou frakcí škrobu. Jedná se o již zmiňovanou inkluzní sloučeninu, kdy je dlouhý řetězec emulgátoru uzavřen uvnitř spirály amylosy. Amylosová spirála je schopna skrýt z každé strany jeden uhlíkatý řetězec mastné kyseliny. Zbývající části lipidické molekuly zůstávají mimo spirálu. V uvedeném systému pak dochází k interakci amylosy s uhlovodíkovým řetězcem vzájemným přilnutím hydrofobních částí obou molekul a zamezením jejich styku s okolní vodní fází [34].



Obr.9 Změny amylosy ve střídě během stárnutí [16]

a, neuspořádané amylosové a amylopektinové molekuly v čerstvé střídě

b, stabilizace vodíkovými můstky ve stárnoucí střídě

c, stabilizace amylosy emulgátorem

A – řetězce amylosy, E – emulgátor, - - - - - vodíkové můstky

Díky vzniku inkluzní sloučeniny dochází :

- chránění řetězce mastné kyseliny před oxidací
- ke stabilizaci amylosy a snížení její bobtnací schopnosti a rozpustnosti amylosy, sníží se přístupnost enzymů k amylose a všechny tyto změny mají vliv na zpomalení retrogradace škrobu

- zvýší se schopnost zadržet vodu – pohyb vody je zpomalen nebo zabrzděn a tím je zpomalena retrogradace škrobu tj. stárnutí pečiva [7]

Změny amylosy ve střídě během stárnutí pečiva ukazuje obr.9.

3.1.2 Interakce emulgátorů s bílkovinami

Při interakci emulgátorů s bílkovinami dojde ke:

- zpevnění struktury bílkovin – dojde ke zvětšení schopnosti zadržení plynu a tím zvětšení specifického objemu pečiva [5]. Dojde k tomu díky reakci vodíkových můstků mezi dlouhými hydrofobními řetězci neionogenních PAL a amidickými skupinami bílkovin, dále díky hydrofobním vazbám s glutelinem a hydrofilním vazbám s prolaminem a se škrobem.
- zpomalení měknutí těsta a omezení peptizace během hnětení – pravděpodobně anionogenní PAL způsobuje těsnější ukládání molekul bílkovin a tím se snižuje jejich rozpustnost a hydratační možnosti
- zvýšení tolerance vůči mechanickému namáhání – emulgátory s moučnými lipidy vytvářejí polární vazby s hydrofilními skupinami bílkovin, čímž se uvolní hydrofobní části lipidické vrstvy, působící pak jako kluzné plochy mezi lepko-vými bílkovinami, je-li lepek vystaven silnému stříhovému namáhání [7]

Přehled vlastností jednotlivých skupin emulgátorů:

Monoacylglyceroly a diacylglyceroly (MAG a DAG)

Po chemické stránce jde o estery vzniklé částečnou hydrolyzou tuků. Nasycené MAG vytváří komplexy se škrobem a tím prodlužují trvanlivost pečiva. Dále zlepšují emulgaci tuku v těstě, zlepšují sensorické vlastnosti, zejména texturu střídy [15]. Nenasycené MAG kontrolují absorpci tuku u smažených výrobků .

Deriváty MAG a DAG

Mají zesílenější účinek. Jejich funkce je závislá na vázané mastné kyselině.

- ester kyseliny jantarové a stearové s glycerolem – dokonalejší dispergování a zvýšení účinku tuku na těsto, tvorba komplexů se škrobem – prodloužení trvanlivosti
- estery MAG s kyselinou mléčnou, octovou, citrónovou, vinnou nebo směsí octové a

vinné – emulgování tuku v těstě, stabilizace pěn

- ester MAG s kyselinou diacetylvinnou – emulgátor, stabilizátor komplexu škrob – bílkovina – prodloužení trvanlivosti, zlepšuje vlastnosti lepku a napomáhá udržení plynu v těstech a tím zvětšuje i objem pečiva, doposud nejlepší [7]

Estery sacharosy s mastnými kyselinami

Vznikají esterifikací hydroxylové skupiny sacharosy mastnou kyselinou. Jsou zodpovědné za stabilizaci komplexu bílkovina-škrob a zlepšují trvanlivost. Estery s HLB 14 se používají jako náhrada 3% tuků v pekařských výrobcích [7].

Lecitin

Jedná se o fosfatidylcholin, případně o směs přírodních fosfolipidů jako fosfatidylserin, fosfatidylinositol. Izolují se ze sójového oleje, rostlinného oleje a vajec. Působí jako stabilizátor komplexů s bílkovinami a škrobem – zpomaluje stárnutí, dále mírně zlepšuje objem výrobků, aniž by zpevňoval těsto [5].

3.2 Chemické zlepšující prostředky

3.2.1 Oxidační látky

Již po první světové válce se používaly k bělení mouk, teprve až později byl zjištěn jejich vliv na další vlastnosti těsta. Jejich použití je limitováno nezávadností látky, legislativou, účinkem, způsobem aplikace a cenou. V ČR je z těchto látek povolena pouze kyselina askorbová [18].

Podle účinku rozlišujeme tři typy oxidačních látek:

- k bělení - provádí čistě z komerčních důvodů a v ČR je zakázáno
- k urychlení zrání mouk – vzhledem k nedostatečným skladovacím prostorům dochází často ke zpracování nedostatečně odleželé mouky, kdy lze dobu zrání 3 – 4 týdny zkrátit a zrání urychlit přidávkem oxidačních látek, jinak by byly výrobky malé, nízké roztékavé. I vlivem používání progresivních metod manipulace s moukou – pneumatickým nebo fluidním způsobem, kdy přichází mouka intenzivně do styku se vzdušným kyslíkem, čímž se stimuluje zrání, je možné tuto dobu zkrátit na 10 – 11 dní.

- se zlepšujícím účinkem na těsto – dochází k zesílení těsta, zvýšení pružnosti a lepší zpracovatelnosti [5]

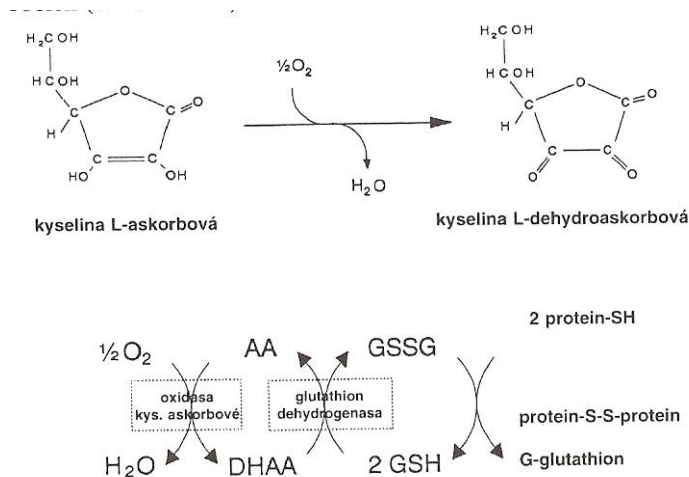
Některé mají pouze jeden z uvedených účinků, některé všechny. Většina těchto látek se přidává již ve mlýně za účelem standardizace mouk, ale jsou i součástí pekařských zlepšovacích prostředků.

Předpokládá se několik mechanismů účinku chemických oxidačních látek.

1) Reakce zahrnují oxidačně – redukční systém těsta – vazby – SH a –SS. SH vazby bílkovin mouky se oxidují za vzniku disulfidických vazeb –SS-. Dále dochází k výměnným reakcím mezi –SH a –SS- vazbami. To znamená, že stávající vazby se rozrušují a nové vazby vznikají. To způsobuje změny týkající se především prostorového uspořádání, které ovlivňuje reologické vlastnosti těsta. K tomuto se přiklání největší část odborné veřejnosti.

2) Dalším možným mechanismem je změna glykoproteinů, které při působení oxidačních činidel tvoří pevné gely ztužující těsto.

3) Neméně významná je oxidace redukčních skupin ve složkách těsta, zejména glutathionu, jež je aktivátorem proteas [7]



Obr.10 Reakce kyseliny askorbové v těstech [7]

Vliv kyseliny askorbové na těsto je velmi dobře viditelný na extenzografu, protože je na extenzografických ukazatelích patrné zvýšení odporu proti protažení, snížení tažnosti a zvýšení extenzografické energie. Podíváme-li se na hotový výrobek dojde při správné aplikaci ke zlepšení tvaru pečiva, klenutosti a zvýšení objemu [9].

Kyselina L-askorbové se používá v nezbytném množství. Optimální je dávkování 10 – 100ppm. Za přístupu vzduchu se L-AA chová jako oxidační činidlo- stabilizuje lepek, zvyšuje jeho schopnost zadržet plyn, zlepšuje objem a texturu těsta a urychluje jeho přípravu. Za nepřístupu vzduchu je ale redukčním činidlem [35].

Její působení schematicky popisuje obr.10. Nejprve se vzdušným kyslíkem oxiduje kyselina askorbová na dehydroaskorbovou a ta je zpětně redukována thiolovými skupinami lepkových bílkovin při vzniku disulfidických vazeb a kyseliny askorbové.

Při praktickém použití je třeba znát jakost upravované mouky, protože předávkování se buď nemusí projevit nebo může dojít ke zhoršení kvality. Extrémní zpevnění lepku se totiž projeví snížením objemu, zhoršením tvaru pečiva a značně tuhou a houževnatou střídou. Z toho vyplývá, že je vhodné ji přidávat pouze do slabých mouk [36].

Kromě oxidačně – redukčního efektu se pokládá za jisté, že kyselina askorbová inhibuje činnost proteolytických enzymů, které štěpí peptidické vazby bílkovinných řetězců [7].

3.2.2 Redukční látky

Během hnětení dochází v těstě k mnoha reakcím a jen v určitém okamžiku získává těsto vlastnosti, kdy je zpracovatelné, nelepivé, pružné, tažné a schopné zadržet vznikající plyny při kynutí.. Doba hnětení může být tedy limitující parametr pro přípravu těsta tj. zkrácením doby hnětení, při zachování stejných vlastností těsta by došlo k zintenzivnění procesu. Z těchto důvodů se používají redukční látky a proteasy.

Používanými redukovadly jsou L – cystein, glutathion (uvolňuje se z droždí) a hydrogensířičitany. Redukční činidla v průběhu hnětení štěpí disulfidické vazby bílkovin tj. snižují stupeň polymerace a uvolňují příčné vazby mezi řetězci. V praxi tedy snižují dobu hnětení a jsou schopny zeslabit příliš silné mouky [7], [15].

3.3 Hydrokoloidy

Jedná se zpravidla o vysokomolekulární sacharidy. Jsou schopny dosti pevně a stabilně vázat velký objem vody. Obsahují značné množství rozpustné vlákniny. Jejich příspěvek k celkové energetické hodnotě je téměř nulový [15]. Z tohoto důvodu mohou být také použity jako náhražka tuku.

K hlavním hydrokoloidům používaným k přípravě pečiva patří pšeničný vitální lepek. Používá se ke zlepšení kvality slabých mouk. K zabránění stárnutí a vysychání střídy i ke zlepšení objemu pečiva se využívá arabská guma. Obdobnou funkci má moučka ze semen svatojánského chleba, guma guar – zlepšuje objem pečiva a zpomaluje stárnutí. Zajímavé je také použití karagenanu ve směsi s lecitinem – zlepšuje totiž objem a strukturu pšeničného chleba. Zajímavou skupinou jsou i hydrokoloidy mikrobiálního původu – dextran a xanthan – obojí zpomalují retrogradaci škrobu [7].

3.4 Enzymy

Jejich používání je staré více než 100 let. Nejprve byla využívána amylasa ve formě sladové moučky, později lipoxygenasa ve formě aktivní sojové moučky [5]. S rostoucími požadavky na sortiment výrobků a měnící se technologii se postupně začaly používat i proteasy, hemicelulasy a pentosanasy.

Enzymy se přidávají za účelem dosažení změn jak v těstě, tak v konečném výrobku. Jedná se o:

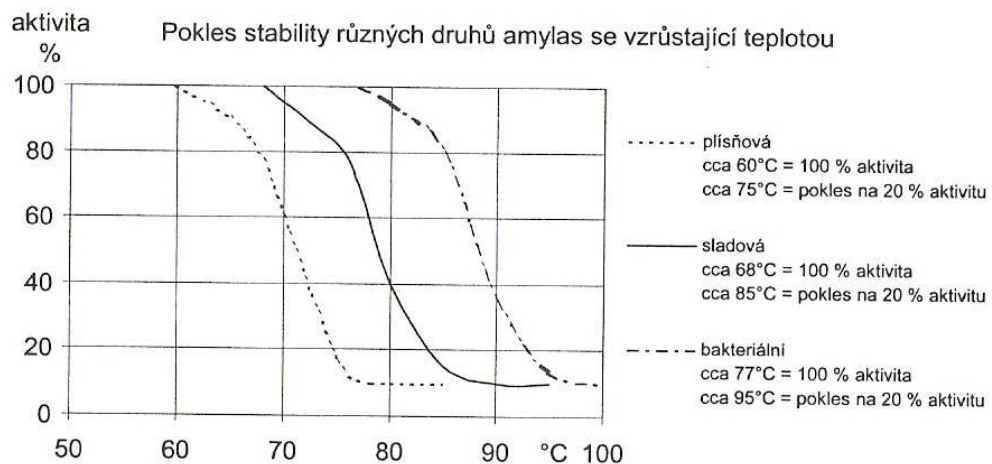
- částečnou hydrolýzu lepku pro lepší zpracovatelnost těsta
- částečná hydrolýza škrobu pro získání volných cukrů potřebných ke kvašení
- částečná oxidace lipidů pro zesílení těsta
- částečná hydrolýza zmazovatělého škrobu pro snížení retrogradace a pevnosti střídy [7]

3.4.1 Amylasy

Amylasy katalyzují štěpení vazeb α -(1->4) amylosy a amylopektinu. α -amylasa je enzym dextrinogenní. Umožňuje štěpení α -(1->4) vazeb škrobu uvnitř řetězce za vzniku dextrinu o šesti až sedmi glukosových jednotkách, na které může působit β -amylasa.

β -amylasa způsobuje štěpení α -(1->4) vazeb škrobu od neredukujícího konce molekuly tak, že dvě poslední jednotky glukosy jsou odštěpovány ve formě maltosy. Maltosu je β -amylasa schopna štěpit teoreticky úplně, ale díky retrogradaci dochází k ustanovení rovnováhy. Amylopektin je schopna štěpit jen cca ze 60% [15], [7].

Pro kvalitu mouky je limitující obsah α -amylasy. Její příliš velký obsah vede k lepivosti střídy, její volné struktuře a tmavému zbarvení střídy. Naopak nedostatek se projevuje suchou, drobnou střídou a také malým objemem pečiva v důsledku nízké tvorby CO_2 v průběhu kynutí. Zdrojem amylas může být sladová moučka, plíseň *Aspergillus oryzae* či bakterie *Bacillus subtilis*. Jednotlivé druhy amylas se od sebe liší inaktivační teplotou, jak ukazuje obr.11 [7].



Obr. 11 Tepelná stabilita různých druhů amylas [7]

V pekárenství se amylasy používají z důvodu:

- zvýšení objemu výrobků
- zlepšení barvy kůrky
- zlepšení textury střídy
- zpomalení stárnutí výrobku
- zvýšení objemu výrobku

α -amylasa štěpí škrob na dextriny, které β -amylasa štěpí na maltosu. Tu metabolizují kvasinky maltasou za vzniku CO_2 potřebného k nakypření a získání většího objemu pečiva [5]. Její přidavek se projeví u těst s dostatečnou dobou zrání a kynutí a s malým nebo žádným přídavkem cukru. Štěpením vzniklé dextriny se účastní Maillardovy reakce (reakce redukujících cukrů s aminokyselinami), a tím zlepšují zbarvení kůrky výrobku.

Naproti tomu hydrolýzou poškozených škrobových granulí dochází ke snížení jejich schopnosti zadržovat vodu. Tím větší část vody reaguje s ostatními složkami těsta, dochází ke snížení konzistence těsta – zlepšuje se jeho zpracovatelnost, což má vliv pravděpodobně na zlepšení textury střídy. Dále amylasami vzniklé dextriny pravděpodobně působí proti stárnutí tím, že zabraňují interakci lepkových bílkovin a škrobu [7].

Amylasy se od sebe odlišují svojí působností, která je ovlivněna termostabilitou. Plísňové a sladové amylasy mají termostabilitu nízkou, a tak ovlivňují zpomalení stárnutí jen minimálně. Než mohou napadnout škrobový maz jsou inaktivovány [5]. Naproti tomu bakteriální amylasa štěpí škrob během celého pečení. Zvýšený obsah vzniklých dextrinů je pak příčinou gumovité a lepkivé střídy. Proto se využívá speciálně upravená maltogenní amylasa, která má termostabilitu někde uprostřed. To znamená, že štěpí škrob během mazování při pečení, avšak jen část, protože během pozdější doby pečení je inaktivována.. Působí tak jen proti stárnutí. [7].

3.4.2 Proteolytické enzymy

V pšeničných těstech se používají pouze peptidasy i proteasy. Jejich účinkem dochází k oslabení lepku, mají tudíž obdobný účinek jako redukovadla. Je zřejmé, že u redukčních činidel závisí množství štěpeného lepku pouze na jejich koncentraci, zatímco u proteolytických enzymů na koncentraci a zároveň době působení.

Používají se pro silné mouky a činí těsto tažnější a volnější. Při správném dávkování snižují dobu hnětení. Při přílišné hydrolýze způsobí zeslabení bílkoviny a zhoršení objemu. Uplatňují se především při výrobě trvanlivého pečiva, kde je vyvinutá lepková síť ne žádoucí. [7], [15]

3.4.3 Lipoxygenasy

Především se jedná o sójovou lipoxygenasu. Zlepšuje barvu střídy, vlivem destrukce karotenoidních barviv. Ovlivňuje také aroma a chuť výrobků. Díky ní se stává těsto tolerantnější k hnětení a je lépe zpracovatelné. Má také vliv na zvýšení objemu výrobků [7].

3.4.4 Hemicelulasy

Hemicelulasy jsou komplexem enzymů, které působí na hemicelulasy, pentosany a glykoproteiny přítomné v pšeničné mouce. Důležitou vlastností pentosanů je, že jsou schopny

vázat velké množství vody. Vznikem pentosanů, které vznikly působením hemicelulas, dochází ke zvýšenému příjmu vody v těstě. To se projeví zvýšením vláčnosti a zpracovatelnosti těsta, zlepšením měkkosti a textury střídy, ale také snížením objemu. [7]

3.5 Komplexní zlepšující přípravky

Zlepšující přípravky umožňují výrobu těsta „na záraz“, vytvářejí toleranci těsta k intenzivnímu hnětení, zajišťují suchá a plastická těsta při současném pojmutí velkého množství recepturní dávky vody, regulují rychlost zrání a kynutí podle definovaných technických parametrů daných strojním vybavením. V neposlední řadě dodávají pečivu požadovaný objem, chuť, vůni, charakter kůrky a střídy a trvanlivost [22].

Jednoduše přitažlivost premixů a hotových směsí pro pekaře všeobecně spočívá v jejich snadném použití, spolehlivosti a efektivnosti. Jejich předchůdcem byla směs pšeničné mouky a pečícího prášku patentovaná v USA v roce 1849. Hlavním motivem pro vývoj směsí bylo pohodlí – eliminace komplikovaného vážení jednotlivých komponent, které bylo často zdrojem chyb, zejména u těch složek, které se přidávaly v malém množství. Současně s tím došlo ke zjednodušení skladování, protože namísto celé řady různých ingrediencí se skladuje pouze jeden produkt. V mnoha případech dochází při výrobě rovněž i k úspoře času, např. u jemného pečiva, kde časově náročné a pracné šlehání za tepla a za studena se může nahradit jednodušší a rychlejší metodou [20].

Uvedené aspekty jsou stále více důležité v pekárnách, kde jsou zaměstnávání převážně pracovníci s nízkou kvalifikací. V mnoha případech je také použití hotových směsí či premixů jedinou cestou, jak tradiční sortiment pekáren rozšířit o nové položky a takovéto výrobky připravit i za zcela základních podmínek [21]. To zahrnuje i použití surovin, které se v konvenčním pekařství běžně nepoužívají, jako produkty z méně obvyklých cereálií nebo semena olejnin [20].

Tyto možnosti ovlivnění kvality pečiva vyvolávají obavy, že používání směsí může vést k typizovanému sortimentu výrobků. Tyto obavy jsou ale zbytečné. Během 50 let, po kterou se hotové směsi či premixy v Evropě užívají, k žádné standardizaci nedošlo. Nechávací totiž uživateli dostatečný prostor pro kreativitu. Zatímco značkové výrobky takovouto kreativitu nepřipouštějí, zruční a zkušení pekaři v malých provozovnách tuto kreativitu dokonale využívají. Nadto je podíl hotových směsí na trhu příliš malý na to, aby mohl vytvořit

uniformní sortiment pekařských výrobků. Např. v Německu se odhaduje podíl hotových směsí asi 3-3,5% trhu s moukou. Předpokládá se, že v ostatních zemích je situace obdobná [20].

Hlavním rozdílem mezi hotovou směsí a premixem je, že premixy obsahují pouze malá množství mouky, nebo dokonce vůbec žádnou. Mouku do premixů přidává až pekař. Nicméně premixy obsahují všechny ostatní ingredience hotové směsi [20].

Premixy se dají brát do jisté míry jako cenově výhodnější – je-li moučný základ pro uživatele dostupnější za nízkou cenu nebo když se hotové směsi musejí dopravovat na dlouhé vzdálenosti, takže náklady na dopravu jsou relativně vysoké. V budoucnosti lze tedy očekávat zvyšování významu premixů na úkor hotových směsí [20].

Čím širší je škála výrobních zařízení a zejména vyráběného sortimentu, tím obsáhlejší je nabídka zlepšujících přípravků. Základní stavební kameny jsou však pro všechny přípravky podobné a vždy je velice důležitá jejich poměrná vyváženost [22]. Jsou obvykle složeny z mouky – základního nosiče účinných látek, emulgátorů, oxidačních nebo redukčních činidel, hydrokoloidů, enzymů, případně konzervantů a přídatných surovin jako je cukr, mléko. Vyrábějí se ve formě sypké, tekuté i v podobě pasty – podle druhu použití [21]. Rozlišují se dle použití pro jednotlivé druhy pekařských výrobků.

Významným parametrem při nasazování jednotlivých přípravků je zejména použitá mouka a její kvalita, která není vždy ideální. Vývojová oddělení společností vyrábějící zlepšující přípravky jsou schopna identifikovat konkrétní požadavky odběratelů, reagovat na jejich aktuální potřeby a řešit je zakázkovým způsobem přímo na míru. V dnešní době jen velmi zřídka platí, že pro nalezení vhodného řešení se dá využít nějaký univerzální přípravek. I proto dle svých možností nabízí zákazníkům servis spojený s rozбором mouk [22]. Při volbě vhodného zlepšujícího prostředku je možné v dnešní době oslovit i nezávislé poradenské firmy, které jsou schopné na dodávanou standardní jakost mouky najít dle podmínek provozu a technologie optimální zlepšující přípravek s třeba šetrnějším dávkováním než doporučují výrobci, a tím zajistit pekárně i ekonomické zhodnocení.

Použití složek zlepšujících přípravků upravuje vyhláška č.53/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky použití látek přídatných, pomocných a potravních doplňků. Tato vyhláška přiřazuje ke každé přídatné látce E kód dle číselníku

EU a uvádí také nejvyšší přípustná množství nebo množství nezbytná pro dosažení zamýšleného technologického účinku. Nejsou – li ve vyhlášce uvedeny, smí se používat jen se souhlasem Ministerstva zdravotnictví. Dle zákona o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/97 Sb., ve znění pozdějších předpisů se přídatnými látkami rozumí látky bez ohledu na jejich výživnou hodnotu, které se zpravidla nepoužívají samostatně jako potravina, ani jako charakteristická potravní přísada, a přidávají se do potravin při výrobě, balení, přepravě nebo skladování, čímž se samy nebo jejich vedlejší produkty stávají nebo mohou stát, součástí potraviny [6], [18].

4 CHARAKTERISTIKA TĚSTA

4.1 Podstata tvorby a struktura těsta

Kvalitu výrobku předurčuje surovinové složení, vytvoření správného koloidně – chemického systému těsta se správnými fyzikálně mechanickými vlastnostmi pro celé další zpracování. Dále se na kvalitě podílí také správné nakypření a konečně také správné tepelné zpracování.

Největší podíl pekárenských výrobků je založen na tvorbě těsta z tradičních surovin, mouky, vody s přidavkem soli a kypřidel. Níže popisované koloidní a fyzikální charakteristiky těsta se dotýkají právě těchto tradičních těst. Další přísady, které se do těst používají, zlepšují jejich vlastnosti, ale pro jejich tvorbu nejsou nezbytné.

Při tvorbě pšeničného těsta dochází v průběhu hnětení k pozvolnému vytváření prostorově trojrozměrné sítě lepkové bílkoviny. Ta je nosnou strukturou těsta, která má charakter tuhého pružného gelu. Z původní směsi pevných a kapalných složek se v krátké době vytvoří systém, v němž spojitou fází je nabobtnalý gel a v něm jsou suspendovaná především škrobová zrna a další tuhé částice (sušené mléko, sušená melanz...) nebo hydrofobní gelovité složky (tuky).

Při míchání mouky a vody částice mouky (především bílkoviny a pentosany nebo rozpustné β -glukany) zvolna hydratují, nevytváří se však hned spojitá masa těsta. Teprve hnětením dochází k vzájemnému styku molekul bílkovin a hydratovaných polysacharidů, což přispívá k jejich orientování a tvorbě příčných vazeb. Tím se vytváří trojrozměrná síť, dávající elasticitu zejména pšeničnému těstu a zajišťuje jeho odolnost proti roztékání. [7].

Lze si zjednodušeně představit, že v této trojrozměrné síti jsou uzavřena škrobová zrna, v této fázi jen málo nabobtnalá. Bílkovina váže větší část vody do doby překročení kritické teploty 60°C, kdy dochází ke změnám konformace bílkovin. Slabé vazby v řetězci se uvolní, rozruší se uspořádaná struktura a vytvoří se náhodně rozložené řetězce, struktura ztuhne a ztratí dřívější schopnost vázat vodu.

V době kdy dochází k denaturaci bílkovin začíná svoji úlohu plnit škrob. Při 55 – 65 °C začíná přijímat vodu dříve vázanou bílkovinou a mazovatí. Tím zajišťuje vláčnost hotových výrobků. Zahříváním, bobtnáním a mazovatěním mění škrob svou strukturu na nepra-

videlnou vlivem množství přijaté vody a díky proplétání řetězců amylopektinu s amylosem. Ze škrobu se také odštěpují zkvasitelné cukry, potřebné pro činnost kvasinek.

Tyto dvě funkce škrobu jsou protichůdné. Poškozený škrob nebo takový, jež má příliš vysokou aktivitu enzymů sice napomáhá dobré fermentaci, ale naproti tomu váže menší množství vody. Viskozita těsta bude tedy větší – těsto lepivější.

Škrobu je také připisována úloha při stárnutí pečiva, kdy dochází nejenom ke ztrátě vody, ale také k její migraci. Migrace je doprovázena rekrystalizací škrobových zejména amylopektinových polymerů. Vnější projevem tohoto procesu je zvyšování tuhosti střídy [16].

Nakypření dosáhneme biologickou fermentací – kvasinkami případně bakteriemi. Úkolem fermentace je vytvořit CO_2 k dostatečnému nakypření výrobku. Dále se pak fermentací vytvoří látky jako organické kyseliny, aldehydy, alkoholy a jejich deriváty, jež jsou zodpovědné za aroma a chuť výrobku [7].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo porovnat účinnost a dávkování jednotlivých složek zlepšujících přípravků. Zjištěné údaje o jednotlivých složkách zlepšovadel využít při návržení komplexního zlepšujícího přípravku s optimální účinností za konkurenčně nižší cenu. Navržený zlepšující přípravek ověřit pekařským pokusem.

6 MATERIÁL A METODIKA

6.1 Charakteristika materiálu

V této práci byly použity k reologickým měřením dvě mouky odlišných vlastností - pšeničná mouka hladká T530 (vzorek č. 1 – označovaný MB) a pšeničná mouka hladká pečivářenská oplatková (vzorek č. 2 – označovaný S). Další tři mouky, byly použity na pekařský pokus. Jednalo se o pšeničné mouky hladké T530 (vzorek č. 3, 4, 5 označovaný LN1, LN2, RA). Charakteristiky těchto mouk uvádí tab. 2.

vzorek č. 1 – MB: pšeničná mouka hladká T530 (odběr z mlýnu Unimills a.s. Mladá Boleslav, 1.9.2009 pracovníky laboratoře z mlýnských mícháren v množství 8 kg, mouka používána po 14 denním odležení)

vzorek č. 2 – S: pšeničná mouka hladká pečivářenská oplatková (odběr z mlýnu Perner s.r.o. Svijany, 5.10.2009 pracovníky laboratoře z mlýnských mícháren v množství 6 kg, mouka používána po 14 denním odležení)

vzorek č. 3 – LN1: pšeničná mouka hladká T530 (odběr z mlýnu Millba Czech a.s. Louny, 22.2.2010 pracovníky laboratoře z mlýnských mícháren v množství 6 kg, mouka používána po 14 denním odležení)

Tab.2 Výsledky základních rozborů

Výsledky základních rozborů:					
Vzorky:	MB T 530	S oplatková	LN1 T530	LN2 T530	RA T530
vlhkost (%)	12,5	12,3	14,7	14,7	14,6
popel (%)	0,61	0,66	0,64	0,57	0,58
mokrý lepek (%)	30,1	29,7	31,4	34,8	31,0
číslo poklesu (s)	390	375	270	275	249
zrnitost % (m/m)	257 / 99,0 162 / 88,0	257 / 100,0 162 / 94,0	257 / 99,0 162 / 84,5	257 / 99,0 162 / 80,4	257 / 100, 162 / 86,2

vzorek č. 4 – LN2: pšeničná mouka hladká T530 (odběr z mlýnu Millba Czech a.s. Louny, 08.9.2009 pracovníky laboratoře z mlýnských mícháren v množství 6 kg, mouka používána po 14 denním odležení)

vzorek č. 5 – RA: pšeničná mouka hladká T530 (odběr z mlýnu Millba Czech a.s. Raspenava, 15.9.2009 pracovníky laboratoře z mlýnských mícháren v množství 5 kg, mouka používána po 14 denním odležení)

Na moukách byl sledován vliv přídatku jednotlivých složek vybraných zlepšujících přípravků - 9 emulgátorů, 3 enzymů a kyseliny askorbové. Složky byly dávkovány v koncentracích doporučených výrobcem a v koncentraci poloviční, jak uvádí tab. 3.

Tab. 3 Druhy a koncentrace použitých zlepšujících přípravků

Číslo:	Typ:	Koncentrace:	
1.	Emulgátor E471	0,2 %	0,5 %
2.	Emulgátor E471, E322	0,2 %	0,5 %
3.	Emulgátor E471	0,2 %	0,5 %
4.	Emulgátor E471	0,2 %	0,5 %
5.	Emulgátor E471	0,2 %	0,5 %
6.	Emulgátor E481	0,2 %	0,5 %
7.	Emulgátor E322	0,2 %	0,5 %
8.	Emulgátor E471	0,2 %	0,5 %
9.	Emulgátor E471	0,2 %	0,5 %
10.	Enzym amylasa	10 ppm	50 ppm
11.	Kyselina askorbová	10 ppm	50 ppm
12.	Enzym pentosanasa	10 ppm	50 ppm
13.	Enzym amylasa	10 ppm	50 ppm

6.2 Metodika

Základní fyzikálně-chemické vlastnosti mouky byly měřeny ve zkušební laboratoři mlýnu Unimills a.s., Mladá Boleslav. Ověření účinku a dávkování jednotlivých složek zlepšujících přípravků bylo provedeno v téže laboratoři za pomoci dvou reologických přístrojů - extenzografu a alveografu. Výsledky z reologických měření byly ověřeny laboratorním pekařským pokusem jako jedinou rozhodující přímou metodou. Pekařský pokus byl proveden ve zkušební laboratoři mlýnu Millba Czech a.s. Louny. Ke získání výsledků byly použity uvedené metodiky.

Vlhkost

Vlhkost byla určována podle ČSN 56 0512-7. 5 g vzorku se suší za definovaných podmínek při teplotě $130 \pm 2^\circ\text{C}$ v elektrické sušárně 60 min.. Vlhkost je vyjádřena v %. [24]

Popel

Popel byl určován podle ČSN 56 0512–8. Popel je definován jako zbytek po spálení 2 g vzorku při teplotě $900 \pm 50^\circ\text{C}$ v muflové peci za dodržení podmínek metody. Popel je vyjádřen v %. [25]

Mokrý lepek

Mokrý lepek byl určen podle ČSN 56 0512-0. Lepek se vypírá ručně ze standardně připravené těstové kuličky (10 g vzorku + 5 ml 2% roztoku NaCl). Přebytečná vlhkost se odstraní lisováním. Lepek je vyjádřen v %. [26]

Číslo poklesu

Číslo poklesu bylo určováno metodou podle ČSN ISO 3093. Číslo poklesu se stanovilo jako doba poklesu standardního tělíska na dráze konstantní délky ve vodné suspenzi mouky (7 g vzorku / 15% vlhkost). Číslo poklesu je vyjádřeno v jednotkách s. Ke stanovení byl použit Falling Number 1400 (Perten). [27]

Číslo poklesu hodnotí viskozitu moučné suspenze během rychlého zmazovatění (během 1 min. ve srovnání s amylogramem, kdy tato fáze trvá cca 40 min.) a následného ztekucení škrobu přítomnou α – amylasou. Viskozita je stanovena nepřímo měřením doby poklesu měřicího tělíska v konstantní délce kyvety s měřenou suspenzí. Obě metody mají uzanční charakter, ale popisují viskozitu moučné suspenze za odlišných podmínek [28].

Zrnitost

Zrnitost byla určena podle ČSN 56 0512–5. 50 g mouky se 5 min. prosévá při 180 otáčkách / min. na granulacním přístroji sestaveném ze sít s předepsaným počtem ok. Zrnitost je vyjádřena v %. [29]

Extenzografické měření

Extenzografické měření bylo provedeno podle ČSN ISO 5530–2. Ke stanovení byl použit Promylograf TS6 (Egger). Na farinografu se připraví podle standardních podmínek těsto z mouky, vody a soli. Zkušební kus těsta se vytvaruje na skulovači a vyvalovači extenzografu do standardního tvaru. Po uplynutí daného času 25 min. se zkušební kus těsta natáhne a potřebná síla se zaznamená. Po prvním natažení se opakuje další s tímž kusem těsta s opětovným tvarováním, odležením 35 min. a natahováním. Z tvaru získaných křivek se

stanovují pekařské vlastnosti mouky [9]. Způsob vyhodnocení extenzografické křivky znázorňuje obr. 12.

Vyhodnocení extezografu:

1. Maximální odpor (maximum)

Maximální odpor k natahování tj. maximum R_m je maximální výška extenzografické křivky s přesností na 5 PJ.

2. Odpor při konstantní deformaci (odpor) R_{50} (v)

Je výška extenz. křivky při délce protažení 50mm s přesností na 5 PJ.

3. Tažnost - d

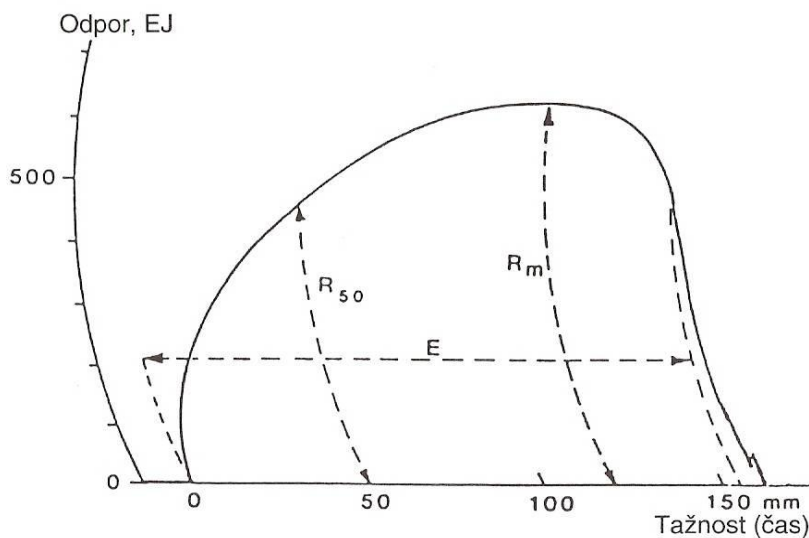
Je vzdálenost daná na registračním papíře od okamžiku, kdy se hák dotkne těstového kusu až do přetržení těstového kusu s přesností na 1mm.

4. Poměr v/d

Vypočítá se dle vztahu v/d.

5. Energie E

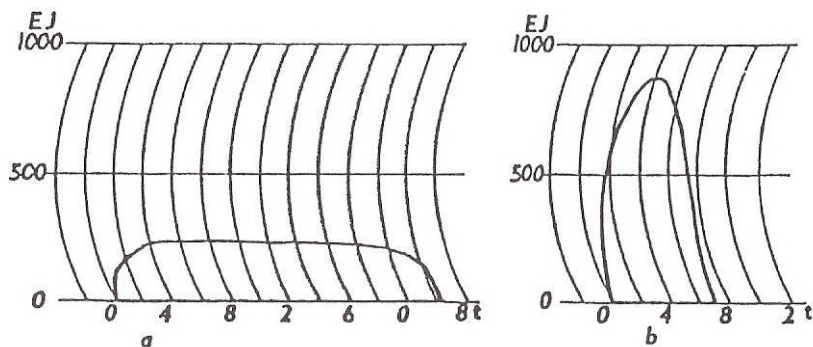
Je vyjádřena plochou pod křivkou až do přetržení těsta v cm^2 . Měříme ji planimetrem.



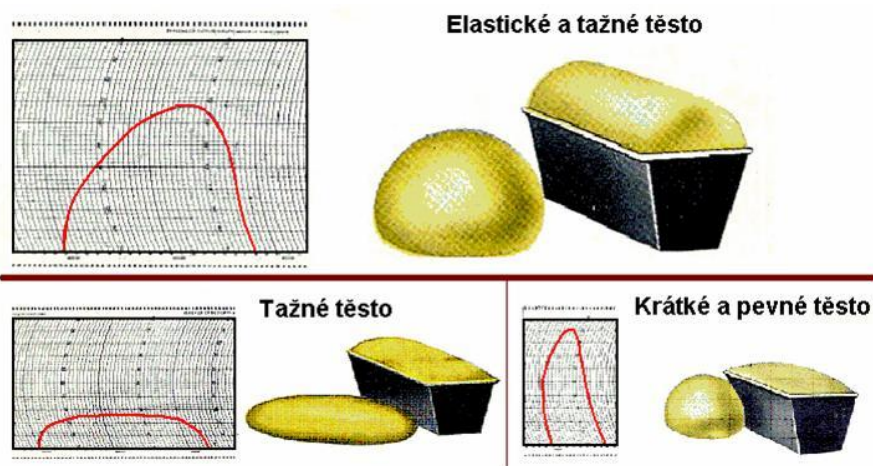
Obr.12 Způsob vyhodnocení extenzografické křivky [7]

Energie je měřítkem pekařské zpracovatelnosti. Předpokládá se, že těsto s větší energií bude dávat větší objem pečiva. Pro kynuté pečivo jsou vhodné křivky současně vysoké i dlouhé. Extrémní křivky dávají malý objem pečiva. Jejich příklady jsou uvedeny na obr.13.

Nízké křivky nezaručí správné klenutí výrobku. U vysokých křivek nemá kypřící plyn dostatečný přetlak ke zvětšování dutinek v těstě. Jak tyto křivky korespondují s vlastnostmi těsta ukazuje obr. 14. [7] [9]



Obr.13 Příklad extrémních tvarů extenzografických křivek [9]



Obr.14 Extrémní tvary křivek korespondující s klenutostí pečiva [38]

Alveografické měření

Alveografické měření bylo provedeno dle ČSN ISO 5530 – 4. Ke stanovení byl použit alveograf (Chopin). Na alveografu se připraví za standardních podmínek těsto z pšeničné mouky a solného roztoku tak, aby obsah vody byl konstantní a odpovídal základní vlhkosti

mouky 15 %. Z těsta se tvarují zkušební plátky o předepsané tloušťce. Po konstantní době odležení jsou plátky těsta biaxiálně napínány nafukováním do tvaru bubliny. Změna tlaku vzduchu uvnitř bubliny až do prasknutí se zaznamenává jako funkce času. Z rozměrů a tvaru křivky se hodnotí pekařské vlastnosti mouky. [9]

Vyhodnocení alveogramu:

1. Maximální přetlak P:

Je dán průměrem max. ordinát, měřených v mm a vynásobených koeficientem 1,1. Souvisí s odporem těsta k deformaci a vyjadřuje se v mm. (max. tlak nutný k deformaci vzorku)

2. Průměrná vzdálenost protržení L:

Určí se z průměrné vzdálenosti na ose x. Měří se od počátku křivky k patě kolmice spuštěné z bodu zřetelného poklesu tlaků – protrhnutí bubliny. Vyjadřuje se v mm.

3. Konfigurační poměr křivky P/L:

Je určena poměrem max. přetlaku a tažnosti těsta.

4. Deformační energie W:

Je energie (vyjádřená v 10^{-4} J vztaž. na 1 g těsta) potřebná k naf. bubliny těsta do prasknutí.

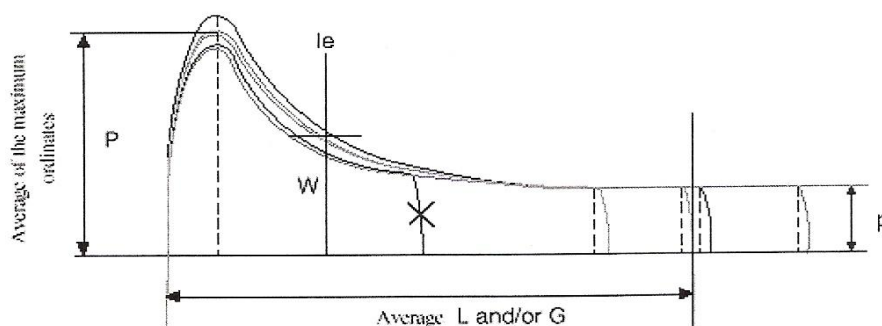
5. Index bobtnání G

Je to index velikosti bubliny, souvisí s hodnotou L.

6. Index elasticity I_e

Je hodnotou tlaku 4 cm od počátku křivky dělená hodnotou P. [31]

Způsob vyhodnocení alveogramu znázorňuje obr.15.



Obr.15 Způsob vyhodnocení alveogramu [31]

Maximální přetlak P značí stabilitu těsta. Průměrná vzdálenost protržení L charakterizuje tažnost těsta. Bobtnací index G udává nárůst při pečení. Deformační práce W charakterizuje pekařskou sílu mouky [9].

Pekařský pokus

Pekařský pokus byl proveden dle interního MP 25 společnosti Millba – Czech, který vychází z ICC 131 a zkušeností bývalého VÚMPP. K ověření účinnosti složek zlepšujících přípravků byla použita mouka LN1. Na výsledné zlepšovadlo pak mouky LN2 a RA. Dle vlhkosti mouky se zadělá na farinografu těsto o konzistenci 550 – 600 PJ s ingrediencemi uvedenými v pracovním postupu. Po jeho zrání, přípravě klonků, dokynutí a upečení se provedou příslušná vyhodnocení [39]. Schéma pracovního postupu nastiňuje následující tab. 4.

Tab. 4 Druhy a koncentrace použitých zlepšujících přípravků [39]

Receptura		
mouka	300,0 g	
droždí	12,0 g	
sůl	5,1 g	
cukr	4,5 g	
tuk (olej)	3,1 ml	
voda	dle vaznosti 550-600 PJ	
Technologické podmínky	klonky	housky
Doba + teplota zrání	20 min / 32 ± 1°C	20 min / 32 ± 1°C
Doba + teplota kynutí 1	40 min / 32 ± 1°C	7 min / 32 ± 1°C
Doba + teplota kynutí 2		40 min / 32 ± 1°C
Doba + teplota pečení	12 min / 230 ± 5 °C	12 min / 230 ± 5 °C
Tvarování		
Klonky	housky	
<ol style="list-style-type: none"> 1. ruční přetučení těsta 2. ruční vykulování klonků (6 nebo 3 klonků po 70 g) 3. kynutí 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ruční přetučení 2. ruční vykulování klonků (3 klonky po 62 g) 3. kynutí 1 4. vyražení housky 5. kynutí 2 	
Klonky	Housky	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Po době zrání se těsto ručně přetučí, pomocí nůžek se naváží 70 ± 0,1 g kusy těsta 2. Z navážených kusů těsta se ručně vykulí klonky, které se umístí na pečicí plech vyložený papírem na pečení 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Po době zrání se těsto ručně přetučí, pomocí nůžek se naváží 62 ± 0,1 g kusy těsta 2. Z navážených kusů těsta se ručně vykulí klonky, které se umístí na pečicí plech vyložený papírem na pečení 	

3. Klonky se umístí do kynárny, kde probíhá kynutí 40 minut, 32 ± 1 °C	3. Klonky se umístí do kynárny, kde probíhá 1. kynutí 7 minut, 32 ± 1 °C
4. změří se posuvným měřítkem šířka a výška	4. poté se plech vyndá - provede vytvarování rukou na válečky, pak raznicí na housky (velkým tlakem) na dřevěné podložce
5. před pečením se klonky zavlaží vodou (sprejem) –celý povrch mokrý	5. klonky se umístí do kynárny, kde probíhá 2. kynutí 40 minut, 32 ± 1 °C
6. pečení 12 min. při teplotě 230 ± 5 °C	6. před pečením se klonky zavlaží vodou (sprejem) - celý povrch mokrý
7. ihned po upečení se klonky zavlaží a zváží	7. pečení 12 min. při teplotě 230 ± 5 °C
	8. ihned po upečení se klonky zavlaží a zváží

Upečené klonky se hodnotí po 2 hodinách od upečení. V tab. 5 jsou uvedeny zjišťované parametry.

Tab. 5 Hodnocení pekařského pokusu [39]

Hmotnost (m)	všechny bulky se zváží s přesností na 0,1 g
Výška (v)	posuvným měřítkem se změří výška každé bulky s přesností na 1 mm
Šířka (d)	posuvným měřítkem se změří na 2 místech šířka každé bulky s přesností na 1 mm
Objemová vydatnost (Ov)	se vypočte
Specifický objem (Vs)	se stanoví se dle MP 29
Senzorické hodnocení	dle MP 34 uvedeného v příloze č. 1

Specifický objem se vypočte podle vzorce:

$$V_s = \frac{V - V_0}{m} \cdot 100$$

kde V_s měrný objem zkoušeného vzorku (objem na 100 g vzorku) v cm^3 / na 100g

V je zjištěná průměrná hodnota výšky hladiny při vlastním měření v cm^3

V_0 je zjištěná průměrná hodnota výšky hladiny „nulové hodnoty“ v cm^3

m je hmotnost zkoušeného vzorku v g

Výsledek se uvádí s přesností na $1 \text{ cm}^3 / 100 \text{ g}$ vzorku.

7 VÝSLEDKY A DISKUSE

7.1 Výsledky rozborů a měření

7.1.1 Extenzografická měření

Pro možnost odečítání výsledků v souvislostech, jsou výsledky extenzografických měření uvedeny v souhrnné tab. 6 v příloze č. 2. Výsledky jsou také pro lepší porovnání hodnot zpracovány graficky v příloze č.3.

Maximum

Z výsledků extenzografických maxim uvedených v tab. 6 v příloze č. 2 je patrné, že vlivem přídavku **emulgátorů** k mouce MB došlo k nevýraznému zvýšení hodnoty extenzografického maxima. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí 600 – 760 P.J, (čistá mouka 600 PJ), tj. navýšení hodnoty maxima v procentech oproti čisté mouce se pohybovalo v rozmezí 0 až 27 %, což je mírně nad rámec chyby metody. U mouky **S** bylo navýšení extenzografického maxima téměř nulové.

Přidavky **amylas ani pentosanasy** hodnotu maxima téměř neovlivnily, což je v souladu s účinkem těchto látek (působí na sacharido-amylasový komplex a ne na lepkové bílkoviny).

Kyselina askorbová (AA) u obou vzorků mouk již při koncentraci 10 ppm na mouku těsto jednoznačně zpevnila a potvrdila tak známou tezi. Navýšení hodnoty maxima u mouky MB bylo pro 10 ppm o 20 % a pro 50 ppm o 67 %, u mouky S bylo toto navýšení pro koncentraci 10 ppm ještě výraznější - 63 % resp 163 %.

Odpor

Naměřené hodnoty extenzografického odporu jsou uvedeny v tab. 6 v příloze č. 2. Hodnota extenzografického odporu byla ovlivněna podobně – **emulgátory** způsobily nevýrazné zvýšení, **amylasy a pentosana** hodnotu odporu téměř nezměnily, **kyselina askorbová** již v nízké koncentraci hodnotu výrazně zvýšila.

Tažnost

Hodnoty tažnosti jsou uvedeny v tab. 6 v příloze č. 2.

Hodnota tažnosti čisté mouky vzorku MB byla 197 mm, přidavkem **emulátorů** se hodnoty tažnosti pohybovaly v rozmezí 170 až 201 mm – u většiny emulgátorů došlo k mírnému snížení hodnoty v rozmezí 1,5 až 14,7 %. U vzorku mouky S byla hodnota tažnosti čisté mouky 214 mm, přidavkem emulgátorů se hodnoty pohybovaly v rozmezí 180-213 mm, tj. nevýrazné snížení hodnoty tažnosti o 0,5 až 16 %.

Přidavkem **amylas** se hodnota tažnosti téměř nezměnila.

Pentosanasa u vzorku mouky MB mírně zvýšila hodnotu tažnosti – o 6,6 a 10,2 %, u vzorku mouky S byl vliv nejednoznačný - nevýrazné snížení či zvýšení hodnoty tažnosti o cca 4 %. Z těchto výsledků je možné konstatovat, že pentosanasa – pozitivně mírně zvýšila hodnotu tažnosti u pekařské dobré mouky a naopak téměř neovlivnila tažnost slabé mouky – tj. více ji nezeslabovala.

Přidavkem **kyseliny askorbové** (10 ppm) došlo u vzorku mouky MB ke snížení hodnoty tažnosti na hodnotu 174 mm – tj. snížení o 11,7 % oproti čisté mouce, u vzorku mouky S došlo k výraznějšímu snížení hodnoty tažnosti – 10 ppm AA na hodnotu 175 mm (tj. snížení o 18,2 %), 50 ppm na hodnotu 142 mm (tj. snížení o 33,6 %).

Poměr v/d

Získané výsledky extenzografického poměru jsou uvedeny v tab. 6 v příloze č. 2.

Hodnota extenzografického poměru čisté mouky MB byla 0,96 přidavkem **emulgátorů** mírně vzrostla na hodnoty 1,14 až do 1,42. Hodnota 1,71 u emulgátoru č. 7 by pro svoji průkaznost musela být ještě znovu opakována. K obdobnému jevu došlo také u mouky S – hodnoty poměru v/d se pohybovaly v rozmezí 0,77 - 1,05 (čistá mouka 0,84).

Přídavek enzymů do mouk hodnotu v/d ovlivnil pouze nevýrazně..

Kyselina askorbová hodnotu poměru v/d výrazně zvýšila – tj. zesílila těsto. U mouky MB byly získány hodnoty – 1,44 pro 10 ppm AA, při přidavku 50 ppm AA dokonce nedošlo k přetržení těsta. U mouky S byly získány hodnoty 1,83 pro 10 ppm AA a 2,68 pro 50 ppm AA.

Vaznost

Vaznost čisté mouky, jak uvádí tab. 6 v příloze č. 2, vzorku MB byla 53,6 %, s přidavky **emulgátorů** se pohybovala v rozmezí od 53,3 – 54,9 % (tj. navýšení hodnoty vaznosti oproti čisté mouce o 0 až 2,4 %). Vaznost čisté mouky vzorku S byla 51,2 %, s přidavky

emulgátorů se pohybovala v rozmezí od 51,1 - 52,2 % (tj. navýšení hodnoty vaznosti oproti čisté mouce o 0 až 1,2 %, pouze 1x o 2,5 %).

Přídavek **pentosanasy** způsobil zvýšení vaznosti u MB mouky o cca 2,8 %, u S mouky o cca 2 %. Tento výsledek je velmi pozitivní, přídavek pentosanasy umožní snížit obsah emulgátoru v zlepšujícím přípravku, což vzhledem k dávkování enzymu (v ppm) na rozdíl od emulgátorů (v destínách %) jednoznačně příznivě ovlivní cenu zlepšujícího přípravku při zachování účinku.

Zvýšení vaznosti je pozitivní jev, protože v důsledku zvýšení příjmu vody, dojde také ke zvýšení výtěžnosti pečiva, což má pozitivní vliv na stárnutí a v neposlední řadě i na cenu pečiva. Z hlediska pekárenské technologie je navýšení vaznosti o 1,5 - 2,0 % již významné.

Přídavek amyláz u MB mouky způsobil mírné snížení hodnoty vaznosti, u S mouky zůstala hodnota vaznosti téměř beze změny.

Kyselina askorbová u MB mouky vaznost zvýšila až o 1,3 %, u vzorku mouky S zůstala vaznost téměř beze změny.

Energie

Výsledky měření extenzografické energie jsou přehledně uvedeny v tab. 6 v příloze č. 2.

Vliv emulgátorů na extenzografickou energii nebyl jednoznačný a zároveň ani výrazný. U vzorku MB byla hodnota energie u čisté mouky 132 cm². Vlivem přídavku emulgátorů se hodnoty pohybovaly v rozmezí 114 až 158 cm², tj. přídavkem některých emulgátorů hodnota mírně klesla a naopak jiných se mírně zvýšila. Zvýšení či snížení hodnoty oproti čisté mouce se pohybovalo v rozsahu minus 13,6 % až 19,7 %. U vzorku S byla hodnota energie u čisté mouky 98 cm². Vlivem přídavku emulgátorů se hodnoty pohybovaly v rozmezí 77-99 cm², tj. přídavkem emulgátorů se hodnota energie téměř nezměnila nebo mírně klesala. Snížení hodnoty oproti čisté mouce se pohybovalo v rozsahu 0 až minus 21,4 %.

Přídavek **amylas** se projevil mírným zvýšením energie jen u MB mouky – hodnoty energie se pohybovaly v rozmezí 128 -158 cm², tj. navýšené hodnoty oproti čisté mouce o cca 20 %. U vzorku mouky S bylo provedeno měření pouze s jedním vzorkem amylázy (vzorek 10) – hodnota energie čisté mouky byla 98 cm² a po přídavku amylasy cca 92 cm², tj. velmi nevýrazné snížení hodnoty o cca 6 %.

Přídavkem **pentosanasy** byly získány hodnoty energie 144 a 122 cm² u vzorku MB – tj. mírné zvýšení o 9,1 % a snížení o 7,6 %. U vzorku mouky S byla hodnota energie s přídavkem enzymu 87 a 80 cm² tj. snížení hodnoty o 11 a 18 % oproti výchozím 98 cm².

Přídavek **kyseliny askorbové AA** u vzorku mouky MB mohl být vyhodnocen pouze ve výši 10 ppm, který hodnotu energie téměř neovlivnil – zvýšení hodnoty energie o 2,3 %. Při přídavku 50 ppm nedošlo k přetržení těsta. V případě vzorku mouky S byl vliv kyseliny askorbové výrazný – došlo ke zvýšení hodnoty energie o 30 % (přídavek 10 ppm AA) a o 57 % (přídavek 50 ppm AA). Z těchto výsledků je patrné pozitivní působení kyseliny askorbové na slabou mouku, jejíž kvalitu výrazně zlepšil na úroveň dobré pekařské mouky.

7.1.2 Alveografická měření

Souhrnný přehled výsledků alveografických měření přináší tab.6 v příloze č. 2. Tyto výsledky jsou pro snadnější odečet hodnot zpracovány také graficky v příloze č.5.

Maximální přetlak P

Z hodnot maximálního přetlaku P u alveogramu, jehož výsledky najdeme v tab.6 v příloze č. 2 je patrné, že přídavkem **emulgátorů** došlo obecně ke snížení hodnoty P u vzorku mouky MB o 1-18 % oproti čisté mouce, jen u vzorků 1 a 6 v koncentraci (0,5%) ke zvýšení hodnoty o 10 %. U vzorku S nebyl účinek také jednoznačný – vzorky – 1, 6 a 7 hodnotu zvýšily o 7 – 29 % , vzorky 2, 3, 4, 5 naopak hodnotu mírně snižovaly – o 2,5 -7 %.

Amylasy hodnotu P u vzorku mouky MB snížily o až 24 %, u vzorku mouky S se projevil nejednoznačně (zvýšení hodnoty o 7 % a snížení hodnoty o 4,8 %).

Vliv **pentosanasy** na hodnotu P se téměř neprojevil (zvýšení či snížení o cca 2 %), pouze v případě 50 ppm u vzorku MB došlo ke snížení o 14 %.

Zvýšení hodnoty P tj. zesílení těsta bylo patrné pouze u **kyseliny askorbové**, u vzorku mouky MB - zvýšení o 24,4 % (10 ppm AA) a o 29,5 % (50 ppm AA) %, u vzorku mouky S – o 61,9 % (10 ppm AA) a o 85,7 % (50 ppm AA).

Průměrná vzdálenost protržení L

Výsledky hodnot L uvedené v tab.6 v příloze č. 2, lze zhodnotit následujícím způsobem. Vliv **emulgátorů** na hodnotu L byl velmi malý a nejednoznačný, u vzorku mouky MB

přídavkem emulgátorů došlo ke zvýšení či snížení hodnoty o cca 10 % oproti čisté mouce, kromě vzorku č. 7 – snížení hodnoty L o 25,8 %. U vzorku mouky S byly výsledky ještě více rozkolísané – přídavkem emulgátorů ke došlo snížení hodnoty L o 1 - 43 % a i ke zvýšení hodnoty L 12 - 24 % oproti čisté mouce.

Přídavkem **amylas** bylo patrné zvýšení hodnoty L o 12,1 -19 % u vzorku mouky MB, o 17,3 - 31,3 % u vzorku mouky S.

U přídavku **pentosanasy** bylo opět jasně vidět šetrné působení, ke zvýšení hodnoty L došlo pouze u vzorku mouky MB (dobrá pekařská mouka) o 21,2 - 33,3 %, zatímco u slabé mouky vzorek S se hodnota L přídavkem enzymu téměř nezměnila.

U přídavku **kyseliny askorbové** došlo opět k jasnému zkrácení těsta – u vzorku mouky MB o 20 % (pro obě koncentrace – 10 i 50 ppm AA), u mouky S o 33,3 % (10 ppm AA) a o 42,4 % (50 ppm AA).

Deformační energie W

Výsledky hodnot deformační energie přináší tabulka 6 v příloze č. 2.

Vliv emulgátorů na alveografickou energii nebyl jednoznačný. U vzorku MB byla hodnota energie u čisté mouky $187 \cdot 10^{-4} \text{J}$. Vlivem přídavku emulgátorů se hodnoty pohybovaly v rozmezí $132 - 202 \cdot 10^{-4} \text{J}$, tj. přídavkem některých emulgátorů hodnota klesla a naopak u jiných se mírně zvýšila. Zvýšení či snížení hodnoty oproti čisté mouce se pohybovalo v rozsahu minus 29 % až + 8 %. U vzorku S byla situace obdobná - hodnota energie u čisté mouky $110 \cdot 10^{-4} \text{J}$. Vlivem přídavku emulgátorů se hodnoty pohybovaly v rozmezí $79 - 136 \cdot 10^{-4} \text{J}$, tj. přídavkem emulgátorů se hodnota energie klesala nebo mírně stoupla. Změny hodnoty oproti čisté mouce se pohybovaly v rozsahu minus 28 až + 24 %.

Přídavek **amylas** se projevil snížením energie u MB mouky – hodnoty energie se pohybovaly v rozmezí $154 - 207 \cdot 10^{-4} \text{J}$, tj. snížené hodnoty oproti čisté mouce o cca 2,7 -17,6 %, 1x mírné zvýšení o cca 10%. U vzorku mouky S bylo provedeno měření pouze s jedním vzorkem amylázy (vzorek 10) – po přídavku amylasy byla hodnota energie 140 resp. $118 \cdot 10^{-4} \text{J}$ tj. zvýšení hodnoty o 27,3 % a 7,3 %..

Přídavkem **pentosanasy** byly získány hodnoty energie 229 a $204 \cdot 10^{-4} \text{J}$ u vzorku MB – tj. mírné zvýšení o 22,5 % a 9,1 % U vzorku mouky S byla hodnota energie s přídavkem enzymu 105 a $99 \cdot 10^{-4} \text{J}$ tj. snížení hodnoty o 4,5 % a 10,00 %.

Přídavek **kyseliny askorbové AA** u vzorku mouky MB – zvýšení hodnoty energie o 13,4 % (10 ppm AA) a o 19,8 % (50 ppm AA), . V případě vzorku mouky S byl vliv kyseliny askorbové výrazný – došlo ke zvýšení hodnoty energie o 48 % (přídavek 10 ppm AA) a o 60 % (přídavek 50 ppm AA). Z těchto výsledků je opět patrné pozitivní působení kyseliny askorbové na slabou mouku, jejíž kvalitu výrazně zlepšila na úroveň dobré pekařské mouky

Poměr P/L

Naměřené hodnoty P/L sumarizuje tab.6 v příloze č. 2. Hodnota alveografického poměru čisté mouky MB byla 1,16 přídavkem **emulgátorů** se hodnoty pohybovaly v rozmezí 1,03 - 1,43. Většina vzorků emulgátorů hodnotu P/L ovlivnila nevýrazně – výraznější navýšení bylo zjištěno pouze u vzorků emulgátorů 1, 2, 6, 7. U mouky S – se hodnoty poměru P/L pohybovaly v rozmezí 0,37-0,95 (čistá mouka 0,42). Výraznější navýšení bylo zjištěno pouze u vzorku emulgátoru 1 a 6.

Amylázy způsobily snížení hodnoty poměru P/L – u vzorku mouky MB se hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,75 -1,03, tj. snížení o 36,4 – 12,7 %. U vzorku mouky S došlo k snížení hodnoty o 14,2 - 19 % oproti čisté mouce.

Kyselina askorbová hodnotu poměru v/d výrazně zvýšila – tj. zesílila těsto. U mouky MB byly získány hodnoty 1,83 pro 10 ppm AA, 1,91 při přídavku 50 ppm AA.. U mouky S byly získány hodnoty 1,03 pro 10 ppm AA a 1,37 pro 50 ppm AA.

7.1.3 Diskuse a shrnutí výsledků reologických měření

Ze získaných výsledků je zřejmé, že alveografické ani extenzografické měření není dostatečné pro sledování účinku emulgátorů a enzymů (amylasy, pentosanasy). Získané odchylky jsou většinou nevýznamné nebo nejednoznačné.

Naopak pro určování vhodného množství kyseliny askorbové se jeví použité reologické přístroje jako vhodné a v případě úpravy mouk ve mlýnech jako nezbytné. Pokud bychom měli možnost výběru extenzografu nebo alveografu – pro kontrolu účinku kyseliny askorbové, vhodnější by byl extenzograf.

Z tohoto důvodu nemohl být učiněn konečný závěr, při volbě složek zlepšovadla, pouze z výsledků reologického hodnocení. Pro výběr vhodného emulgátoru, enzymů (amylasy a pentosanasy) byla zvolena metodika pekařského pokusu.

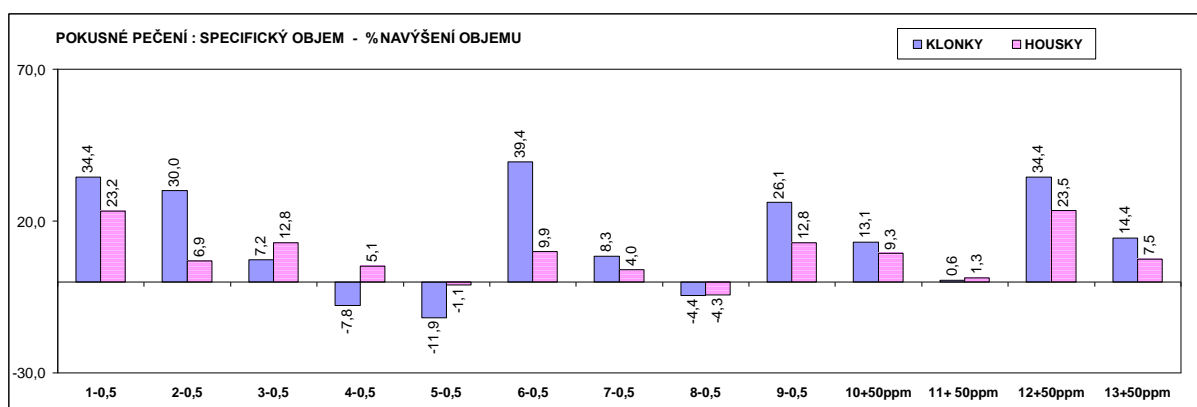
7.1.4 Pekařský pokus

Ucelené přehledné výsledky hodnocení pekařského pokusu uvádí tab. 7, 8, 9 v příloze č. 6, 7, 8.

Specifický objem

Nejdůležitější hodnotou, jež je pekaři sledována, je specifický objem. Jeho hodnoty jsou pro snadnější porovnání zpracovány graficky v příloze č. 9.

Z grafického zpracování % navýšení specifického objemu – viz. obr. č. 16, bylo patrné výrazné zvýšení objemu především u klonků (až 39,4 %), u housek bylo navýšení nižší (max. 23,2 %). Procentické srovnání hodnot **emulgátorů** s největším % zvýšením specifického objemu – u vzorků č. 1, 2, 6 a také pentosanasy uvádí tab. 10.



Obr.16 % navýšení specifického objemu

Tab.10 Procentické navýšení specifického objemu u vybraných emulgátorů

Procentické navýšení specifického objemu oproti čisté mouce				
Emulgátory/ pentosanasy:	Č. 1	Č. 2	Č. 6	Č. 12
Mouka č. 1 MB	34,4	30,0	39,4	34,4
Mouka č. 2 S	23,2	6,9	9,9	23,5

Emulgátor č. 1 vykazoval nejlepší výsledky ve zvýšení specifického objemu jak pro klonky tak pro housky (o 34,4 % klonky, 23,3 % housky). Emulgátor č. 2 dokázal také výrazně zvýšit specifický objem klonků (o 30,0 %), i když na zvýšení objemu housek neměl již tak velký vliv (6,9 %). Emulgátor č. 6 velmi výrazně zvýšil hodnotu specifického objemu u klonků (o 39,4 %). U housek se stejně jako emulgátor č.2, tak výrazně neprojevil (navýšení

o 9,9 %). Z pohledu navýšení specifického objemu se jevil dobře také emulgátor číslo 9 (u klonků navýšení 26,1 %, u housek o 12,6 %), ale jak uvidíme dále nebyl příliš dobře senzoricky hodnocen.

U klonků se v rozmezí do 10 % pohybovaly emulgátor č. 3 – 7,2 % a emulgátor č. 7 – 8,3 %. U emulgátorů č. 4, 5, 8 došlo i ke snížení hodnoty specifického objemu o 4,4 – 11,9 %.

U housek došlo k zvýšení spec. objemu nad 10 % ještě u vzorku č. 10 – hodnota 12,8 %. Ke zvýšení do 10% došlo u vzorku č. 4 – 5,1 % a u vzorku č. 7 – 4,0 %. Naopak ke snížení specifického objemu u housek v rozmezí 1,1 – 4,3 % došlo u vzorků č 5 a 8.

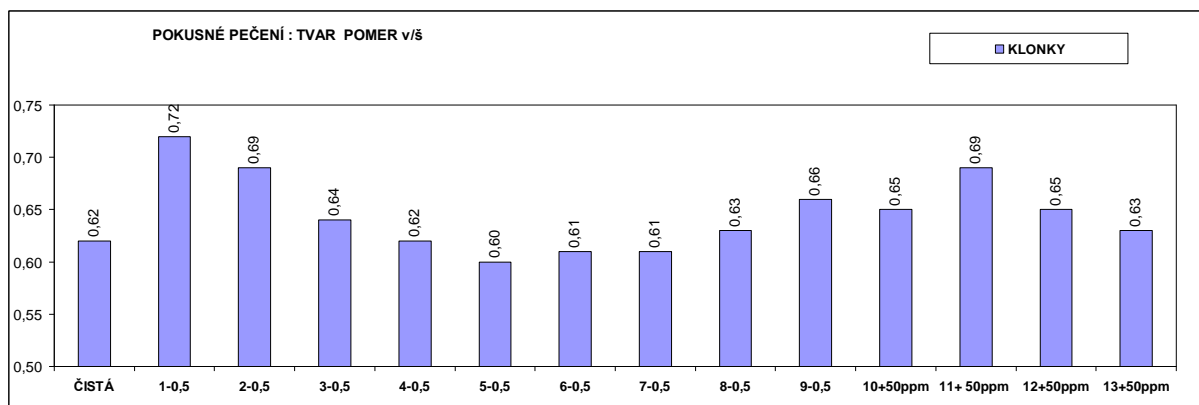
Z obrázku č. 16 je patrné, že přídavek **kyseliny askorbové** se projevil minimálně na zvýšení specifického objemu (zvýšení o 0,6 – 1,3 %).

Přídavek **pentosanasy** se projevil téměř shodně s emulgátorem č. 1. U klonků došlo k navýšení specifického objemu naprosto shodnému - o hodnotu 34,4 %. U housek se hodnota specifického objemu při porovnání účinku emulgátoru a pentosanasy lišila hodnota jen nepatrně – o 0,03 %.

Přídavek **amylas** způsobil zvětšení specifického objemu v případě klonků u amylasy č. 10 o 13,1 % u amylasy č. 13 o 14,4 %. U housek způsobila amylasa č. 10 zvýšení specifického objemu o 13,8 %, u amylasy č. 13 o 8,4 %.

Tvar – poměr v/š

Hodnoty poměru v/š jsou přehledně odečitatelné z grafu na obr. 17. Optimální hodnota poměru se pohybuje mezi 0,65 – 0,75. V tomto rozmezí se pohybovaly **emulgátory** č. 1, 2, 9 (č.1 – hodnota 0,72, č. 2 – hodnota 0,69, č. 9 – hodnota 0,66). Ostatní emulgátory se pohybovaly v rozmezí 0,60 – 0,64 (základní mouka 0,62), což je $\pm 3,2$ %.



Obr.17 Grafické znázornění poměru v / š

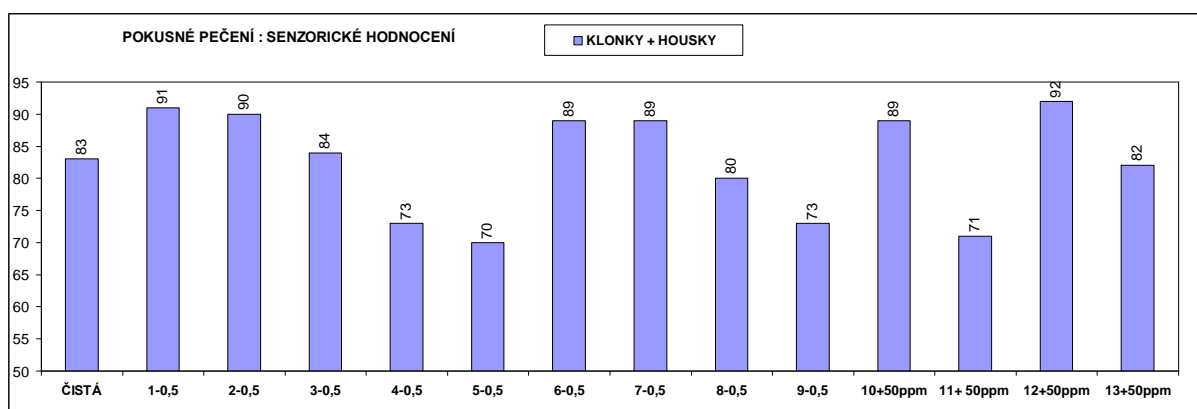
Přídavek **amylasy** do mouky se v hodnotě poměru výrazněji neprojevil. U přídavku vzorku č. 10 – hodnota 0,65 (mouka čistá 0,62), u přídavku vzorku č. 13 – hodnota poměru 0,63.

Po přídavku **pentosanasy** do mouky byla naměřena hodnota poměru 0,65 – jedná se o hodnotu v pásmu optima.

Po přídavku **kyseliny AA** do mouky došlo k zvýšení poměru. Z hodnoty poměru čisté mouky 0,62 na hodnotu 0,69. Kyselina AA zpevnila těsto a zároveň zkrátila jeho tažnost. Tento výsledek koresponduje s hodnotami získanými na extenzografu i alveografu.

Senzorické hodnocení

Výsledky sensorického hodnocení ukazuje graf na obr. 18. Hodnoty v rozmezí 100 – 89 bodů, lze považovat za dobré. V tomto pásmu se pohybovaly **emulgátory** č. 1 (91 b.), č. 2 (90 b.), č. 6 (89b.), č. 7 (89b.). Přídavek emulgátoru č. 3 (84b.) a emulgátoru č. 8 (80b.), sensorické hodnocení téměř neovlivnil (čistá mouka 83 b.). Nižší sensorické hodnocení měly emulgátory č. 4 (73 b.), č. 5 (70 b.), č. 9 (73 b.).



Obr.18 Grafické výsledky sensorického hodnocení

Z **amylas** se pozitivněji projevila amylasa č. 10 – dosažená sensorická hodnota 89 b.. Po přídavku amylasy č. 13 zůstalo sensorické hodnocení shodné jako u čisté mouky – dosažená hodnota 83 b..

Přídavek **pentosanasy** lze z pohledu sensorického považovat za pozitivní. Počet bodů se v rámci sensorického hodnocení zvýšil z 83 b. na 92 bodů.

Přídavek **kyseliny AA** sensorickou hodnotu klonku snížil na 71 bodů.

7.1.5 Diskuse a shrnutí pekařského pokusu

Při tvorbě komplexního zlepšujícího přípravku se vycházelo z obecně známé šablony složení. Komplexní zlepšovadla obsahují emulgátor, kyselinu askorbovou a enzym amylasu.

Ze získaných výsledků pokusného pečení byla provedena následující volba složek:

a. použití emulgátoru č. 1 – samostatně nebo v kombinaci se vzorky č. 2 nebo č. 6.

Z hlediska komplexního hodnocení emulgátor č. 1 vykazoval nejlepší výsledky ve zvýšení specifického objemu jak pro klonky tak pro housky (o 34,4 % klonky, 23,3 % housky), měl výbornou hodnotu poměru (0,72), byl nejlépe hodnocen sensoricky (91 b.).

Emulgátor č. 2 dokázal také výrazně zvýšit specifický objem klonků (o 30,0 %), i když na zvýšení objemu housek již tak velký vliv neměl (6,9 %) ve srovnání s emulgátorem č. 1 (23,3 %). Přes tento mírnější nedostatek vykazoval dobrou hodnotu poměru (0,69), i sensoricky byl velmi pozitivně hodnocen (90 b.)

Emulgátor č. 6 velmi výrazně zvýšil hodnotu specifického objemu u klonků (o 39,4 %). U housek se stejně jako emulgátor č.2 také emulgátor č. 6 tak výrazně neprojevil (9,9 %) ve srovnání s emulgátorem č. 1 (23,3 %). Nicméně v dalších znacích (tvar – 0,61, sensorika - 84 b). dosahoval ještě přijatelných výsledků.

Emulgátor je podstatnou složkou zlepšovadla z hlediska zpracovatelnosti těsta, objemu a trvanlivosti pečiva. Výrazně ovlivňuje nejen kvalitu ale i cenu komplexního zlepšujícího přípravku.

b. použití pentosanasy.

Z pohledu hodnoty specifického objemu se chovala pentosanasa téměř shodně jako emulgátor č. 1 (zvýšení u klonků o 34,4 %, u housek 23,5 %), měla optimální poměr (0,65) i velmi dobré sensorické hodnocení (92 b.).

Oproti emulgátorům je, vzhledem ke svému dávkování (ppm), pentosanasa cenově přijatelnější. Použití pentosanasy tedy umožní snížení dávkování emulgátoru a tedy jeho náhradu za levnější zdroj.

c. použití kyseliny askorbové

I když se během pečení samotný přídavek kyseliny askorbové téměř neprojevil, je kyselina askorbová důležitá pro získání dostatečného objemu pečiva. Je však nutné, její obsah vždy ověřit pokusným pečením. Její vyšší dávka zbytečně zvyšuje náklady na zlepšovadlo a mohla by i kvalitu pečiva zhoršit.

d. použití amylasy

Ze dvou vzorků, které jsme měli možnost srovnat, jsme se přiklonily k amylase č. 10. Navýšení specifických objemů přídavkem amylasy není příliš výrazné a získané hodnoty se od sebe u vzorku amylasy č. 13 a č. 10 příliš neliší. Obě splňují hodnotu optimálního poměru (č. 10 – 0,65, č. 13 – 0,63). K přiklonění se k amylase č. 10 nás vedlo sensorické hodnocení (č. 10 – 89 b., č. 13 – 82 b.). Svoji roli při volbě hrála i pořizovací cena – vzorek č. 10 měl nižší pořizovací náklady.

Při volbě složek zlepšujícího přípravku bereme v úvahu především výsledky pekařského pokusu, který je obecně, jako jediná přímá metoda, považován za rozhodující.

Tab.11 Navrhovaná zlepšovadla a výsledky pekařského pokusu s jejich užitím

PEKAŘSKÝ POKUS - ZLEPŠUJÍCÍ PROSTŘEDEK									
		KLONKY					HOUSKY		
		voda přidána	tvár v/š těstové vykynuté bulky	„Tvar v/š upečené bulky	% zvýšení tvaru (nárost v peci)	specifický objem	% zvýšení objemu oproti čisté mouce	specifický objem	% zvýšení objemu oproti čisté mouce
Čistá	LN2	51,3	0,66	0,67	1,5	394		382	
TYP 1	1+10+11+12	50,2	0,67	0,85	26,9	499	33,2	509	33,2
TYP 2	1+6+10+11+12	50,0	0,70	0,89	27,1	515	36,6	522	36,6
TYP 3	1+2+10+11+12	50,0	0,73	0,85	16,4	490	20,7	461	20,7
Čistá	LN3	51,8	0,72	0,67	-6,94	362	362	369	
TYP 1	1+10+11+12	51,4	0,63	0,82	30,2	491	491	425	15,2
TYP 2	1+6+10+11+12	51,3	0,71	0,82	15,5	458	458	474	28,5
TYP 3	1+2+10+11+12	51,3	0,70	0,78	11,4	531	531	429	16,3

7.1.6 Navržený komplexní zlepšující přípravek

Dle těchto výsledků byly navrženy tři vzorky komplexních zlepšujících přípravků, které obsahovaly složky : vzorky emulgátorů 1, 2, 6; kyselinu askorbovou (vzorek 11), enzym amylasu (vzorek 10), enzym pentosanasy vzorek 12 a pšeničnou mouku polohrubou. V kombinaci jež uvádí tab.11 byly opět odzkoušeny na moukách LN2, RA.

Výsledky zkoušky navržených zlepšovadel jsou v tab. 11. Grafické srovnání výsledků specifického objemu obsahuje příloha č. 10. Při této zkoušce vhodnosti navržených komplexních zlepšujících přípravků se již výhradně řídíme pekaři sledovanou hodnotou specifického objemu.

Z uvedených hodnot specifického objemu je možné konstatovat, že všechny tři navržené typy zlepšovadel působily velmi dobře na obě mouky. Specifický objem byl u mouky LN2 zvýšen v průměru o 27 %. U mouky RA se objem zvýšil průměrně o 20 %.

Z uvedených zkoušek je možné vyvodit tento závěr:

1. Zákazník žádá univerzální zlepšující přípravek pro rohlíky i housky

- zvolíme navrhovaný zlepšující přípravek **typu 1 nebo 3**, který působí dobře jak na klonky tak na housky pro oba typy mouk. Rozhodující faktor mezi těmito přípravky bude cena. Typ 3 vychází cenově výhodněji.

2. Zákazník žádá výborný zlepšující přípravek pro housky

- použijeme **typ 2** navrhovaného zlepšujícího přípravku, který pro housky u obou typů mouk dosahoval největších objemů

3. Zákazník žádá výborný zlepšující přípravek pro rohlíky

- Pro mouku LN 2 – zvolíme zlepšující přípravek **typu 2**
- Pro mouku RA – zvolíme zlepšující přípravek **typu 3**

Další volba bude dále záviset na typu technologického zařízení zákazníka.

ZÁVĚR

Běžné komplexní zlepšující přípravky jsou složeny z emulgátoru, enzymu amylasy a kyseliny askorbové.

Pro výběr vhodného emulgátoru jsme museli využít až pekařského pokusu, který měl největší vypovídací schopnost a emulgátory velmi dobře rozlišil. Použity byly emulgátory č. 1, 2, 6. Rozdíl při použití dvou různých enzymů (amylas), které se lišily svojí aktivitou, nebyly zjištěny na reologických přístrojích ani při pekařském pokusu. Pro komplexní zlepšující přípravky byla zvolena amylasa vzorek č.10 s nižší aktivitou - tedy levnější. Kyselinu askorbovou, zpevňující těsto, jsme použili jako nezbytnou složku, v adekvátním množství. Velkým přínosem bylo využití pentosanasy, která zvyšovala vaznost i objem, čímž byla schopná nahradit část dražší složky – emulgátor.

Navržené typy zlepšovadel jsou vhodné pro následující použití.

Typ zlepšujícího přípravku 3

- jako univerzální zlepšující přípravek pro **rohlíky i housky** a pro oba typy mouk byl vybrán s ohledem na účinek i na cenu
- nejlepší pro **rohlíky** a typ mouky RA

Typ zlepšujícího přípravku 2

- je nejvhodnější pro přípravu **housek** pro oba typy mouk
- nejlepší pro **rohlíky** a typ mouky RA

Zabývá-li se firma vývojem zlepšujících přípravků, jsou pro ni podstatná zjištění získaná pekařským pokusem. Velkou roli při pekařském pokusu hraje přesná metodika a zkušenost pracovníka. Zejména jednotlivé ruční operace musí být prováděny stále stejně, aby byly výsledky jednotlivých pokusů srovnatelné – tedy věrohodné.

Pro kontrolu fortifikace mouk ve mlýně na smlouvenou standardní – vyrovnanou jakost dohodnutou s odběratelem, je zcela nutný extenzograf. Má dobrou vypovídací hodnotu o přidavcích kyseliny askorbové a výsledky jsou poměrně rychlé ve srovnání s pekařským pokusem.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. Technologie výroby potravin rostlinného původu. 1. vyd. Zlín: UTB Zlín, 2007, 189 s. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [2] PEČIVOVÁ, P., 1995, Diplomová práce, UTB, Ústav potravinářského inženýrství a chemie, Zlín
- [3] ČEPIČKA, J., a kolektiv. Obecná potravinářská technologie. 1. vyd. Praha: VŠCHT Praha, 1995, 246s. ISBN 80-7080-239-1.
- [4] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M.. Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. 1 .vyd. Praha:VŠCHT Praha, 2004, 202s. ISBN 80-17080-530-7.
- [5] PŘÍHODA, J., NOVOTNÁ, D. Zlepšovací prostředky v pekárenské a cukrářské technologii, Ročenka pekaře a cukráře, 1996 - příloha Zpravodaje podnikatelského svazu pekařů a cukrářů v ČR, s. 29-38
- [6] Vyhláška 333/97 Sb., ve znění pozdějších předpisů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta
- [7] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. Základy pekárenské technologie. 1. vyd. Pelhřimov: Pekař a cukrář s.r.o. odborné nakladatelství a vydavatelství, 2003, 363s. ISBN 80-902922-1-6.
- [8] ŠILHÁNKOVÁ, L. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. 2. vyd. Praha: Victoria Publishing, a.s., 1995, 361 s. ISBN 80-85605-71-6.
- [9] PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M., SKŘIVAN, P. Hodnocení kvality. 1. vyd. Praha: Nakladatelství 5P, Svaz průmyslových mlýnů ČR, 2007, 187s. ISBN 978-80-239-9475-9.
- [10] KENT, N.L., EWERS, A.D. Technologie of Cereals. 4.vyd. Elsevier Oxford, 1994. 334s.
- [11] VELÍŠEK, J. Chemie potravin I. 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [12] HOSENEY, R.C. Principles of Cereal Science and Technology. 2ud St. Paul: AACC, 1994, 378s.

- [13] THOMAS, D.J., ATWELL, W.A... Starches. St. Paul: Eagan Press, AACC, 1999, 94s. ISBN 0-891127-01-2
- [14] PYLER, E.J.. 1973: Baking Science and Technology, Siebel Publ.Co., Chicago.
- [15] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDÍNSKÝ, P. Potravinářská biochemie 1. 1. vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, 2006, 159 s. ISBN 80-7318-495-8.
- [16] MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J.. Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mouky. 1. vyd. Praha: SNPL, 1988, 240 s.
- [17] HOLÝ, Č., JANÍČEK, F.. Technologie pekárenství v praxi. Praha: SNTL Praha, 1970
- [18] Vyhláška 53/02 Sb., ve znění pozdějších předpisů, pro přídatné látky
- [19] HRUŠKOVÁ, M., ŠVEC, I. BIOLOKOVÁ, M... K jakosti vybraných mlýnských meziproductů /. Mlynářské noviny. Roč. 20, č. 4 (2009), s. 6-8.
- [20] KOPÁČOVÁ, O.. Premixy a hotové směsi - pohodlné řešení pro pekaře /. Mlynářské noviny. Roč. 17, č. 3/4 (2006), s. 6-7.
- [21] BOZDĚCH, V.. Zlepšující přípravky do běžného pečiva /. Pekař Cukrář. Roč. 19, č. 3 (2009), s. 16-17.
- [22] IREKS: Zlepšující přípravky pro běžné pečivo vyrábíme již 18 let /. Pekař Cukrář. Roč. 19, č. 3 (2009), s. 20-21.
- [23] POPOVSKÁ, E.. Charakteristiky pasážních mouk /. Mlynářské noviny. Roč. 20, č. 2 (2009), s. 6-7.
- [24] ČSN 56 0512-7 Zkoušení mlýnských výrobků ze pšenice a žita. Stanovení vody
- [25] ČSN 56 0512-8 Zkoušení mlýnských výrobků ze pšenice a žita. Stanovení popela
- [26] ČSN 56 0512-10 Zkoušení mlýnských výrobků ze pšenice a žita. Stanovení obsahu mokrého lepku
- [26] HRUŠKOVÁ, M., JIRSA, O., ŠVEC, I... Sacharido-amylasový komplex pšeničné mouky světlé /. Mlynářské noviny. Roč. 17, č. 7/8 (2006), s. 3-6.
- [27] ČSN ISO 3093 Obiloviny. Stanovení čísla poklesu
- [29] ČSN 56 0512-5 Zkoušení mlýnských výrobků ze pšenice a žita. Stanovení zrnitosti

- [30] ČSN ISO 5530-2 Fyzikální charakteristiky těst. Stanovení reologických vlastností na extenzografu
- [31] ČSN ISO 5530-4 Fyzikální charakteristiky těst. Stanovení reologických vlastností na alveografu
- [32] MP 25 Pekařský pokus standardní, Millba Czech a.s.
- [32] ICC Standard 131 Pekařský pokus s pšeničnou moukou
- [33] ŠEDIVÝ, P.. Přípravky a směsi pro výrobu běžného pečiva : Zlepšující přípravky v procesu pečení / . Pekař Cukrář. Roč. 19, č. 3 (2009), s. 10.
- [34] http://www.cognis.com/company/Media+Center/Press+Releases/Archive/2007/Press+Room+NH+February+9_2007+%28de%29.htm
- [34] http://www.nutriose.com/deliaRessource/ressource_id-575/ressource_url-/deliamedia5/575_876142.PDF
- [35] HUMPOLÍKOVÁ, P., 1987, Disertační práce, VŠCHT, Ústavu chemie a technologie sacharidů, Praha
- [36] ŘÍHOVÁ, A., 2008, Bakalářská práce, UTB, Ústav technologie a mikrobiologie potravin, Zlín
- [37] BUREŠOVÁ, B., 2008, Disertační práce, MU, Ústav technologie potravin, Brno
- [38] <http://www.vscht.cz/sch/www321/13S.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MAG	Monoacylglyceroly.
PAL	Povrchově aktivní látka.
HLB	Hydrofilně hydroföbní rovnováha.
DAG	Diacylglyceroly.
ČR	České republice.
L – AA	Kyselina L – askorbová.
AA	Kyselina askorbová.
S	Vzorek mouky č.2 z mlýnu Perner Svijany s.r.o.
MB	Vzorek mouky č. 1 z mlýnu Unimills.a.s. Mladá Boleslav.
LN1, LN2, RA	Vzorek mouky č.1, 2, 3, z mlýnu Millba Czech a.s. Louny a Raspenava.
o/v	Emulze typu olej ve vodě.
MP 25	Metodický pokyn č. 25.
EMUL	Emulgátor.

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Schématické znázornění částice mouky se škrobem
- Obr. 2 Znázornění inkluzního spojení volného nepolárního zbytku mastné kyseliny z lipidu
- Obr. 3 Znázornění teorie o růstu krystalické struktury škrobového zrna na bázi amylopektinu
- Obr. 4 Znázornění změn škrobových zrn při mazovatění škrobu během jeho zahřívání
- Obr. 5 Představa rozrušení uspořádané struktury amylopektinu a amylosy při pečení a jejich zpětné uspořádání při ochladnutí a stárnutí výrobku
- Obr. 6 Schématické znázornění působení α - a β -amylasy na amylosu a amylopektin
- Obr. 7 Funkční význam aminokyselin pšeničné bílkoviny při tvorbě těsta
- Obr. 8 Představa o vzájemném spojení bílkovinných řetězců v pšeničném lepku
- Obr. 9 Změny amylosy ve střídě během stárnutí
- Obr. 10 Reakce kyseliny askorbové v těstech
- Obr. 11 Tepelná stabilita různých druhů amylas
- Obr. 12 Způsob vyhodnocení extenzografické křivky
- Obr. 13 Příklad extrémních tvarů extenzografických křivek.
- Obr. 14 Extrémní tvary křivek korespondující s klenutostí pečiva
- Obr. 15 Způsob vyhodnocení alveogramu
- Obr. 16 % navýšení specifického objemu
- Obr. 17 Grafické znázornění poměru v / \bar{s}
- Obr. 18 Grafické výsledky senzorického hodnocení

SEZNAM TABULEK

- Tab. 1 Roztřídění emulgátorů dle hodnoty HLB a vhodnost jejich použití
- Tab. 2 Výsledky základních rozborů
- Tab. 3 Druhy a koncentrace použitých zlepšujících přípravků
- Tab. 4 Druhy a koncentrace použitých zlepšujících přípravků
- Tab. 5 Hodnocení pekařského pokusu
- Tab. 6 Výsledky extenzografického a alveografického měření
- Tab. 7 Výsledky pekařského pokusu
- Tab. 8 Výsledky pekařského pokusu
- Tab. 9 Výsledky pekařského pokusu
- Tab. 10 Procentické navýšení specifického objemu u vybraných emulgátorů
- Tab. 11 Navrhovaná zlepšovadla a výsledky pekařského pokusu s jejich užitím

SEZNAM PŘÍLOH

- P1 Schéma senzorického hodnocení
- P2 Výsledky extenzografického a alveografického měření – Tab. 6
- P3 Extenzografické měření – grafy I
- P4 Extenzografická měření – grafy II
- P5 Alveografická měření – grafy
- P6 Výsledky pekařského pokusu – Tab. 7
- P7 Výsledky pekařského pokusu – Tab. 8
- P8 Výsledky pekařského pokusu – Tab. 9
- P9 Pekařský pokus – složky zlepšujících prostředků - grafy
- P10 Pekařský pokus – navržené zlepšující prostředky - grafy

P1 SCHÉMA SENZORICKÉHO HODNOCENÍ

Těsto se posuzuje dle uvedené tabulky:

TĚSTO		
vzhled	1	nelepivé, dobře zpracovatelné
a	2	mírně lepivé, hůře zpracovatelné
tvár	3	silně lepivé, špatně zpracovatelné, nezpracovatelné

Bulky se hodnotí dle níže uvedené tabulky. Výsledkem je součet všech bodů (možné maximum je 100 bodů)

UPEČENÉ BULKY

	Body	Definice
VZHLED, OBJEM A TVAR		
	20-16	Pravidelný, neporušený, dobře formovaný, klenutý, velký objem
	15-10	Tvar méně pravidelný, klenutý, objem střední, vzhled vyhovující
	9-1	Tvar plochý nebo neúměrně vysoký, nepravidelný, objem malý, překnutý, deformovaný
KŮRKA, BARVA		
	12-10	Vypečená, pevná, pozvolně přecházející do střídy Neporušená, pružná, barva zlatohnědá – světle hnědá
	9-6	Bledší, tmavá, matná, příliš slabá nebo příliš silná kůrka
	5-1	Připálená nebo bledá, znečištěná, puchýřovitá, šedá kůrka
VŮNĚ		
	10-8	Čerstvá, příjemná, pečivová, charakteristická pro daný druh, aromatická po použitých surovinách
	7-4	Méně výrazná, ale charakteristická pro daný druh a suroviny
	3-1	Neurčitá, mdlá, neodpovídající druhu
STRÍDKA		
	26-19	Stejnorodá, barvou odpovídající receptuře, propečená, velmi pružná, bez stínů a kruhů, póry pravidelné, čistá, vláčná
	18-10	Méně pružná, nepravidelné póry, tužší, méně propečená nebo drobivá
	9-1	nedostatečně propečená, žmolky, brouskovitá, odtržená, nedostatečně pórovitá, silně drobivá, tuhá
CHUŤ		
	32-22	Typicky pečivová, lahodná snadno kousatelná, nelepí se na patro, lehce žvýkatelná, přirozeně aromatická po použitých surovinách v případě použití zlepšovadel - se projeví pozitivně či se neprojeví
	21-13	Pečivová, při první skousnutí tužší, mírně lepící se na patro a zuby, aromatická, mírně mdlá v případě použití zlepšovadel - se projeví pozitivně či se neprojeví
	12-1	Neurčitá chuť, drobivá, těžko se spojuje v sousto, mdlá, přearomatizovaná, nakyslá nebo cizí příchut' v případě použití zlepšovadel - na chuti a vůni se nepříjemně projeví

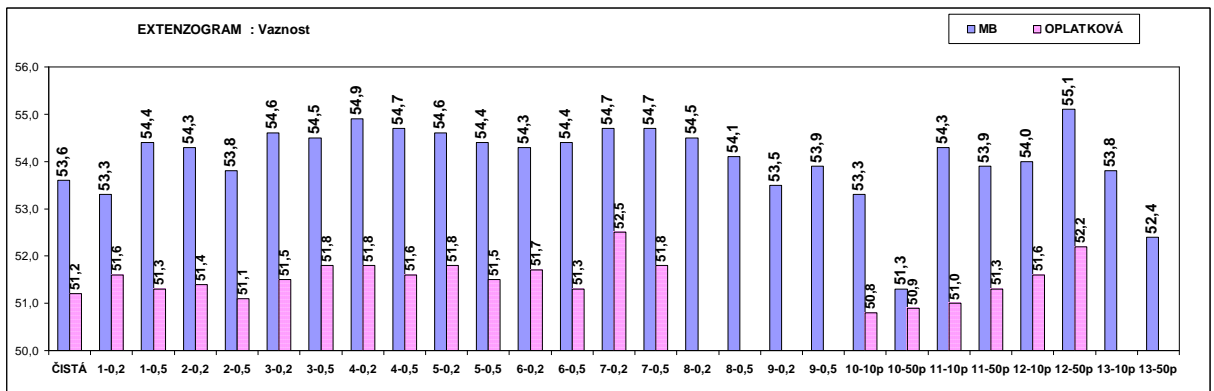
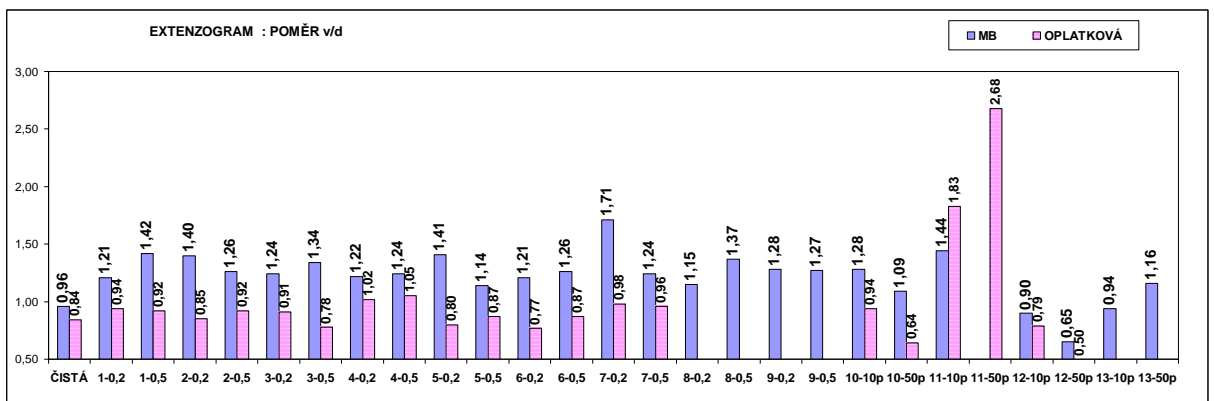
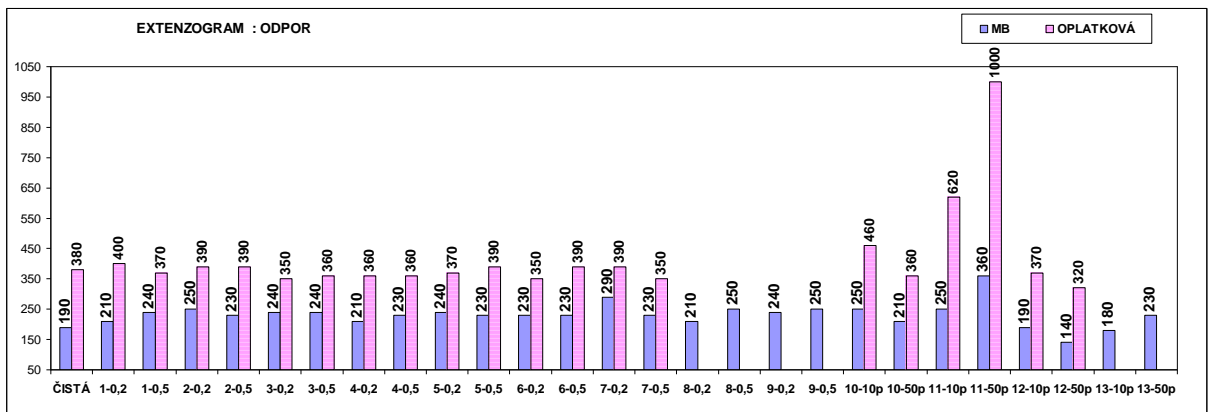
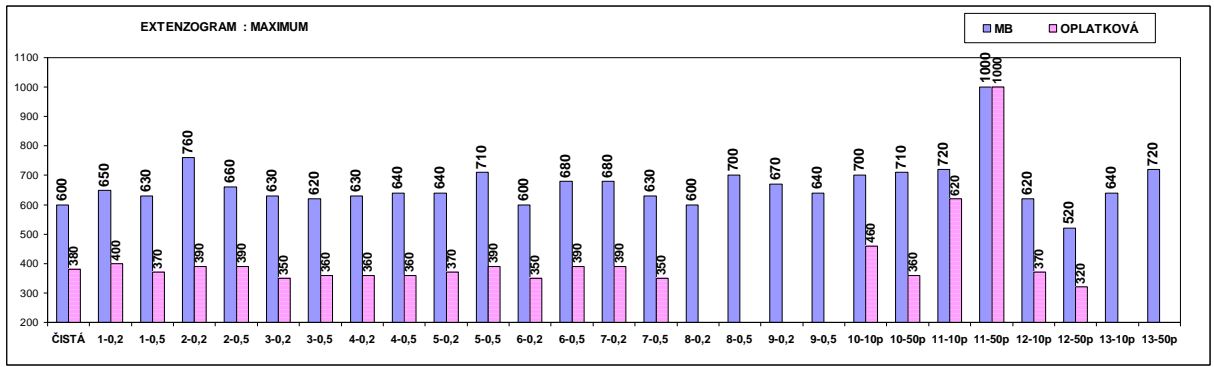
EXTENZOGRAMY + ALVEOGRAMY

Varianta	koncentrac e	VZOREK Č.	PEKAŘSKÁ MOUKA T 530 MB										OPLATKOVÁ									
			EXTENZOGRAM po 60 min						ALVEOGRAM				EXTENZOGRAM po 60 min						ALVEOGRAM			
			Vaznost NaCl %	Energie cm ²	Odpor PJ	Tažnost mm	Max. PJ	Poměr v/d	P	L	W	P/L	Vaznost NaCl %	Energie cm ²	Odpor PJ	Tažnost mm	Max. PJ	Poměr v/d	P	L	W	P/L
ČISTÁ		ČISTÁ	53,6	132	190	197	600	0,96	78	66	187	1,18	51,2	98	180	214	380	0,84	42	99	110	0,42
EMUL - E471 1	0,20%	1-0,2	53,3	114	210	173	650	1,21	77	71	192	1,08	51,6	87	170	180	400	0,94	50	56	90	0,89
EMUL - E471	0,50%	1-0,5	54,4	114	240	168	630	1,42	85	63	197	1,35	51,3	93	190	207	370	0,92	54	57	98	0,95
EMUL - E471, E322 2	0,20%	2-0,2	54,3	146	250	178	760	1,40	74	68	179	1,09	51,4	99	180	212	390	0,85	39	91	87	0,43
EMUL - E471, E323	0,50%	2-0,5	53,8	127	230	182	660	1,26	77	62	177	1,24	51,1	90	180	195	390	0,92	39	87	84	0,45
EMUL - E471 3	0,20%	3-0,2	54,6	136	240	194	630	1,24	76	74	194	1,03	51,5	77	170	187	350	0,91	39	82	83	0,48
EMUL - E471	0,50%	3-0,5	54,5	122	240	179	620	1,34	67	61	144	1,10	51,8	86	160	205	360	0,78	39	76	79	0,51
EMUL - E471 4	0,20%	4-0,2	54,9	127	210	187	630	1,22	68	59	143	1,15	51,8	79	190	186	360	1,02	40	93	92	0,43
EMUL - E471	0,50%	4-0,5	54,7	131	230	186	640	1,24	64	59	132	1,08	51,6	83	200	190	360	1,05	41	90	93	0,46
EMUL - E471 5	0,20%	5-0,2	54,6	114	240	170	640	1,41	67	62	144	1,08	51,8	94	170	213	370	0,80	39	96	99	0,41
EMUL - E471	0,50%	5-0,5	54,4	158	230	201	710	1,14	67	59	140	1,14	51,5	89	170	196	390	0,87	40	111	112	0,36
EMUL - E 481 6	0,20%	6-0,2	54,3	124	230	190	600	1,21	65	71	157	0,92	51,7	78	150	194	350	0,77	45	98	108	0,46
EMUL - E 481	0,50%	6-0,5	54,4	134	230	183	680	1,26	86	67	202	1,28	51,3	96	180	206	390	0,87	51	83	116	0,61
EMUL - E322 7	0,20%	7-0,2	54,7	129	290	170	680	1,71	69	61	148	1,13	52,5	90	190	194	390	0,98	47	114	136	0,41
EMUL - E322	0,50%	7-0,5	54,7	130	230	186	630	1,24	70	49	131	1,43	51,8	82	190	197	350	0,96	45	123	136	0,37
EMUL - E471 8	0,20%	8-0,2	54,5	118	210	182	600	1,15	76	73	196	1,04	*									
EMUL - E471	0,50%	8-0,5	54,1	138	250	182	700	1,37	74	70	184	1,06	*									
EMUL - E471 9	0,20%	9-0,2	53,5	141	240	188	670	1,28	72	70	170	1,03	*									
EMUL - E471	0,50%	9-0,5	53,9	144	250	197	640	1,27	74	64	162	1,16	*									
Enzym amylasa 10	10 ppm	10+10	53,3	155	250	195	700	1,28	66	75	163	0,88	50,8	91	170	181	460	0,94	45	130	140	0,35
Enzym amylasa	50 ppm	10+50pp	51,3	155	210	203	710	1,09	59	79	154	0,75	50,9	93	140	217	360	0,64	40	116	118	0,34
kyselina askorbová	10 ppm	11+10pp	54,3	135	250	174	720	1,44	97	53	212	1,83	51,0	127	320	175	620	1,83	68	66	163	1,03
kyselina askorbová	50 ppm	11+50pp	53,9	**	360	**	1000	**	101	53	224	1,91	51,3	154	380	142	1000	2,68	78	57	176	1,37
enzym pentosansa	10 ppm	12+10pp	54,0	144	190	210	620	0,90	81	80	229	1,01	51,6	87	160	202	370	0,79	43	102	105	0,42
enzym pentosansa	50 ppm	12+50pp	55,1	122	140	217	520	0,65	67	88	204	0,76	52,2	80	110	222	320	0,50	42	96	99	0,44
Enzym amylasa	10 ppm	13+10pp	53,8	128	180	190	640	0,94	76	74	207	1,03	*									
Enzym amylasa	50 ppm	13+50pp	52,4	158	230	199	720	1,16	65	76	182	0,86	*									

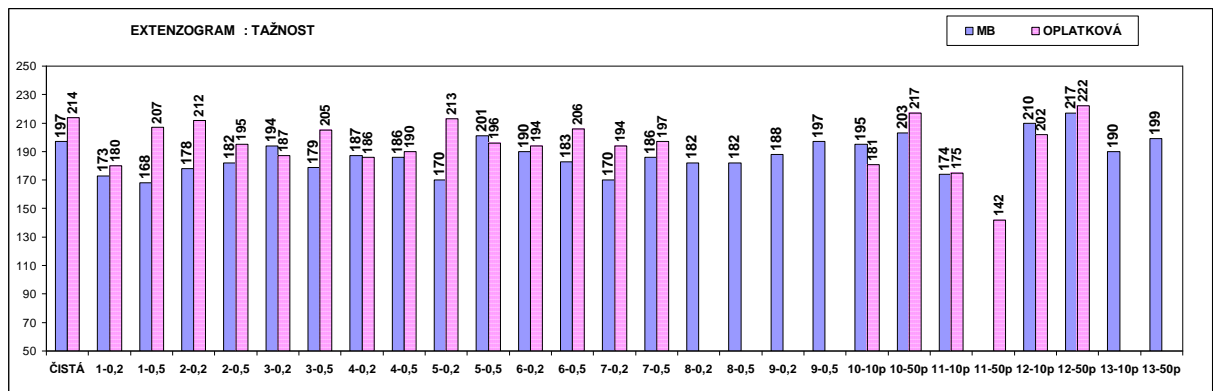
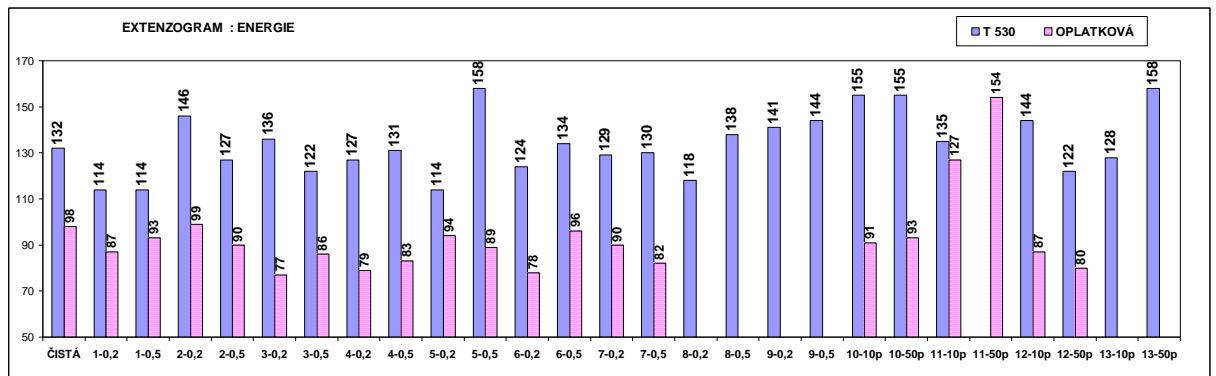
* nedostatek vzorku

** hák nepřetrhl

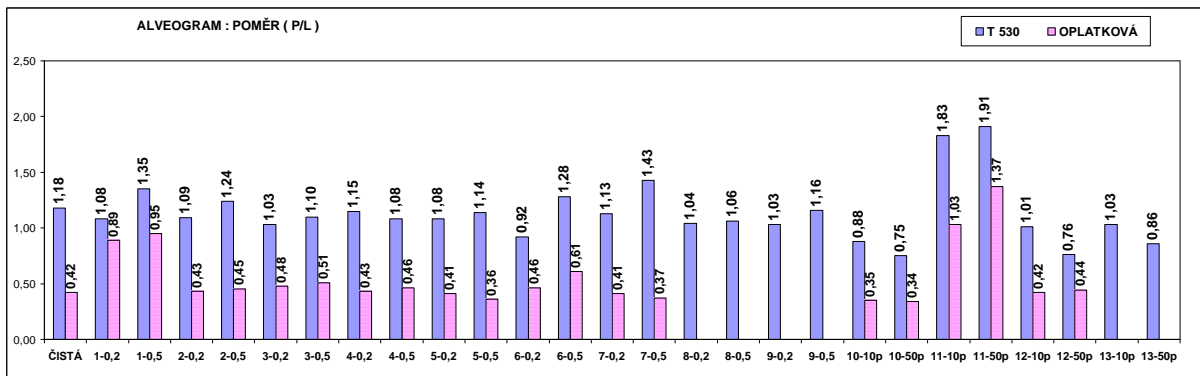
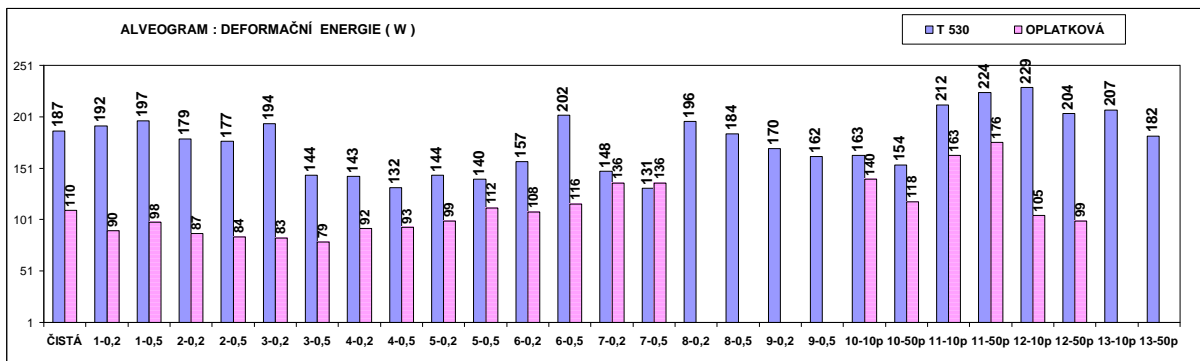
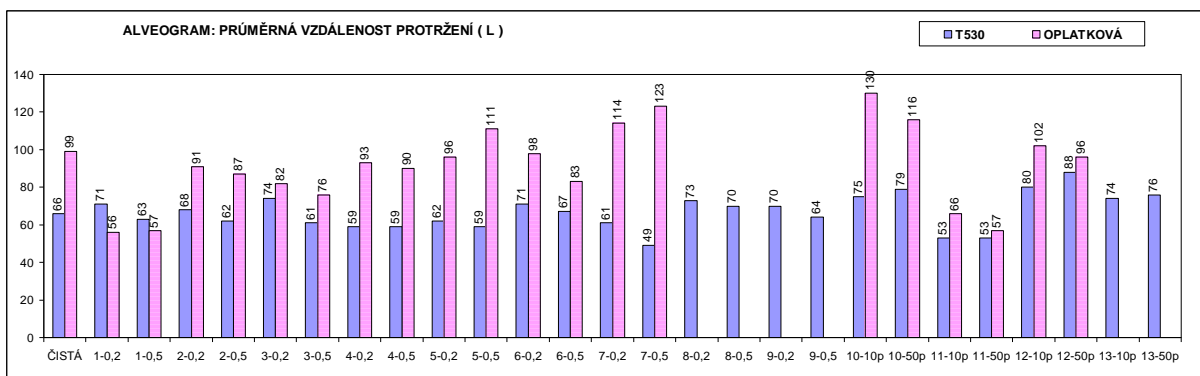
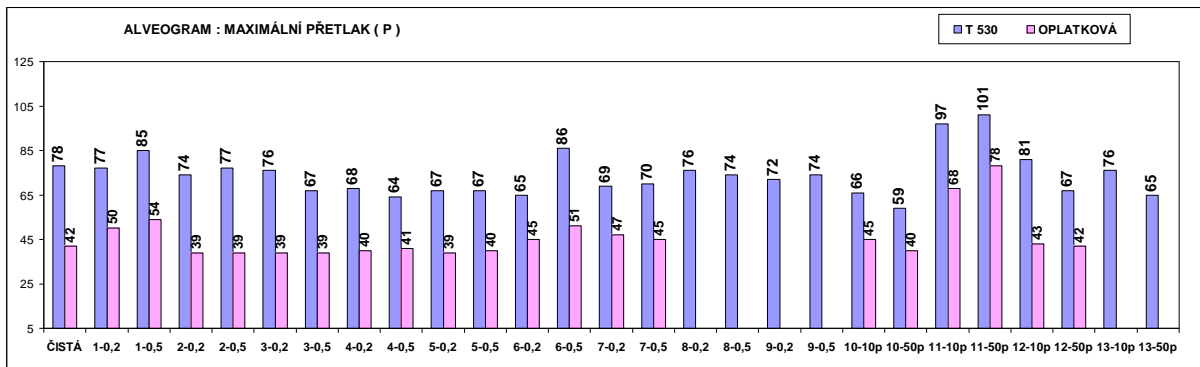
P3 EXTENZOGRAFICKÉ MĚŘENÍ – GRAFY I



P4 EXTENZOGRAFICKÁ MĚŘENÍ – GRAFY II



P5 ALVEOGRAMICKÁ MĚŘENÍ – GRAFY



MILLBA CZECH a.s. mlýn LOUNY		ZÁZNAM PEKAŘSKÉHO POKUSU												Datum pečení:		12.3.2010		F 106												
2		T530 LN exp.22.2.10+ přípravek																												
Pořadové číslo	Typ vzorku + požadovaná úprava	zpracovala	Hmotnost						Senzorické hodnocení						Klonky po vykynutí			Hotový výrobek												
			Přidání voda [%]	Těsto g	těs. K		Bulk		Výpek		TĚSTO						šířka d [mm]	výška v [mm]	Tvar v/d	šířka d [mm]	výška v [mm]	Tvar v/d	nárůst tvaru v/d po upečení [%]	Objem V [cm ³]		Specifický objem [cm ³]	Objemová vydatnost O _v	Stupeň jakosti Součet bodů	Poznámka	
					těs. H	po upečení	po 2 hod	po upečení	po 2 hod	V,T	V,T	K,P	V	S	CH	měr.								průměr						
7	T530 LN exp.22.2.10+0,5 % emulgátoru E322	ID	56,7	480,5	210,0	186,6	182,8	3,8	27,2		1	1	1	1	1	88	84	58	0,67	86	82	52	0,61	89,8	700	713	390	272	5	housky skoro slepé
					186,0	166,1	163,3	2,8	22,7		16	10	10	25	28					84	86	51			725	638	390		89	
8	T530 LN exp.22.2.10+0,5 %emulgátoru E471	ID	60,0	479,6	210,0	188,6	185,1	3,5	24,9		1	1	2	1	2	82	92	55	0,63	80	82	51	0,63	100,3	625	638	344	243	7	housky skoro slepé
					186,0	158,8	156,6	2,2	29,4		16	11	7	25	21					83	78	54			650	563	359		80	
9	T530 LN exp.22.2.10+0,5 %emulgátoru E471	ID	56,0	480,5	210,0	182,6	178,9	3,7	31,1		1	1	1	2	2	84	82	55	0,66	83	89	56	0,66	100,2	800	813	454	310	7	housky dobré
					186,0	156,0	153,8	2,2	32,2		16	10	8	18	21					87	87	57			825	650	423		73	
10	T530 LN exp.22.2.10+ 50 ppm enzym amylasa	ID	54,7	475,2	210,0	177,9	175,2	2,7	34,8		1	1	1	1	1	84	85	53	0,63	81	85	85	0,78	123,7	700	713	407	269	5	housky přisleplé
					186,0	160,4	158,4	2,0	27,6		17	11	8	25	28					86	82	54			725	650	410		89	
11	T530 LN exp.22.2.10+ 50 ppm kyselina askorbová	ID	57,4	477,7	210,0	187,1	182,9	4,2	27,1		2	2	1	2	2	77	70	40	0,54	87	79	56	0,69	127,6	650	663	362	251	9	housky slepé
					186,0	160,7	157,9	2,8	28,1		15	9	8	18	21					83	78	56			675	600	380		71	
12	T530 LN exp.22.2.10+ 50 ppm enzym pentosanasa	ID	56,7	478,8	210,0	182,6	178,3	4,3	31,7		1	1	1	1	1	88	88	48	0,55	87	87	55	0,65	118,5	875	863	484	328	5	housky přisleplé ne-li slepé
					186,0	159,8	156,6	3,2	29,4		18	11	9	24	30					86	87	58			850	725	463		92	

Legenda: V,T = vzhled, tvar S = střída
K,P = kůrka, povrch V,CH= vůně, chut

Zpracovala:

KLONKY

HOUSKY

AKY HOUSKY

Datum:

MILLBA CZECH a.s. mlýn LOUNY		ZÁZNAM PEKAŘSKÉHO POKUSU													Datum pečení:		12.3.2010		F 106													
3		T530 LN exp.22.2.2010+přípravek																														
Pořadové číslo	Typ vzorku + požadovaná úprava	zpracovala	Hmotnost					Senzorické hodnocení					Klonky po vykynutí			Hotový výrobek																
			Přidání voda [%]	Těsto g	těs. K		Bulka		Výpek		TĚSTO					šířka d [mm]	výška v [mm]	Tvar v/d	šířka d [mm]	výška v [mm]	Tvar v/d	nárůst tvaru v/d po upečení [%]	Objem V [cm ³]		Specifický objem [cm ³]	Objemová vydatnost O _v	Stupeň jakosti		Poznámka			
					těs. H	po upečení	po 2 hod	po upečení	po 2 hod	V,T	V,T	K,P	V	S	CH								měř.	průměr			Součet bodů					
13	T530 LN exp.22.2.10+ enzym amylasa 50 ppm	ID	53,8	472,2	210,0	185,3	181,9	3,4	28,1		1	1	1	2	1	82	82	47	0,57	88	85	53	0,63	110,7	750	750	412	281	6	houšky přisleplé		
					186,0	157,1	154,9	2,2	31,1	18	10	8	18	28	84					85	58	750			625	403	82					
14	T530 LN exp.22.2.10 čistá	ID	56,2	477,7	210,0	187,5	184,2	3,3	25,8		2	2	1	2	1	80	78	45	0,57	84	81	50	0,62	108,9	675	663	360	251	8	houšky slepé		
					186,0	158,9	156,6	2,3	29,4	15	9	10	18	31	76					83	52	650			588	375	83					

Legenda: V,T = vzhled, tvar S = střída
K,P = kůrka, povrch V,CH= vůně, chut

Zpracovala:

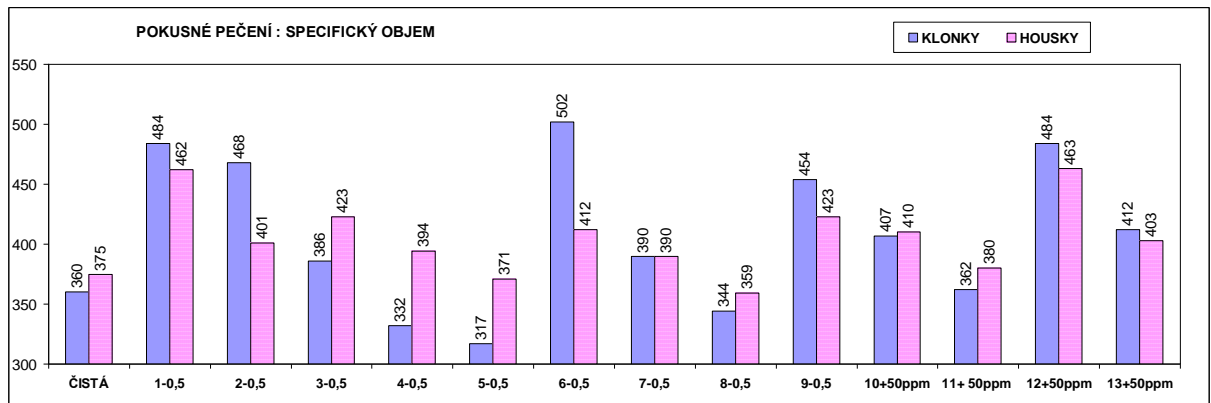
KLONKY

HOUSKY

AKY HOUSKY

Datum:

P9 PEKAŘSKÝ POKUS – SLOŽKY ZLEPŠUJÍCÍCH PROSTŘEDKŮ - GRAFY



P10 PEKAŘSKÝ POKUS – NAVRŽENÉ ZLEPŠUJÍCÍ PROSTŘEDKY – GRAFY

