

Kvalitativní změny u chleba s přídatkem mouky ze zrníček révy vinné

Bc. Svatopluk Trnčák

Diplomová práce
2011

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Svatopluk TRNČÁK**
Osobní číslo: **T09565**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Kvalitativní změny u chleba s přidavkem mouky ze zrníček révy vinné**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakteristika pšeničné mouky.
2. Charakteristika žitné mouky.
3. Přidatné látky.
4. Výživová hodnota a vlastnosti révy vinné.
5. Senzorická analýza chlebů.
6. Texturní vlastnosti chlebů.

II. Praktická část

1. Chemická analýza těst.
2. Reologické rozbory těst.
3. Senzorická analýza chlebů.
4. Reologické vlastnosti chlebů.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] DAVÍDEK, J.; JANÍČEK, G.; POKORNÝ, J.; Chemie potravin, SNTL, Praha 1983.
- [2] DRDÁK, M. Technológia rastlinných neúdržných potravin, ALFA, Bratislava 1989, ISBN 80-05-00121-5.
- [3] <http://www.bj-vitis.cz/grapeseed.php>.
- [4] PŘÍHODA, P.; HUMPOLÍKOVÁ, P.; NOVOTNÁ, D.; Základy pekárenské technologie, Praha, Pekař a Cukrář s.r.o., 2003, ISBN 80-902922-1-6.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavlína Pečivová, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

25. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

20. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Trnčák Štěpán.....

Obor: THEVP.....

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 obhajoby¹⁾;
- 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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ 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 12.5.2011.....

Trnčák.....

¹¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

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

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

²¹ 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 vytykajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³¹ 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 užit 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 výdětku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdětku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce bylo sledovat vliv přídatku mouky z révy vinné a chlebové směsi Backmischung na chemické vlastnosti pšeničných těst a následně na reologické a senzorické vlastnosti hotových výrobků. Reologické vlastnosti byly měřeny na texturním analyzátoru TA-XT Plus. Byly zjištěny rozdíly v tuhosti (F), tuhosti (A), lepivosti (F).

Vlivem přídatku mouky z révy vinné se snižovalo pH. Celkový obsah vody v těstech se vlivem přídatku mouky z révy vinné také snižoval. Nejnižší byl celkový obsah vody u těst vyrobených z chlebové směsi Backmischung. V senzorických charakteristikách byly zjištěny rozdíly v chuti, barvě a celkovém hodnocení (kvalitě). Vyšší přídatek mouky z révy vinné 80 g.kg⁻¹ a 100 g.kg⁻¹ negativně ovlivňoval organoleptické vlastnosti oproti kontrolnímu vzorku.

Reologické výsledky ukázaly, že vzorky těst i hotových výrobků z chlebové směsi Backmischung měly v obou parametrech tuhost (F) a tuhost (A) nejvyšší tuhost. Těsta vyrobená z chlebové směsi Backmischung měla nejvyšší lepivost (F).

Klíčová slova: pšeničná mouka, mouka z révy vinné, chlebová směs Backmischung, reologická analýza, senzorická analýza

ABSTRACT

The aim of this thesis was to monitor the effect of the addition of flour from grapevine and bread mixture Backmischung on the chemical properties of dough and then on the rheological and sensory properties of finished products. Rheological properties were measured on the texture analyzer TA-XT Plus. Differences were found in stiffness (F), stiffness (A), stickiness (F).

The pH was reduced by the addition of flour from grapevine. The total water content in the dough was decreased by the addition of flour from grapevine. The total water content in bread produced from bread mixture Backmischung was the lowest. Differences in sensory characteristics as a taste, colour and overall assessment (quality) were observed. Higher

addition of flour from grapevine 80 g.kg⁻¹ and 100 g.kg⁻¹ negatively affected the organoleptic properties in comparison to the control sample.

Rheological results showed that samples of dough and final products produced from bread mixture Backmischung had in both parameters as a stiffness (F) and stiffness (A) the highest stiffness. Dough produced from bread mixture Backmischung had the highest stickiness (F).

Keywords: wheat flour, flour from grapevine, bread mixture Backmischung, rheological analysis, sensory analysis

Rád bych touto cestou poděkoval své vedoucí diplomové práce Ing. Pavlíně Pečivové Ph.D. za odbornou pomoc, trpělivost, poskytnutí materiálů a užitečných rad, které mi pomohly ke zpracování mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu technologovi Ing. Jaroslavu Švachovi za praktickou pomoc v pekárně a cenné rady z oblasti pekárenské praxe a dále pánům majitelům Ing. Miroslavu Lapčíkovi a Ing. Bronislavu Lapčíkovi pekárny Topek s.r.o., Topolná za umožnění výroby chleba a také pracovníkům pekárny Topek, s.r.o., Topolná za pomoc při vytváření výrobku chleba a za zhodnocení sensorických výrobků.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERISTIKA PŠENIČNÉ MOUKY	12
1.1 CHARAKTERISTIKA ŽITNÉ MOUKY	13
1.2 BÍLKOVINY OBILOVIN.....	13
1.2.1 <i>Lepek</i>	16
1.3 SACHARIDY OBILOVIN	17
1.3.1 <i>Monosacharidy a oligosacharidy</i>	17
1.3.2 <i>Oligosacharidy</i>	18
1.3.3 <i>Polysacharidy</i>	19
1.4 ENZYMY	22
1.5 LIPIDY OBILOVIN	23
1.6 MINERÁLNÍ LÁTKY A VITAMÍNY	23
1.7 VLÁKNINA.....	24
1.8 OSTATNÍ PŘÍSADY	24
1.8.1 <i>Voda</i>	24
1.8.2 <i>Droždí</i>	25
1.8.3 <i>Sůl</i>	26
2 RÉVA VINNÁ.....	27
2.1 HROZNOVÁ JÁDRA A JEJICH VÝTAŽKY	28
2.1.1 <i>Resveratrol</i>	30
2.1.2 <i>Flavonoidy</i>	31
2.1.3 <i>Anthokyaniny</i>	32
2.1.4 <i>Proantokyanidiny</i>	33
3 TECHNOLOGIE PŘÍPRAVY TĚST	35
3.1.1 <i>Hnětení těsta</i>	35
3.1.2 <i>Zrání těsta</i>	35
3.1.3 <i>Dělení a tvarování chlebových těst</i>	36
3.1.4 <i>Kynutí těst</i>	36
3.1.5 <i>Pečení chleba</i>	37
3.2 REOLOGICKÉ VLASTNOSTI TĚST	37
3.2.1 <i>Fyzikální podstata tvorby těsta</i>	38
3.3 SENZORICKÉ HODNOCENÍ POTRAVIN	39
3.3.1 <i>Senzorické hodnocení textury potravin</i>	40
II PRAKTICKÁ ČÁST	41
4 METODIKA PRÁCE.....	42
4.1 CÍL PRÁCE	42
4.2 MATERIÁL PRO VÝROBU	43
4.2.1 <i>Suroviny pro přípravu těst</i>	43

4.2.2	Technologický postup výroby	45
4.2.3	Hnětení těsta	45
4.2.4	Dělení a tvarování těst	46
4.2.5	Kynutí těst	46
4.2.6	Pečení	46
4.3	POPIS EXPERIMENTU	46
4.4	CHEMICKÁ ANALÝZA	47
4.4.1	Stanovení obsahu vody	47
4.4.2	Stanovení aktivní kyselosti	47
4.5	SENZORICKÁ ANALÝZA	47
4.6	REOLOGICKÉ VLASTNOSTI TĚSTA A CHLEBA	48
4.6.1	Nastavení texturního analyzátoru TA-XT Plus pro měření těst a chlebů	49
5	VÝSLEDKY	50
5.1	CHEMICKÉ ANALÝZY	50
5.1.1	Stanovení pH – aktivní kyselosti	50
5.1.2	Stanovení obsahu vody	51
5.2	SENZORICKÁ ANALÝZA	52
5.2.1	Hodnocení série vzorků chleba po upečení	52
5.3	REOLOGICKÉ VLASTNOSTI TĚSTA A CHLEBA	54
5.3.1	Hodnocení vzorků těst	54
5.3.2	Hodnocení vzorků chleba po upečení	56
5.3.3	Hodnocení vzorků chleba druhý den po upečení	58
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK	69
	SEZNAM PŘÍLOH	70

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá přidavkem mouky z révy vinné na sensorické a reologické vlastnosti chleba.

V současné době je v pekárenském průmyslu pro výrobu chleba nejvíce používána pšeničná a žitná mouka. Naším cílem bylo vytvořit funkční potravinu, která bude mít pozitivní vliv na lidské zdraví. Smyslem funkční potraviny není léčit, ale pomáhat jako pravidelná prevence k zabránění propuknutí těchto onemocnění.

Mouka z révy vinné, která byla do výrobků přidávána, má svou antioxidační aktivitou pozitivní vliv na lidské zdraví. Svou velmi účinnou schopností posiluje dobrý stav krevních cév, čímž může výtažek z hroznových jader nejen snižovat riziko srdečních a mozkových příhod, ale zároveň i posilovat slabé nebo křehké vlasečnice a zvyšovat průtok krve především končetinami. Proto je považována za prospěšný doplněk při téměř všech typech cévní nedostatečnosti a při stavech spojených se sníženou odolností cév. Dalším příznivým účinkem je zklidnění alergických projevů. Potlačuje totiž uvolňování látek vyvolávajících alergickou reakci, především histaminu, což zase pomáhá zvládnout pestré alergické projevy od senné rýmy po kopřivku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA PŠENIČNÉ MOUKY

Obiloviny jsou strategickou a historicky nejvýznamnější plodinou a výrazně ovlivňují výživovou bilanci ve všech světadílech. Uplatňují se jednak pro lidskou výživu (především pšenice a rýže), které jsou hlavní surovinou pro výrobu potravin. Mohou sloužit i pro výživu hospodářských zvířat a malé množství bývá zpracováno technicky na škrob a líh. Obiloviny dodávají lidstvu téměř ½ energetické hodnoty ve stravě [1].

Pšenice je celosvětově nejvýznamnější obilovinou zajišťující výživu lidské populace a je nejrozšířenější obilovinou pro pekařské využití. Její produkce se pohybuje kolem 580 mil. tun ročně a je řazena mezi nejvýznamnější obchodní komoditu na úseku potravin. V České republice jsou obiloviny nejdůležitější zemědělskou plodinou, jsou základní surovinou pro řadu potravinářských výrob, pro krmivářský průmysl. Jako potravina kryjí asi 33 % energetické hodnoty, zajišťují 30 % konzumovaných bílkovin, 56 % sacharidů a 10 % tuku. Ročně se vyrobí 6,8 – 7,1 mil tun obilovin, z toho 2,1 mil tun se zpracovává na potraviny [1].

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

1. pšenice obecná (*Triticum aestivum*), široce rozšířená, ze které bylo vyšlechtěno velké množství odrůd, používaných převážně v pekařské výrobě.
2. pšenice tvrdá (*Triticum durum*), požívaná k výrobě těstovin a pěstovaná jen v příznivých, převážně vnitrozemských oblastech.
3. pšenice špalda (*Triticum spelta*), má pluchaté zrno, využívána jen na místě, hlavně v alternativním zemědělství pro speciální výrobky.

Z hlediska zpracovatelů mouk je nejvýznamnější třídění odrůd pšenice obecné na měkké a tvrdé. Za hlavní měřítko pekařské kvality se celosvětově považuje objem získaného pečiva. Tvrdost pšenice, byla sledována mlynáři, neboť se značně projevuje při mlynářském zpracování, a souvisí především s obsahem a kvalitou pšeničné bílkoviny. Je všeobecně uznáváno, že tvrdší pšenice jsou pekařsky kvalitnější. Příprava těsta je jednou z nejdůležitějších technologických operací. Vytváří se při ní základní předpoklady pro získání jakostního výrobku. Kvalitu výrobku předurčuje několik základních charakteristik:

surovinové složení, vytvoření správného koloidně-chemického systému těsta se správnými fyzikálně mechanickými vlastnostmi pro celé další zpracování, u téměř všech výrobků správné nakypření a správné tepelné zpracování [2, 3].

1.1 Charakteristika žitné mouky

Na světové produkci žita má dominantní podíl Evropa a její produkce se pohybuje kolem 50 mil tun ročně. Žitná mouka patří mezi základní složku chleba. Má vysokou nutriční hodnotu a obilky obsahují asi 70 % sacharidů, 9-15 % bílkovin, 1,5 % tuků, vlákninu a pestrou škálu minerálních látek. Žitné mouky mají po vymletí šedobílou barvu s mírným odstínem dozelená a jsou zpravidla těžší než mouky pšeničné [4].

Pekařská jakost žitné mouky je odlišná od mouky pšeničné. Žitná bílkovina není schopna vytvořit samostatnou souvislou prostorovou síť, která je nosnou kostrou pšeničného pečiva. U žitné mouky proto spolupůsobí při vázání vody již za normální teploty při hnětení žitné pentosany a při tvorbě střídy hotového výrobku i škrob [1].

Žitný škrob lépe bobtná, má více amylopektinu a méně amylosy, která zpětně retrograduje a je příčinou tvrdnutí chleba. Žitné slizy mají velkou bobtnací schopnost a poutají vlhkost ve střídě.

Žito a pšenice jsou botanicky dosti příbuzné a jejich umělým křížením se podařilo vyšlechtit obilovinu Triticale. Název *Triticale* je složený z latinských názvů pšenice (*Triticum*) a žita (*Secale*). Pekařské vlastnosti jsou na přechodu mezi pšenicí a žitem [5].

1.2 Bílkoviny obilovin

Proteiny neboli bílkoviny patří k nejdůležitějším živinám. Proteiny a peptidy se skládají z velké většiny z aminokyselinových zbytků vázaných vzájemně peptidovými vazbami. Podle velikosti molekuly rozeznáváme:

1. oligopeptidy (2 až 10 vázaných aminokyselin) ;
2. polypeptidy (11 až 100 vázaných aminokyselin) ;
3. proteiny (více než 100 vázaných aminokyselin).

Bílkoviny jsou biopolymery aminokyselin, vznikající procesem proteosyntézy. Jejich molekula je tvořena více než 100 aminokyselinami, přičemž standardně se v proteinech

vyskytuje 20 základních aminokyselin. Aminokyseliny jsou vzájemně propojeny amidovou vazbou CO-NH, která se nazývá peptidová. Peptidová vazba vzniká mezi –OH skupinou z karboxylového konce jedné aminokyseliny a –NH₂ skupinou druhé aminokyseliny za současného odštěpení molekuly vody [6].

Z aminokyselin, které se v přírodě vyskytují, pouze dvacet tvoří molekuly bílkovin. Ostatní aminokyseliny se v bílkovinách zásadně nevyskytují. V některých případech nejsou v řetězci bílkoviny zastoupeny jen přímo samotné aminokyseliny, ale jejich aminy, které mají namísto charakteristické skupiny –COOH skupinu –CONH₂. V obilné bílkovině to jsou aminy odvozené od dikarboxylových kyselin glutaminu a asparaginu. Kyselina glutamová (převážně ve formě glutaminu) představuje více než 1/3 bílkoviny pšeničného zrna. Ve struktuře vysokomolekulárních částí bílkoviny je to významný faktor, neboť je zdrojem vodíkových vazeb, kterých je proto velký počet, a přestože jsou slabé, mají ve strukturách tvorby těst značný význam. Vysoký podíl je i prolinu a leucinu, které jsou také významné pro tvorby zesíťovaných struktur.

Aminokyseliny samy o sobě jsou pestrou a zajímavou skupinou chemických látek, které mohou vstupovat do řady chemických reakcí. Jednou z nich je již zmíněná tvorba peptidových vazeb. Sloučeniny, v nichž je tímto způsobem spojeno pouze několik aminokyselin, nazýváme peptidy. Jsou-li peptidy tvořeny dvěma aminokyselinami hovoříme o dipeptidech, třemi aminokyselinami jsou tvořeny tripeptidy atd. Mezi peptidy nacházíme řadu významných látek (některé hormony, antibiotika, toxiny apod).

Pro bílkoviny je typický především proces jejich vzniku. Jednotlivé proteiny v buňkách zastávají často velmi důležité a přísně specializované funkce. Pro výkon takových funkcí je nutné přesné specifické složení molekuly toho kterého proteinu a jeho struktura. Aminokyseliny nejsou tedy v peptidových řetězcích bílkovin zařazeny nahodile. Pořadí jednotlivých aminokyselin v molekule je řízeno geneticky. To znamená, že každá buňka má ve svém buněčném jádře v chromozomech zakódován přesný “předpis” pro syntézu svých bílkovin. Pro řadu obilovin, zejména pro pšenici a ječmen, jsou dnes již známy geny, které předurčují určité sekvence a struktury bílkovin i ostatních polymerů. Následkem toho jsou také různě odlišné užitné a zpracovatelské vlastnosti zrna. Vlastní syntéza bílkovin - proteosyntéza probíhá na speciálních organelách – ribozómech, kde jsou jednotlivé aminokyseliny řazeny do peptidového řetězce [4].

Struktura biopolymerů je popsána na několika úrovních. Primární struktura proteinů je dána pořadím jednotlivých aminokyselin v řetězci. Je určena počtem a pořadím aminokyselinových zbytků v řetězcích a jejich sekvence se uvádí vždy od N-konce k C-konci hlavního řetězce [6]. Sekundární struktura může být uspořádaná nebo neuspořádaná, v molekulách proteinů se často vyskytují oba případy vedle sebe, tj. uspořádané úseky se střídají s neuspořádanými. Typickými příklady uspořádaných sekundárních struktur jsou šroubovice (helixy) ve tvaru pravotočivé spirály nebo tzv. zřasené struktury, vytvářející v makrostruktuře “destičky” nebo “polštářky”. Terciární struktura popisuje prostorové uspořádání bílkovinné molekuly. Prostorový tvar molekuly podmiňuje její biochemickou funkci. Molekuly biopolymerů se mohou sdružovat do vyšších funkčních celků. Proteinové molekuly tvoří často podobné nadmolekulární útvary. Popisem uspořádání takových molekul hovoříme o kvartérní struktuře [7].

Zralá obilná zrna obsahují podle druhu a odrůd 9 - 16 % bílkovin. Podle chemického složení rozlišujeme jednoduché bílkoviny bez jiných sloučenin a komplexní: lipoproteidy, glykoproteiny, nukleoproteiny aj. Na základě rozpustnosti v různých rozpouštědlech byly bílkoviny rozděleny do čtyř skupin:

4. albuminy (rozpustné ve vodě)
5. globuliny (rozpustné v roztocích solí)
6. prolaminy (rozpustné v 70 % etanolu)
7. gluteliny (zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad)

Obsah albuminů a globulinů u pšenice tvoří 15 - 20 % a je málo závislý na vnějších podmínkách. U žita a tritikale je obsah těchto bílkovin vyšší. Zásobní bílkoviny určují technologickou, nutriční, krmnou a biologickou hodnotu zrna. Jednotlivé obiloviny hromadí rozdílné množství prolaminů a glutelinů. Každá molekula proteinu má svou specifickou strukturu, která jí umožňuje vykonávat právě tu funkci, která jí byla předurčena. Tento stav označujeme jako nativní. Pokud dojde k porušení struktury na kterékoli úrovni, dochází zpravidla ke ztrátě biologické funkce a tento proces se nazýváme denaturace. Podle míry porušení nativní struktury rozlišujeme denaturaci buď vratnou nebo nevratnou. Denaturace může být způsobena buď chemickým zásahem různými denaturačními činidly, nebo fyzikálně. Častým příkladem je tepelná denaturace bílkovin, která nachází uplatnění v potravinářství. K tepelné denaturaci dochází v podstatě při

jakékoliv tepelné úpravě poživatin a obvykle se spojuje se ztrátou vody z nabobtnalé bílkovinné struktury. Při výrobě pečiva znamená denaturace bílkovin jeden z hlavních biochemických dějů v procesu pečení.

1.2.1 Lepek

Největší význam mají bílkoviny pšenice, které se od ostatních rostlinných bílkovin liší svou schopností tvorby lepku, pružného gelu. Lepek má rozhodující úlohu při tvorbě těsta a určuje jeho pekařské vlastnosti. Lepek tvoří bílkoviny nerozpustné ve vodě, gliadin a glutenin. Množství a vlastnost lepku jsou hlavními kritérii pekařské jakosti pšenice. Gliadin je nositelem tažnosti a glutenin pružnosti a bobtnavosti lepku. U menší části populace vyvolává pšeničný lepek (určité frakce gliadinu) trávící alergii, hlavně u dětí, zvanou celiakie. Pro bezlepkovou dietu jsou vhodné cereální výrobky zejména z kukuřice, rýže a pohanky [1]. Pšeničný lepek lze z těsta jednoduše izolovat vypíráním proudem vody, přičemž se postupně vyplavují látky rozpustné ve vodě a škrob a po určité době zůstává substance, kterou nazýváme mokřý lepek. Ten lze poté zbavit přebytečné vody. Je tedy potřebné si stále uvědomovat, že v nativním zrně ani v mouce ještě ve skutečnosti lepek neexistuje a vytváří se až po propojení prostorové sítě pšeničné bílkoviny. V látkové či energetické bilanci moučného výrobku připraveného z těsta s vodou pak musíme rozlišovat samotnou bílkovinu vnesenou moukou, která není totožná s obsahem mokrého lepku v mouce, což je technický termín a uzančně reprezentuje obsah lepkové bílkoviny – včetně přidané vody – vyjádřené za podmínek metody jeho vypírání. Vypraný lepek se sestává průměrně z 90 % proteinů, 8 % lipidů a 2 % sacharidů v sušině. Průmyslově získaný tzv. vitální lepek vykazuje ještě podstatně větší rozpětí obsahu složek. Gliadiny poskytují lepku tažnost. Jde o frakci tvořenou zhruba 40 proteiny o poměrně nízké molekulové hmotnosti (20000 – 50000 Da). Pšeničné gluteniny vysokomolekulární frakcí a poskytují lepku pružnost. Ve struktuře lepku vytvářejí gluteniny nadmolekulární vláknité struktury, supermolekuly, o relativní molekulové hmotnosti řádově 10^5 až 3^6 Da. Glutenin je představován jako složitý komplex, tvořený mnoha řetězci různé velikosti. Nízkomolekulární řetězce jsou uvnitř také udržovány disulfidickými a vodíkovými vazbami, ale navenek jsou s ostatními řetězci spojeny jen vodíkovými vazbami a udržovány hydrofobními silami. Vysokomolekulární složky mají dva druhy disulfidických vazeb intrařetězcové – obdobné jako gliadin a interřetězcové, které udržují pevnou a pružnou strukturu. Obecně lze říci, že jde 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, které je zřejmě způsobeno především rozpadem gluteninových vláken na drobnější fragmenty.

Podle nejnovějších výzkumů bylo několikrát prokázáno, že rozpustnější (nebo lépe bobtnající) složky gluteninu, izolované samy o sobě, snižovaly objem pečiva. Naopak nerozpustné molekulární složky prokazatelně zvyšovaly objem pečiva. Makromolekulární složka, která je prokazatelně rozhodující pro nárůst objemu pečiva, představuje podle různých odhadů asi jen 10 – 15 % celkových lepkových bílkovin. Navrhuje se proto rozlišovat hlavně vysokomolekulární a nízkomolekulární bílkoviny lepku a jejich vzájemný poměr jako rozhodující pro vyhodnocení pekařské kvality [2].

1.3 Sacharidy obilovin

1.3.1 Monosacharidy a oligosacharidy

Sacharidy neboli cukry jsou nejrozšířenější složkou potravy. Chemickým složením jsou sacharidy polyhydroxyaldehydy nebo polyhydroxyketony nejméně se třemi alifaticky vázanými uhlíkovými atomy. K cukrům se zpravidla řadí další geneticky příbuzné deriváty, i když neobsahují žádnou aldehydickou nebo ketonovou skupinu, např. alkoholické cukry, aldonové kyseliny apod. Někdy se místo sacharidy používá také označení glycidy, a to zvláště ve sloučeninách (tj. v názvech sloučenin, jako jsou např. glykoproteidy, obsahující vedle cukrů i složky necukerné). Sacharidy se dělí podle počtu vázaných jednoduchých cukrů na tyto skupiny:

1. monosacharidy jsou cukry, které hydrolýzou již neposkytují žádný cukr s menší molekulovou hmotností;
2. oligosacharidy poskytují hydrolýzou 2 až 10 molekul monosacharidů, přičemž počet přítomných vázaných cukerných jednotek se označuje řeckými prefixy (disacharidy se skládají ze dvou monosacharidů, trisacharidy ze tří, tetrasacharidy ze čtyř atd.);
3. polysacharidy poskytují hydrolýzou více než 10 molekul monosacharidů. V potravinách se běžně vyskytují sloučeniny sacharidů s necukernými složkami, jako např. glykoproteiny, glykolipidy, heteroglykosidy, ribonukleotidy, některé vitamíny, glukosinoláty, flavonoidy, třísloviny aj.[8, 9].

Monosacharidy je možno třídit podle několika hledisek. Podle druhu přítomné karbonylové skupiny se monosacharidy dělí na:

1. aldosity, obsahující aldehydickou skupinu;
2. ketosity, obsahují ketonickou skupinu.

Podle počtu uhlíkových atomů v molekule se monosacharidy dělí na tyto hlavní skupiny :

1. triosy se třemi atomy uhlíku;
2. terosy se čtyřmi atomy uhlíku;
3. pentosy s pěti atomy uhlíku;
4. hexosy s šesti atomy uhlíku;
5. heptosy se sedmi atomy uhlíku.

V potravinářství jsou z monosacharidů významné pouze pentosy a hexosy. Pentosy (arabiosa, xylosa) jsou základními stavebními částicemi pentosanů, důležitých složek podpurných pletiv. Hexosy (glukosa, fruktosa, galaktosa, manosa) – glukosa je hlavní složka pro tvorbu škrobu a celulosy, stavební materiál polysacharidů [1, 10].

Monosacharidy jsou základními stavebními jednotkami oligo- a polysacharidů. Volné se vyskytují ve zralých obilných zrnech pouze v nepatrném množství, a to především v klíčku. Do mouky se jich dostává jen málo (max. 1 - 3 % na mouku). Podle počtu členů v uzavřeném kruhu hovoříme pyranosovém kruhu (šestičlenný) nebo furanosovém (pětičlenný kruh, který ovšem může mít mimo kruh v molekule více než pět uhlíkových atomů) [2].

1.3.2 Oligosacharidy

Dělí se podle počtu vázaných monosacharidických jednotek. Nejjednodušší jsou disacharidy, které hydrolyzou dávají pouze dva monosacharidy, a patří v potravinách mezi nejběžnější. Dalším způsobem dělení oligosacharidů je dělení na oligosacharidy redukující, jež mají volnou alespoň jednu semiacetalovou hydroxylovou skupinu, a neredukující, kde jsou všechny semiacetalové skupiny navzájem vázány glykosidickými vazbami. Systematicky se oligosacharidy třídí podle atomu uhlíku, kterým jsou etherově nebo glikosidicky vázány. Nejvýznamnějším neredukujícím sacharidem v potravinářství je sacharosa α -D-glukopyranosyl- β -D-fruktofuranosid, poskytující hydrolyzou molekulu D-

glukosy a D-fruktosy. V rostlinách je hojně zastoupena, průmyslový význam má její výskyt v cukrové řepě. Sacharosa je výborně rozpustná ve vodě, dalším zahřevem její vodné roztoky hnědnou. Další skupinou disacharidů jsou disacharidy redukující, k nimž patří celá řada cukrů vyskytujících se v přírodě. Nejvýznamnějším redukujícím disacharidem je maltosa, neboli 4-O- α -D-glukopyranosyl-D-glukopyranosa, jejíž výskyt je velmi častý: z maltosových jednotek se skládá škrob, volná se vyskytuje ve sladu, škrobovém sirupu a četných dalších potravinách. Ze škrobu se maltosa připravuje kyselou nebo enzymovou hydrolyzou. Oba anomery se mohou vyskytovat jako bezvodé i jako monohydráty [8].

Monosacharidy a také di-, tri- a vyšší oligosacharidy vznikající degradací škrobu a vyskytují se v obilovinách v nízkých koncentracích. Pšeničná mouka obsahuje 100 – 900 mg*kg⁻¹ glukosy a 200 – 800 mg*kg⁻¹ fruktosy, maltosy bývá 500 – 1000 mg*kg⁻¹, sacharosy 1000 – 4000 mg*kg⁻¹, rafinosy 500 – 1700 mg*kg⁻¹, dalších oligosacharidů 0,4 – 1,6 % [11].

1.3.3 Polysacharidy

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin polysacharidy. Monosacharidů, které se běžně vyskytují v polysacharidech, je pouze několik. Makromolekuly polysacharidů v obilovinách jsou často tvořeny pouze jedním typem, méně často dvěma typy monosacharidů. Z toho lze vidět, že i struktura polysacharidů je méně složitá ve srovnání s proteiny. V biochemii obecně platí, že chování je funkcí struktury. Zásobní polysacharidy, jejichž typickým představitelem je v rostlině škrob, znamenají pro organismy zdroj či rezervoár energie. Jejich štěpením pokrývají živé systémy značnou část svých energetických potřeb v období začátku růstu nové rostlinky. Stavební (strukturní) polysacharidy tvoří základ buněčných stěn rostlin a tudíž vlastně nosný skelet rostlinných pletiv. Jejich představiteli jsou např. celuloza, hemicelulosa, lignin aj. Jsou to látky vesměs nerozpustné ve vodě, nerozpouštějí se snadno ani kyselinami. Zejména celuloza tvoří velmi pevná vlákna, která jsou pro rostlinu základní nosnou strukturou. Dále je skupina rozpustných ve vodě bobtnajících polysacharidů, které mají schopnost vytvářet vysokoviskózní a vysokovazné koloidní systémy. Ty v rostlině napomáhají vázání vody a jsou součástí buněčného obsahu. Polysacharidy obilných zrn

dělíme zpravidla na škrob a skupinu neškrobových polysacharidů [2]. Škrob se vyskytuje výhradně v rostlinách, kde tvoří zrnka charakteristického tvaru. Není jednotnou látkou, ale je složen ze směsi dvou hlavních složek amylosy a amylopektinu, a malého množství doprovodných látek, např. lipidů. Poměr dvou hlavních složek bývá různý a pro určitou odrůdu škrobnaté suroviny typický. Amylosa se ve vodě rozpouští na čirý, málo viskózní roztok, záhřevem nemazovatí. Po čase se z roztoků vylučuje následkem retrogradace, způsobené asociací řetězových molekul amylosy.

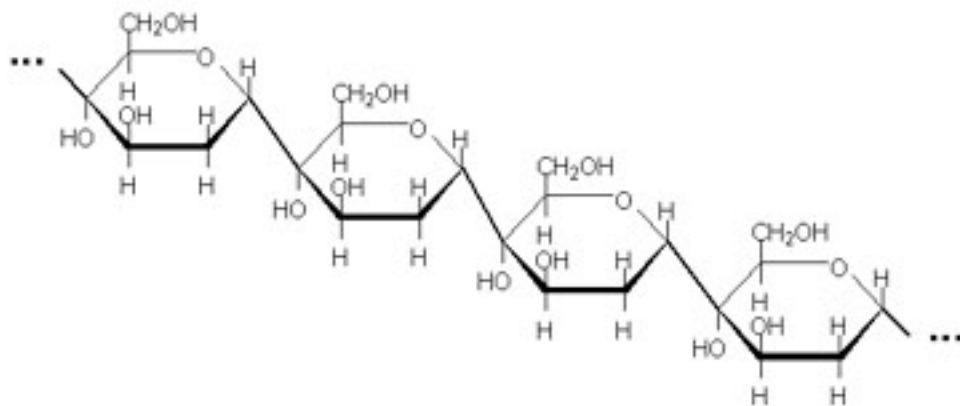
Amylopektin převažuje zejména ve vnějších vrstvách škrobových zrn. Ve studené vodě není rozpustný, ale záhřevem mazovatí, tj. vytváří viskózní roztok, který po ochlazení tuhne v gel. Obsahuje malé množství vázané kyseliny fosforečné (asi 0,18 % P_2O_5). Svým chemickým složením jsou amylosa i amylopektin velmi podobné.

Základní jednotkou u obou těchto polysacharidů je D-glukopyranosa. V molekule amylosy tvoří glukosové jednotky dlouhý rovný řetězec, kde jsou jednotlivé D-glukopyranosové jednotky vzájemně glykosidicky vázány $\alpha(1\rightarrow4)$ vazbou, tedy jako v maltose, která také při hydrolýze škrobu vzniká jako meziprodukt. Řetězec vytváří vlivem vodíkových vazeb šroubovici, která se na různých místech ohýbá a vlivem intramolekulární vodíkové asociace může vytvářet na některých místech i smyčky. Molekulová hmotnost amylosy není vždy jednotná, ale jde vždy o směs různě dlouhých řetězců o molekulové hmotnosti většinou mezi 1 až 2 milióny Da. U škrobů z kořenů hlíz bývá molekulová hmotnost větší než u škrobů ze semen. V molekule amylopektinu je rovněž většina D-glukopyranosových jednotek vázána $\alpha(1\rightarrow4)$ vazbou, ale asi 4 až 5% se vyskytuje také $\alpha(1\rightarrow6)$ vazba, čímž je způsobeno větvení. Řetězce amylopektinu se tedy liší od amylosových svým větvením. Větvení není pravidelné a větve mohou být dále rozvětveny. Obvykle připadá jedna koncová skupina na 20 až 25 D-glukosových jednotek. Podobně jako stupeň větvení je i celková molekulová hmotnost velmi proměnlivá a pohybuje se mezi 10^6 až 200^6 Da [8].

V škrobových zrnech jsou molekuly s rovnými i s rozvětvenými řetězci paprscitě uspořádány a paralelně probíhající řetězce bývají spolu vázány vodíkovými vazbami. Tím vznikají krystalické oblasti v zrnech (micely), a proto vykazují zrna dvojlom. Také molekuly vody mohou tvořit s hydroxylovými skupinami D-glukosových jednotek vodíkové vazby, takže vodný film přiléhající k molekulám polysacharidu je částečně orientován. Škroby cereálií proto přijmou za normálních podmínek z atmosféry asi 12 až 14 % vody. Studená voda může proniknout do amorfních částí škrobového zrna, aniž se

poruší micely. Tímto způsobem může škrob nabrat až 30 % vody beze změny velikosti a tvaru částic. Jestli stoupá teplota suspenze škrobových zrn ve vodě, charakter zrn se zpočátku nemění. Až při teplotě, kdy molekuly získají dostatečnou energii k tomu, aby se přerušily intermolekulární vodíkové vazby, nastává bobtnání. Teplota, při níž zrna začínají bobtnat, tzv. želatinizační teplota, závisí na druhu škrobu; u škrobu pšeničného se pohybuje od 60 do 64 °C, u škrobu žitného od 57 do 70 °C, atd. Během bobtnání škrobové zrna postupně přijímá velké množství vody (při 70 °C maximálně až 25 násobek hmotnosti škrobu), která proniká do prostoru mezi polysacharidickými řetězci škrobu. Tím se naruší uspořádaná struktura zrna, mizí radiální orientace molekul a tedy i dvojlom. Při nedostatečném množství vody ve směsi, např. v těstě při výrobě chleba nebo pečiva, neproběhne bobtnání v takové míře. Protože se při pečení chleba ze střídky voda téměř neodpaří, jsou výsledný stupeň bobtnání, a tím také výsledná konzistence střídky závislé mimo jiné na množství vody použité k zadělání těsta. Jestliže bobtnání postoupilo tak daleko, že se vazby mezi molekulami škrobu zcela rozrušily, vznikne tekutý škrobový maz. Maz ještě může obsahovat zrna, ovšem mnohonásobně zvětšená. Teprve při teplotách kolem bodu varu, zvláště při třepání nebo intenzivním míchání, se zrna poruší. Vytvoří se škrobový roztok, tzv. maz, v němž molekuly volně rotují; při těchto pohybech mohou tvořit neustálé intermolekulární asociace. Tím roste viskozita, zvláště při vyšších koncentracích, kdy styk mezi molekulami je častější a možnosti asociace jsou větší. Silně rozvětvené molekuly amylopektinu zaujímají při rotaci menší objem, a proto poskytují relativně méně viskózní roztoky, než odpovídá jejich molekulové hmotnosti. Viskozita škrobových roztoků tedy závisí na poměru amylosy a amylopektinu. Při ochlazování škrobového roztoku viskozita značně stoupá, zvláště za přítomnosti vyššího podílu amylosy. Molekuly ztrácejí kinetickou energii, takže se intermolekulární vodíkové můstky přerušují obtížněji a vytvoří se pevná trojrozměrná síť, v níž je zachyceno velké množství vody. Tímto způsobem vznikne pevný gel. Struktura gelu se postupně mění tím, že se vytvářejí další intermolekulární a intramolekulární vodíkové můstky. Síť řetězců polysacharidu se tak stává hustší, a vytlačí proto část vody původně zachycené v gelu. Tento jev se obecně nazývá synereze, u škrobových gelů retrogradace. Retrogradace poněkud snižuje stravitelnost škrobu. Rychlost retrogradace závisí na teplotě; nejvyšší je při teplotách kolem 0 °C, zvláště proběhne-li několik cyklů tuhnutí a tání vody vázané v gelu. Retrogradace se zvláště nepříznivě projevuje na konzistenci chleba a pečiva při skladování, kde se jí předchází speciálními přísadami. Při teplotách kolem 60 až 70 °C

retrogradace nenastává. Na vlastnosti škrobového gelu mají kromě stárnutí vliv i další faktory. Za přítomnosti sacharosy v roztoku cukr váže vodíkovými vazbami část vody, a tím zpomaluje bobtnání a snižuje pevnost škrobového gelu. Na působení solí jsou škrobové gely málo citlivé. Interakce škrobu s bílkovinami značně ovlivňuje strukturu těsta. Účinek tuku spočívá ve snížení teploty, při níž dosáhne škrobový roztok maximální viskozity. Monoacylglyceroly tvoří inkluzní sloučeniny s amylosou, a mají proto příznivý vliv na zpomalení stárnutí pečiva [2].



Obr. 1 Amylosa [12]

1.4 Enzymy

Představují velkou skupinu bílkovin, které fungují jako katalyzátory drtivé většiny biochemických reakcí. Například pekárenství, pivovarství, vinařství či sýrařství využívají

enzymy již celá staletí, aniž byla známá jejich existence. U enzymů nevyjadřujeme jejich obsah, nebo koncentraci, jak tomu bývá v chemii zvykem, ale jejich aktivitu, která nesouvisí pouze s množstvím, ale i se schopností enzymu za daných podmínek reakci katalyzovat. Zvyšování aktivity se říká aktivace, snižování aktivity inhibice. Ztrátu katalytické schopnosti (denaturaci) nazýváme inaktivací enzymu. V obilovinách jsou všeobecně známy enzymy, které hydrolyzují škrob – amylasy. V malém množství jsou obsaženy další enzymy. Z významnějších jsou to proteolytické enzymy, které hydrolyzují peptidické vazby bílkovin, lipasy, které hydrolyzují lipidy a oxidačně-redukční enzymy (lipoxygenasy), které oxidují zejména nenasycené mastné kyseliny z lipidů obilovin [2].

1.5 Lipidy obilovin

Obsah tuků v obilném zrně tvoří jen malý hmotnostní podíl. Tuk je obsažen především v klíčku a aleuronové vrstvě. Tuky chlebových obilovin jsou nažloutlé olejovité kapaliny, obsahující nasycené mastné kyseliny v množství 18 - 25 %. Z toho připadá podíl na kyselinu olejovou 16 - 18 %, kyselinu linolovou 48 - 57 % a kyselinu linoleovou cca. 5 %. V obilce obsažený tuk nemá větší technologický význam, protože klíčky bývají před zpracováním odstraňovány. V případě nevhodného skladování mouky může však dojít k hydrolyze tuků a nežádoucímu zvyšování kyselosti mouky. Žluknutí je způsobeno většinou vyšší vlhkostí obilí a rozvojem plísní produkujících lipasy.

Z fosfatidů jsou přítomny především fosfatidylcholin (lecitin) a fosfatidyletanolamin (kefalin). Během skladování vlhkého obilí dochází k uvolňování kyseliny fosforečné z fosfatidů působením enzymu glycerofosfatáza, čímž dochází ke zvyšování kyselosti. Dále řadíme mezi tuky i lipofilní barviva např. karotenoidy: žlutá, nebo červená barviva, z nichž nejvýznamnější je v pšenici obsažený xantofyl [10].

1.6 Minerální látky a vitamíny

Minerální látky se nachází v obilném zrně v rozmezí 1,5 - 2,5 %. Největší množství minerálních látek se nachází v klíčku a obalových vrstvách, především aleuronové. Popel je tvořen převážně oxidem fosforečným, nejčastějšími kovy jsou hořčík, draslík, vápník a železo. Základem pro hodnocení jakosti mouk se stalo různorodé rozložení minerálních látek v zrně [1].

Vitamíny se vyskytují především v obalových vrstvách a klíčku. Během mletí je klíček odstraňován, a zůstává pouze 1/3 původního obsahu vitamínů. Význam mají hlavně vitamíny skupiny B. Vitamín B_1 (*Thiamin*) a vitamín B_2 (*Riboflavin*) jsou obsaženy především v klíčku a aleuronové vrstvě [1].

1.7 Vlákna

Vlákna příznivě ovlivňuje fyziologické funkce trávicí soustavy. Udržuje zdravou funkci tlustého střeva, vytváří tělotvorné struktury, nabobtná a vyvolává dříve pocit nasycení. Vysoké množství vlákniny zvyšuje objem stolice a urychluje peristaltiku střev. Nedochází k zahnívání potravy ve střevech, která jsou dobře čištěna a navíc na sebe vlákna váže škodlivé látky, které pak z těla odvádí. Pomáhá tím proti chronickým zácpám i nádorům tlustého střeva, část potravy podléhá fermentaci až v tlustém střevě za produkce mastných kyselin s krátkým řetězcem (octová, máselná, propionová, aj.), které dodávají energii pro střevní mikroflóru. Zvyšuje se počet příznivých mikroorganismů (*Bifidobakterium*, apod.), což má vliv na absorpci a metabolismus konečných produktů (tuky, sacharidy, další látky). Vlákna zvyšuje nutriční hodnotu pekařských výrobků a má také vliv na senzoryckou jakost potravin. Doporučená denní dávka vlákniny je 30 g, z toho 6 g má připadat na vlákninu rozpustnou [1, 13].

Dle rozpustnosti ve vodě se vlákna rozdělují do dvou hlavních skupin: nerozpustná vlákna tzv. hrubá vlákna a rozpustná vlákna tzv. jemná vlákna. Rozpustná vlákna se skládá z rostlinných buněk, které mají schopnost ve vodě bobtnat a tím zvětšovat svůj objem. Nerozpustná vlákna sice vodu váže, ale nebobtná. Vlákna prochází střevem nezměněna, není trávena ani vstřebávána [14, 15].

1.8 Ostatní přísady

1.8.1 Voda

Voda, která se používá v potravinářském průmyslu, si vyžaduje mimořádnou pozornost. Pro potravinářskou výrobu se používá voda pitná. U pitné vody je nejdůležitější hledisko posouzení její zdravotní nezávadnosti. Nesmí obsahovat toxické, radioaktivní, ani jiné biologicky škodlivé látky, které by mohly i po delším čase jakkoliv poškodit organismus.

Kromě toho by měla pitná voda obsahovat i další látky, především stopové prvky, protože patří mezi základní složky lidské výživy [16].

Jedním z ukazatelů kvality vody je její tvrdost, což představuje obsah rozpuštěných vápenatých a hořečnatých složek, které mohou být za určitých podmínek příčinou značných inkrustací. Při mimořádné tvrdosti vody se doporučuje například zvýšení dávky droždí. Další charakteristikou vody je její kyselost nebo alkalita. Tento ukazatel může mít vliv i na vedení těst zejména kynutých droždím [1].

Voda používaná do pekařských těst by měla být středně tvrdá (normálně tvrdá s obsahem 120-180 ppm vápenatých a hořečnatých iontů). Kromě vody do těst a kvasů je potřeba vodu k výrobě páry. Tato voda má být co nejměkčí, aby přítomné soli nezanášely potrubí a trysky napařovacího zařízení [1].

1.8.2 Droždí

Dle platné legislativy jsou za pekařské droždí považovány kvasinky druhu *Sacharomyces cerevisiae* Hansen, získané biotechnologickým postupem množení čistých kvasničných kultur [2].

V pekárenské výrobě má droždí tři hlavní funkce:

1. Zvýšení objemu těsta kypřícími plyny, především oxidem uhličitým, který je konečným produktem fermentace.
2. Změny ve struktuře těsta.
3. Ovlivnění sensorických vlastností pečiva.

V průběhu fermentace vznikají v těstě vedle etanolu a oxidu uhličitého další metabolity, především aldehydy, ketony, alkoholy a jiné karboxylové sloučeniny, které přispívají významnou měrou k vůni a chuti pečiva [2].

Z ekonomických důvodů je nejvíce používané čerstvé lisované droždí. Vyrábí se v liberkách hmotnosti 500 a 1000 g. Může obsahovat až 74 % vody. Je nutné je uchovávat v chladu 4 - 6 °C, protože jinak velice rychle ztrácí svou aktivitu. Má omezenou trvanlivost na několik dnů (7 - 28). Pro trvanlivost jsou důležité podmínky během distribuce a skladování, neboť velmi rychle podléhá hnilobným procesům [1].

1.8.3 Sůl

Pod pojmem sůl se v pekárenské technologii rozumí chlorid sodný dodávaný v potravinářské kvalitě, pod pojmem kuchyňská sůl. Kuchyňská sůl je krystalický produkt, který obsahuje nejméně 97 % chloridu sodného v sušině.

Vlivy soli přidané do těsta se projevují v pekárenské technologii v několika směrech. Má značný vliv na reologické vlastnosti těsta. Přídavkem soli se ztužuje konzistence lepkové bílkoviny, a tím se podílí na stabilitě těsta. Dalším účinkem soli je ovlivnění chuti výrobku. Nejedná se jen o dosažení slané chuti, ale o dosažení „plné“ chuti výrobku. Významný vliv vykazuje přídavek soli na fermentaci těsta, nebo kvasných předstupňů. Snižuje se aktivita kvasinek, což se projeví snížením produkce CO₂, a tudíž pomalejším průběhem zrání. K dosažení popsaných efektů stačí poměrně nízké přídavky soli v množství 1-2 % na mouku. Z hlediska zdravotního není žádoucí zvyšování dávky jedlé soli nad tyto uvedené hranice, neboť vysoký podíl sodíkových iontů má nepříznivý vliv zejména pro hypertoniky [2].

2 RÉVA VINNÁ

Réva vinná (*Vitis vinifera*) je rostlina z čeledi révovitých. Její zralé plody (bobule) se používají především jako surovina pro výrobu vína a dalších nápojů, ale též k přímé konzumaci. Někdy se označuje též jako evropská réva nebo jako ušlechtilá réva. Réva vinná je liánovitá rostlina, pseudoliána (nikoliv však liána-ta se obtáčí po opoře vlastním tělem) pnoucí se po oporách, k nimž se přichycuje pomocí úponků. Mají-li možnost, pak jedinci divokých odrůd mohou ve volné přírodě dosahovat výšek až 30 m, přičemž průměr kmene u země může dosáhnout průměru až 1,5 m; jsou popsány případy, kdy rostlina dosáhla výšky až 43 m. Jedinci kulturních odrůd na vinicích, které vinaři nenechávají dožít takového stáří, dorůstají výšky nejvýše 4 m při průměru kmene do 50 cm. Listy jsou v zásadě okrouhlé, se třemi až pěti laloky o průměru do 15 cm. Borka kmene je světlehnědá a loupe se v dlouhých pruzích. Letorosty jsou sytější zabarvené, žlutohnědé nebo červenohnědé. Květy žlutozelené barvy vytvářejí bohaté laty. Kulturní odrůdy (*V. vinifera* subsp. *vinifera*) jsou jednodomé, divoké (*V. vinifera* subsp. *sylvestris*) jsou dvoudomé. Plodem jsou bobule kulovitého, vejčitého, nebo zaobleně válcovitého tvaru o průměru 0,4–1,5 cm a délce až 2,5 cm; u divokých odrůd bývají drobnější. Jejich barvy jsou velmi rozmanité, od zelené, zelenožluté, žluté po červenou až tmavofialovou [17]. Vinná réva patří mezi hodnotné ovoce. Hroznové víno obsahuje vitamin C a skupinu vitaminů B (kromě B12). Mají rovněž mnoho manganu, hořčíku a draslíku. Toto ovoce urychluje průchod moči ledvinami, močovým měchýřem a močovými cestami. Takto se vyplavují bakterie, které zapříčiňují záněty této oblasti organismu. Mají také větší množství fruktózy (ovocného cukru), takže nejsou příliš vhodné ve větší konzumaci pro diabetiky. Slupky hroznů jsou bohaté na vlákninu. Vláknina je nestravitelná část rostlinné potravy, která pomáhá pohybu potravy trávicí soustavou, vstřebává vodu a váže na sebe některé látky z potravy, jako například cholesterol. Chemicky se stává vláknina z neškrobových polysacharidů a několika dalších složek rostlin jako je celulóza, lignin, vosky, chitiny, pektiny a oligosacharidy. Vláknina je pro náš organismus velmi důležitá. Nutí střevo dostatečně pracovat, tím pádem odstraňuje zácpu, zbavuje tělo jedovatých látek a váže i látky tukové [18].

2.1 Hroznová jádra a jejich výtažky

Zrníčka vinné révy (*Vitis vinifera*) mají vysoký obsah prokyanidinů - což jsou oligomerní proantokyanidiny OPC, známé jako bioflavonoidy nebo flavonoidy. Červené víno je bohatým zdrojem polyfenolů (4 – 5 %), - antokyanů, katechinů, proantokyanidů, flavonolů, stilbenů. Proanthokyanidiny patří mezi nejsilnější antioxidanty, které chrání tělesné buňky před poškozením nestabilními molekulami kyslíku, jimž říkáme volné radikály [19]. Jako antioxidanty označujeme všechny přírodní i syntetické látky, které svou přítomností zpomalují, až potlačují nežádoucí reakce [20]. V užším smyslu se jako antioxidanty označují látky, které inhibují autooxidaci tím, že přeruší řetězovou radikálovou reakci [8]. Semínka se získávají z tzv. výlisků (výpresků či matolin - odpadů bez ceny) po vylisování hroznové šťávy (moštu) separací mokrou cestou v zařízení podobném pračce. Dužnina a slupky se mechanicky oddělí od jader na sítích vhodné velikosti ok promýváním vodou, nebo suchou cestou po vysušení matolin se na sítích opět oddělí jádérka od mechanicky oddělitelných měkkých částí. Jáderka se tedy získávají z odpadní biomasy, která se většinou kompostuje, skládkuje nebo spaluje - její cena je tedy zanedbatelná.

Výtažek z jader hroznového vína je svými antioxidačními vlastnostmi často účinnější než vitamin C nebo E a dokáže udělat mnoho dobrého pro ochranu zdravého srdce a pro snížení rizika rakoviny. Výtažek z drobných jader tmavých hroznů se stal jedním z hlavních přírodních léků v Evropě [18, 19, 21, 22].

Výtažek z hroznových jader má pozitivní vliv na krevní cévy. Není náhoda, že účinné složky tohoto výtažku jsou klíčovými součástmi jednoho z nejčastěji předepisovaných léků na vaskulární poruchy v západní Evropě. Výtažek z hroznových jader obsahuje dvě složky, jednu rozpustnou v tucích a jednu rozpustnou ve vodě, může proto pronikat všemi typy buněčných membrán a uplatňovat antioxidační ochranu ve všech tkáních. Je tedy jednou z těch několika látek, které mohou procházet mozkovou krevní bariérou z krve do mozku. Znamená to, že může chránit před poškozením volnými radikály i mozkové buňky [23].

Svou velmi účinnou schopností posilují dobrý stav krevních cév, čímž může výtažek z hroznových jader nejen snižovat riziko srdečních a mozkových příhod, ale zároveň i posilovat slabé nebo křehké vlasečnice a zvyšovat průtok krve především končetinami. Proto ho mnozí odborníci považují za prospěšný doplněk při téměř všech typech cévní

nedostatečnosti a při stavech spojených se sníženou odolností cév. Je to hlavně u cukrovky, křečových žil, některých typů impotence, snížené citlivosti a brnění paží a lýtek. Ovlivňuje také občasně křeče v lýtkách. Výtažek z hroznových jader účinkuje i na nejtenčí krevní cévy-vlásečnice, takže může příznivě působit na krevní oběh v očích. Bývá často doporučován jako potravinový doplněk proti degeneraci žluté skvrny (makromolekulární degenerace) a u katarakty, dvěma nejčastějším příčinám slepoty u starších lidí. Příznivě se může také projevit u lidí pravidelně pracujících na PC. Mnozí léčitelé dnes doporučují výtažek z hroznových jader pro jeho protirakovinné účinky. Svým antioxidačním účinkem upravuje poškození genetického materiálu, který by mohl potencionálně vést k nádorovému bujení [23].

Výtažek z hroznových jader pomáhá uchovat a zesilovat kolagen v kůži, takže se často přidává do kosmetických krémů upravujících elasticitu kůže. Dalším příznivým účinkem je zklidnění alergických projevů. Potlačuje totiž uvolňování látek vyvolávajících alergickou reakci, především histaminu, což zase pomáhá zvládnout pestré alergické projevy od senné rýmy po kopřivku. Výtažek také blokuje uvolňování prostaglandinů, chemických látek účastnících se při vzniku alergických reakcí, bolestivých stavů, zánětů a menstruačních poruch, hlavně endometriózy [23].

Olej z hroznových jader (který se od výtažku liší) může být rovněž prospěšný. Olej podávaný při denní stravě zvyšuje HDL (prospěšný cholesterol), může být používán místo jiného oleje při vaření [23].

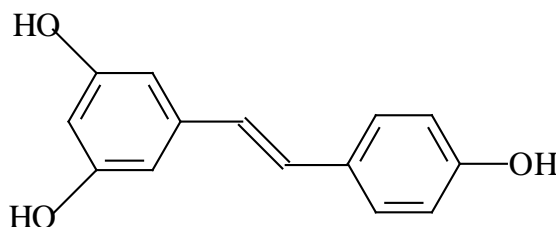
Zásobení přirozeným prokyanidem skrz denní výživu se zdá být nejlepší cestou. Vedle oleje z hroznových jader lisovaného za studena je vhodné obohatit jídlo moučkou z hroznových jader, např. v nudlích, chlebu [24].

Olej z hroznového vína lisovaný za studena je jedinečný svou léčebnou silou. Používáním oleje se u všech pacientů zmírnilo svědění a u šupinatých a popraskaných částí kůže dochází k rychlému a trvalému zlepšení. Také aplikace oleje na menší poranění pozitivně ovlivňuje jejich hojení. Již ve středověku používaly zámožné paní olej z hroznových jader jako zkrášlující prostředek, neboť bylo známo, že tento olej udržuje pleť zdravou, vitální a jemnou. Ještě dnes používají lékárníci za studena lisovaný olej z hroznových jader jako základ pro masti a krémy předepsané kožními lékaři a před nedávnem byl tento olej znovuobjeven pro kosmetiku pro náročné pokožky [24].

2.1.1 Resveratrol

Resveratrol (3, 5, 4'- trihydroxystilben) je obsažen v celé řadě rostlin. Řadíme jej mezi fytoalexyny, což jsou sekundární metabolity rostlin, jež jsou tvořeny v rostlině jako odpověď na stresové situace [25]. Takový případ nastává např. při napadení hroznů plísní *Botrytis cinera*, kdy se vytvoří bariéra resveratrolu v okolí napadeného místa [26]. Resveratrol se tvoří u hroznů révy vinné ve slupkách a stresem se jeho množství zvyšuje. Resveratrol se vyskytuje v cis a trans formě, přičemž trans forma je biologicky účinnější [25].

Resveratrol ovlivňuje metabolismus lipidů a inhibuje srážlivost krevních destiček. Předpokládá se, že díky své schopnosti inhibovat androgení receptory má pozitivní vliv na prevenci rakoviny prostaty. Některé výzkumy naznačují, že dokáže zesílit účinek některých antirotavirových léčiv. Resveratrol patří mezi silné antioxidanty a jako antioxidant vykazuje široké protektivní působení na buňky, tkáně, orgány a celý organismus. Mimo jiné se uvádí jeho schopnost bránit stárnutí buněk a organismu nebo zpomalovat proces degenerace mozku při některých neurologických onemocněních např. Alzheimerova choroba aj. Má rovněž preventivní účinky proti kardiovaskulárním onemocněním, pomáhá při cukrovce a zánětům. Pro své vlastnosti se doporučuje používat olej, nebo také moučku z hroznových jader: ve zdravé výživě, při léčbě a prevenci srdečně cévních onemocnění, při stresu a sportovním zatížení. Jako antioxidant tlumí stárnutí buněk, redukuje záněty a otoky. Olej také urychluje hojení povrchových zranění [27].

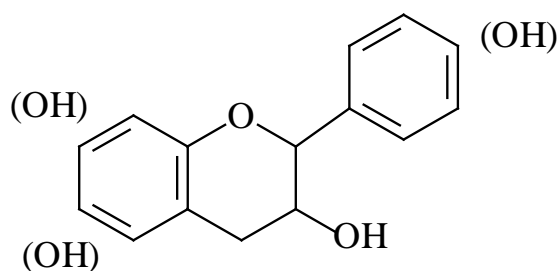


Obr. 2 Resveratrol [28]

2.1.2 Flavonoidy

Flavonoidy tvoří velmi početnou skupinu přírodních látek obsažených v různých částech vyšších rostlin, zejména v listech, květech a plodech. Jejich přítomnost v rostlinné říši je známa botanikům a rostlinným fyziologům po dobu několika století, objev jejich chemické identity se datuje do první poloviny 19. století. Ke znalosti funkce a významu v rostlinném organismu se dospělo mnohem dříve, nežli bylo dosaženo vědeckého poznání jejich farmakologických účinků [29].

Mezi hlavní skupiny flavonoidů ve výživě člověka patří flavanoly, flavanony, flavony flavonoly, proantokyanidiny, kyanidiny a izoflavonoidy. Velká část flavonoidů je glykosylována. Navázaný cukr bývá glukosa, rhamnosa, méně často galaktosa, arabinosa, xyloza, glukuronová kyselina a další cukry. Obvykle je navázána jedna cukerná jednotka, ale mohou být i dvě, tři či více. Cukry mohou být dále substituovány např. malonylovou skupinou [28].



Obr. 3 flavanoly [28]

Flavonoidy (označované jako bioflavonoidy) patří mezi tzv. polyfenolické sloučeniny, které se vyskytují jako přirozená barviva v rostlinách. Flavonoidy a z nich odvozené fenolické kyseliny jsou látky vysoce zdraví prospěšné, jak bylo dokázáno řadou vědeckých a odborných studií a hrají základní roli v lidské výživě a v prevenci výskytu řady onemocnění.

Flavonoidy jsou nesporně velmi aktivní, silné antioxidanty. Zabraňují peroxidaci lipidů a úspěšně blokují zejména oxidaci cholesterolu s nízkou hustotou (LDL), tzv. "špatného" cholesterolu - oxidovaný cholesterol a další lipidy jsou příčinou tvorby tukové usazeniny kašovitě konzistence na stěně tepen, tedy jejich "kornatění", likvidují volné radikály a inaktivují některé kovy (železo, měď), které vznik volných radikálů podporují.

Příznivé působení flavonoidů v metabolismu HDL a LDL cholesterolu v kombinaci s čistým squalinem vytváří značnou ochranu před vznikem aterosklerózy – snižuje riziko usazování cholesterolu v cévách a udržuje je pružné a v důsledku tak chrání před infarktem myokardu a náhlou mozkovou příhodou (mrtvicí).

S jejich antioxidační funkcí souvisí i jejich další příznivé působení na cévní systém. Flavonoidy snižují nebezpečí vzniku trombóz (vytvoření krevní sraženiny) a působí preventivně proti infarktu myokardu i proti případům mozkové mrtvice. Jejich účinek je významný i při odstraňování projevů chronické žilní nedostatečnosti (pocit těžkých nohou, otoky, křečové žíly, ekzémy a konečné stádium - bércový vřed).

Protirakovinný (antikarcinogenní) účinek flavonoidů se projevuje i tím, že přímo zabraňují růstu rakovinných buněk a zabíjejí je. Cytotoxicita flavonoidů, tj. schopnost zabíjet buňky, se projevuje i vůči buňkám bakteriálním, takže flavonoidy účinkují i proti infekcím: jednak mohou zastavovat růst mikroorganismů (tzv. bakteriostáze), jednak buňky mikrobů skutečně zabíjet (mají antibiotický efekt). Byl prokázán i protivirový a protizánětlivý účinek bioflavonoidů [19].

2.1.3 Anthokyaniny

Anthokyaniny jsou rostlinná barviva, která se rovněž označují jako anthokyaniny, anthokyaniny nebo antokyaniny. Patří mezi nejrozšířenější skupinu rostlinných pigmentů rozpustných ve vodě a v mnoha případech nositeli barevnosti různých druhů květů, ovoce, zeleniny a výrobků z nich. Vzhledem k tomu, že jejich stavba je charakterizována uhlíkatým skeletem $C_6-C_3-C_6$, jsou řazeny mezi flavonoidní rostlinné fenoly. Barevný odstín a stabilita anthokyaninů jsou funkcí jejich vnitřní stavby a vnějších faktorů, a proto je pro ně charakteristická široká škála barevných odstínů od tmavě modrých a fialových, přes červené a růžové až po oranžové tóny. Anthokyaniny se během dozrávání plodů rodu *Vitis* hromadí v hypodermální buněčné vrstvě slupky bobulí u tzv. barvířek také v jejich dužině a způsobují zbarvení od světle červených až šedých až do tmavě modrých odstínů [30].

Přirozeně se vyskytující anthokyaniny jsou heteroglikosidy, skládající se z cukerné složky a aglykonu. Anthokyanidiny jsou polyhydroxyderiváty a polymethoxyderiváty 2 fenylnbenzopyryliového nebo také flavyliového kationu. V přírodě existuje celkem 15 významných anthokyanidinů. Za strukturální modifikace anthokyaninů a šíři jejich

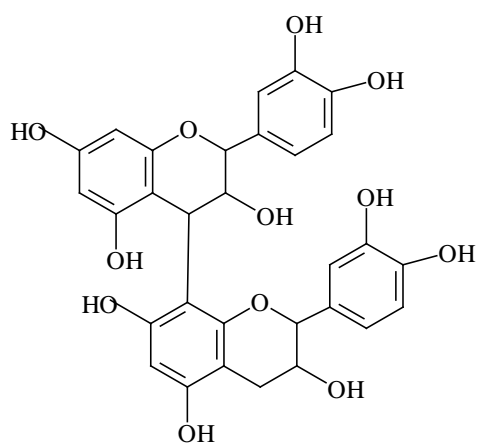
vybarvení v rostlinné říši je odpovědná zejména vysoká reaktivita aglykonu. Samotná cukerná složka, případně typ její acylace, má nepatrný účinek na reakce vyvolávající strukturální změny. Pouze umístění cukerné složky v molekule anthokyaninu hraje podstatnou roli. V přírodě se vyskytující anthokyaniny jsou vždy glykosidovány v poloze C-3. Cukerná složka anthokyaninů je zástupcem různých monosacharidů (zejména D-glukosa, L-rhamnosa, D-galaktosa, D-xylosa). Anthokyanidiny jsou obecně nestabilní a méně rozpustné ve vodě než anthokyaniny [30].

2.1.4 Proantokyanidiny

Proantokyanidiny jsou polymerní flavanoly. Jsou přítomny v rostlinách jako komplexní směsi polymerů s průměrným stupněm polymerace 4-11. Vyskytují se také vázány esterově s kyselinou galovou nebo ve formě dvojité spojených dimerů. Jejich struktura je velmi složitá, ale přesto v poslední době dochází ve výzkumu těchto látek k strmému rozvoji, v souvislosti se zdokonalováním separačních a identifikačních metod.

Vykazují astringentní účinky a výskytem jsou obvykle asociovány s flavanolovými katechiny. Běžným zdrojem jsou jablka, hrušky, hrozny, červené víno [30]. Semena hroznů (*Vitis vinifera*) jsou zejména bohatým zdrojem proantokyanidinů a proantokyanidiny představují hlavní typ polyfenolů v červeném víně. Tyto proantokyanidiny hroznových jader jsou převážně dimery, trimery, vysoce polymerované oligomery a monomerní katechiny [31].

Proantokyanidiny jsou snadno dostupné jako extrakt hroznového semínka a tento extrakt se používá spíše než jednotlivé složky při analýzách s chemopreventivními účinky. Některé ze složek přítomných v extraktu mohou působit synergicky, a tak být více účinnější v extraktu než jakékoli jednotlivé složky. Mohou mít chemoterapeutický účinek při migraci rakovinné buňky u plic lidí, tak při migraci nádorových buněk, které jsou významným činitelem v metastatické kaskádě rakoviny [32].



Obr. 4 proantokyanidin A [28]

3 TECHNOLOGIE PŘÍPRAVY TĚST

Příprava těsta je jednou z nejdůležitějších technologických operací. Vytváří se při ní základní předpoklady pro získání jakostního výrobku. Kvalitu výrobku předurčuje několik základních charakteristik: surovinné složení, vytvoření správně koloidně-chemického systému těsta se správnými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi. Největší část pečárenských výrobků je založena na vytvoření těsta z tradičních surovin, mouky a vody s přídavkem soli. V suchém zrně se žádné z přírodních polymerů, bílkoviny, škrob ani rozpustné pentosanové polysacharidy nevyskytují v prostorově spojitě struktuře, která by prostupovala celým objemem. Teprve po přidání vody začíná bobtnání těchto složek [2].

3.1.1 Hnětení těsta

Chlebové těsto se mísí z příslušného množství zralého kvasu, z mouky, vody a soli. Z žitné mouky se vyrábí kvas, pšeničná mouka se přidává do těsta. Pokud je v receptuře chleba vyšší podíl žitné mouky, popř. několik typů mouk, dávkuje se do těsta směs žitné a pšeničné mouky, která musí být předem pečlivě promíchána. Obsah vody v těstě má odpovídat vaznosti použité směsi mouk. Dávka vody do těsta bývá velmi nízká, protože většina vody se dávkuje už do řídkých kvasů. Část vody do těsta se někdy používá k rozpuštění soli, popř. k rozptýlení dalších přísad (droždí, syrovátky aj.), aby těsto bylo homogenní.

Dávka vody do těsta může být ovlivněna i mimořádnou kvalitou mouky (slabé mouky vyžadují méně vody, silné více). Dávka soli do těsta bývá 1,6 až 1,8 % na hmotnost veškeré zpracované mouky. Do těsta se dávkuje sůl jemnozrná, a to buď v pevném stavu, nebo ve formě nasyceného solného roztoku. Pořadí surovin při periodickém mísení se volí tak, aby mísení bylo co nejkratší. Zpravidla se do díže k odváženému kvasu přidává nejprve mouka a během mísení se přidává voda a sůl [33].

3.1.2 Zrání těsta

Těsto na žitnospšeničný chléb zraje za běžných provozních podmínek kolem 30 minut. Pokud však vyrábíme speciální chleby s rozdílnými recepturami, může být doba zrání odlišná. Ovlivňují ji hlavně následující faktory:

1. teplota těsta a teplota prostředí
2. podíl kvasu v těstě

3. výtěžnost kvasu
4. podíl žitné a pšeničné mouky
5. typ použité mouky nebo směsi mouk
6. kvalita mouky

Důležité je, aby těsto zrálo v klidném prostředí bez průvanu, bez kolísání teploty. Stupeň zralosti posuzuje zkušený pekař smyslově podle narůstání objemu a konzistenci hmatem [34].

3.1.3 Dělení a tvarování chlebových těst

Zralé těsto se dělí na kusy předepsané hmotnosti, ty se ztužují a posléze tvarují na podlouhlé večky nebo okrouhlé bochníky. Uvedené operace lze provádět ručně nebo (částečně) strojově.

Při ručním zpracování se těsto z díže krájí na řezy, jejichž hmotnost nutno kontrolovat vážením. Tyto řezy se pak několikrát – nejméně dvakrát – ztužují čili „narážejí“, aby se těsto homogenizovalo a částečně zbavilo kypřicího plynu. Ztužováním a následným válením se vytvoří na povrchu těstového kusu kompaktní pružná blanka, schopná odolávat tlaku kypřících plynů během dalšího kynutí. Při stáčení bochníků a vyvalování vek se nesmí používat nadměrného množství mouky, jinak vznikají různé tvarové vady chlebů.

Pro strojní tvarování je třeba těsta připravovat poněkud tužší. Mechanizované tvarovací linky na chléb sestávají z dělicího, skulovacího a vyvalovacího stroje, na něž navazuje kynárna. Skulovací a vyvalovací stroj plní zároveň funkci ztužování.

Dělení a tvarování chlebových těst musí probíhat rychlým tempem, aby nebyly velké rozdíly ve stupni zralosti mezi prvními a posledními bochníky z jedné díže [33].

3.1.4 Kynutí těst

Vytvarované bochníky či večky kynou v ošatkách (rákosových, slaměných či z plastické hmoty), vysypaných buď žitnou chlebovou moukou nebo škrobem. Tradiční rákosové ošatky se s těstovými kusy ručně ukládají na prkna vozíků a po vykynutí se opět ručně vyklápějí na sázecí stůl pece či na vysunutý pečící pás nebo na lopatu (při ručním osazování sázecí pece). Chléb může kynout buď volně – v prostoru dílny (nesmí být ovšem vystaven průvanu), nebo v kynárně. V malých pekárnách bývají kynárny komorové, kde

těsto v ošatkách kyne opět na vozících. V moderních velkopekárnách jsou instalovány průběžné skříňové kynárny, v nichž se ošatky mechanicky posunují po určité regulovatelné dráze k výpadu. Prostředí, kde chléb kyne, by nemělo mít teplotu o mnoho vyšší než 30 °C a relativní vlhkost vzduchu o mnoho vyšší než 70 %. Při nadměrném množství páry v kynárně nebo při vysoké teplotě dochází k nerovnoměrnému kynutí těstového kusu – povrchové partie jsou překynuté a vnitřní nedokynuté, což se opět projeví vadami pórovitosti a tvaru chleba. Doba kynutí se pohybuje od 30 do 55 min [33].

3.1.5 Pečení chleba

Nakynuté těstové kusy se po případném zavlažení sázejí do pece. Zapékání chleba probíhá v parovzdušné směsi s minimálním obsahem páry 70 % při teplotě 240 – 260 °C. Množství páry a doba jejího působení se řídí podle typu pece a podle druhu chleba. Doba působení páry obvykle činí 2 až 3 minuty. Chleba se dopéká v prostředí bez páry při otevřených tazích. Během pečení se teplota pece snižuje na cca 200 °C, aby bylo dosaženo rovnoměrného propečení. Doba pečení chleba se řídí dle hmotnosti, tvaru a druhu zpracované mouky. Po upečení se chléb ponechá chladnout a vychladlý se buď krájí, balí nebo přímo expeduje nebalený [34].

3.2 Reologické vlastnosti těst

V pekárenské technologii, kde se pracuje s těsty, hrají významnou roli v utváření kvalitního produktu mechanické vlastnosti surovin a poloproduktů. Proto se v metodách hodnocení surovin, i produktů rozsáhle využívá metod a přístrojů založených na měření reologických vlastností. Konečné vyhodnocení je založeno na znalosti vztahů mezi objektivně měřitelnými reologickými veličinami a výslednou technologickou nebo spotřebitelskou kvalitou materiálů. Reologické ukazatele mnohem lépe vystihují zpracovatelskou kvalitu a texturní vlastnosti, než analytická stanovení [2].

Obecná reologie je jedním z odvětví fyziky a zabývá se fyzikálním a materiálním popisem chování látek za deformace jak při podmínkách dynamických (v průběhu deformování), tak statických (deformovaný stav se dále nemění vnějšími silami). Studuje vztahy mezi třemi veličinami:

1. napětím - jemuž je materiál vystaven
2. velikostí deformace materiálu
3. časem, resp. kombinací posledních dvou tj. rychlostí deformace (velikost deformace za čas).

Reologické vlastnosti materiálu mají přímou souvislost s jeho zpracovatelskou a spotřebitelskou kvalitou. Kvalitu těsta můžeme tak charakterizovat popisem jako obecně vyjádřených reologických vlastností, ale především je potřebujeme posuzovat s ohledem na změny chování při dalším mechanickém, biologickém a tepelném zpracování [2].

Reometrie – reologické měření má za úkol objektivizovat metody měření reologických vlastností. Reologické vlastnosti pšeničného těsta pružnost, tažnost a stabilita ovlivňují výrobní operace v pekárnách a mají významný vliv na spotřebitelskou kvalitu pekařských výrobků [35].

Reologické sledování těsta nám odhalují fyzikální chování těsta, na které je působeno vnější silou. Toto chování je opět především závislé na viskoelastických vlastnostech lepkové bílkoviny [36].

3.2.1 Fyzikální podstata tvorby těsta

Pšeničné těsto patřilo mezi první z potravinářských materiálů, jejichž reologické materiály se sledovaly. Základem těsta je mouka, voda a sůl. Při míchání mouky a vody částice mouky (především bílkoviny a pentosany) zvolna hydratují. Hnětením dochází ke vzájemnému styku molekul bílkovin a hydratovaných polysacharidů, což přispívá k jejich orientování a tvorbě příčných vazeb. Tím se vytváří trojrozměrná síť, dávající elasticitu pšeničnému těstu. Kromě toho vzniká z nabobtnalé bílkoviny a příp. polysacharidů gel, který umožňuje těstu vykazovat viskózní tečení. V počátečních fázích tvorby těsta je pro jeho stavbu rozhodující bílkovinná složka a u žitných těst pentosanové polysacharidy. Škrobová zrna přijímají pozvolna vodu a později částečně bobtnají, ale jejich mazovatění a spojování probíhá zejména v závěrečných fázích výroby při pečení, kdy naopak bílkoviny

uvolňují vodu. Při mechanickém hnětení se postupně mění tekutost, tuhost a elasticita v důsledku zpevňování trojrozměrné bílkovinné fáze. Vnější vzhledem se těsto stává jemnější a zdánlivě homogennější. V době optimálního vyhnětení klade těsto nejvyšší odpor vůči deformaci (napínání). Při přehnětení – překonání optima hnětení – se stává povolnější, lepivé a na povrchu a ztrácí elasticitu. Vzhled povrchu je sice jemný, ale po zastavení hnětení se povrch jemně orosí a získává lesklý vzhled. V průběhu zrání a kynutí přispívají k bobtnání a změnám chemickým vazeb činnost enzymů a účinky organických kyselin. Je-li žádoucí ještě další mechanické promíchání, provádí se po určité době tzv. přetučení. To umožní pokračovat průběhu celé řady chemických reakcí, jejichž důsledkem je mj. dosažení žádoucích reologických vlastností těsta (zpevnění prostorové sítě založené hlavně na příčných disulfidických vazbách mezi bílkovinnými řetězci, zvyšování tažnosti těsta) [37].

3.3 Senzorické hodnocení potravin

Senzorickou analýzou rozumíme hodnocení potravin bezprostředně našimi smysly včetně zpracování výsledků lidským centrálním nervovým systémem. Analýza probíhá za takových podmínek, kdy je zajištěno objektivní, přesné a reprodukovatelné měření.

Vlastnosti potravin je možné hodnotit fyzikální nebo chemickou analýzou. Těmito metodami se však stanoví jen vlastnosti potravin, které odpovídají podnětům při senzorické analýze. Senzorickou analýzou se však stanoví nikoli podněty, ale vjemy, u nichž se také uplatňuje zpracování v centrální nervové soustavě, takže výsledky senzorické analýzy nejsou srovnatelné s výsledky fyzikální nebo chemické analýzy a nedají se jimi nahradit.

Při senzorickém hodnocení člověk hodnotí potraviny komplexně s použitím všech smyslů. Teprve školením je schopen rozpoznávat jednotlivosti. Při senzorické analýze potravin jsou používány vjemy zrakové, sluchové, chuťové, čichové, taktilní, kinestetické, teplotní a bolesti. Každá z těchto stránek sestává z řady jednodušších vlastností. Podstatnou součástí hodnocení je zpracování podnětu na vjem v centrální nervové soustavě

Psychika člověka je uzpůsobena tak, že nejprve hodnotí přijatelnost, příjemnost vjemu. Takové hodnocení se nazývá hedonické a je poměrně jednoduché. Teprve při dalším posuzování vzorku si člověk také všimá intenzity vjemů a toto hodnocení se nazývá

intensitní. Je podstatně obtížnější než hodnocení hedonické, vyžaduje více pozornosti a zkušenosti a je mnohem namáhavější.

Z celkového hlediska lze rozlišit dva druhy sensorického hodnocení, a to hodnocení intenzity určitého znaku a hodnocení příjemnosti, neboli hedonické hodnocení [37].

3.3.1 Sensorické hodnocení textury potravin

Při hodnocení textury potravin se vzorek zkoumá nejprve mezi prsty jedné ruky nebo obou rukou, eventuálně mezi prsty a dlaní. Při těchto operacích se uplatňují jak taktilní, tak i kinestetické receptory. Po prozkoumání v ruce se vzorek vloží do úst a sledují se změny při ukousnutí, kdy ještě sousto nepříjde do styku se slinami, dále při žvýkání, kdy se sousto rozmělnuje, mísí se slinami a postupně zahřívá na teplotu ústní dutiny. Poslední fází je polykání, protože je normálně polykání automatický proces, je potřeba určitá zkušenost, aby si hodnotitel tohoto stadia všiml. V ústech se také zkoumá tvar předmětu a jeho změny, ale také charakter povrchu a jeho změny a to taktilním smyslem, kdežto tvrdost a další vlastnosti kinestetickým smyslem. U jiných vlastností se vyjadřuje jen stupeň, např. žvýkatelnost snadná nebo obtížná, polykání hladké nebo obtížné. Hmatové charakteristiky jsou u některých potravin velice důležité např. u chleba nebo pečiva jsou špatné texturní vlastnosti daleko častějším zdrojem stížností než chuť [37].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo zjistit vliv přídavku mouky z révy vinné na sensorické a reologické vlastnosti chleba.

V rámci reologických měření byl sledován vliv přídavku mouky z révy vinné na viskoelastické vlastnosti těst a následně i hotového upečeného výrobku.

Z pohledu chemické analýzy byl sledován vliv přídavku mouky z révy vinné na pH a sušinu pšeničného těsta.

Pro zjištění jejich vlivu na kvalitu konečného výrobku, budou provedeny testy sensorické analýzy.

Pro dosažení tohoto cíle jsou stanoveny následující úkoly:

- teoreticky popsat složení pšeničné mouky, ostatních přísad a popsat vliv révy vinné
- vyrobit pšeničná těsta s použitím definované mouky z révy vinné
- provést základní chemické rozbory: pH, sušiny
- provést měření reologických vlastností na základě sledování viskoelastických vlastností
- provést „pekařské pokusy“ s cílem ověřit kvalitu výrobků vyrobených z těchto těst
- provést sensorickou analýzu a reologická měření vyrobených vzorků chleba

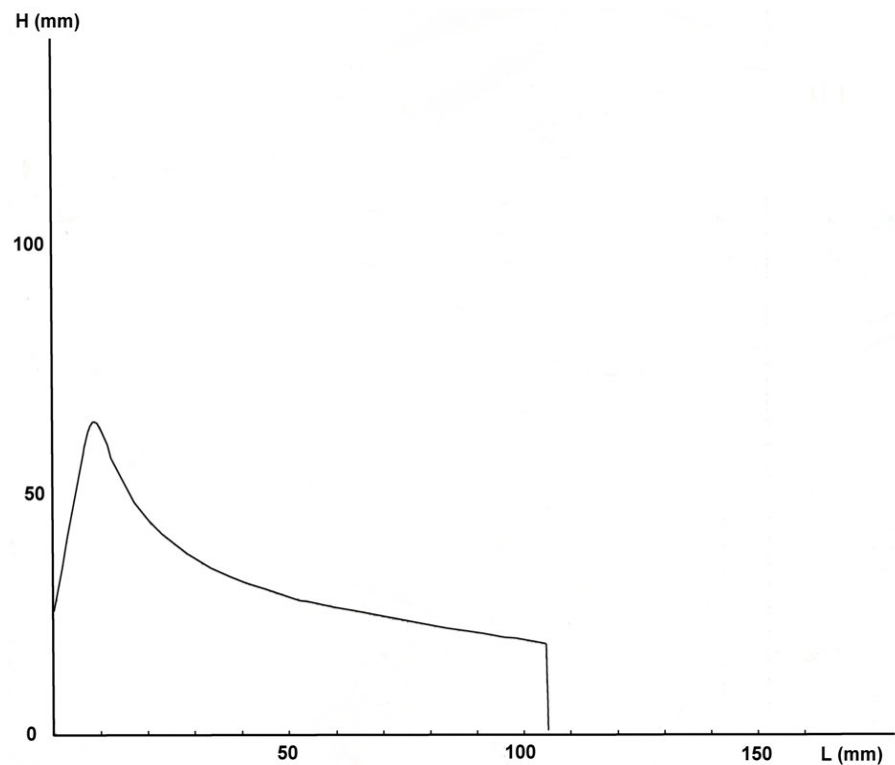
4.2 Materiál pro výrobu

4.2.1 Suroviny pro přípravu těst

1. pšeničná mouka T 512

Tab. 1 Parametry pšeničné mouky T 512

Vlhkost	Vlhkost	13,50 %
Popel	Obsah minerálních látek	0,55 %
Lepek	Obsah mokrého lepku v sušině	34,10 %
Pádové číslo	Pádové číslo	296 s
P/ALVEO	Přetlak (Souvisí s odporem těsta k deformaci a vyjadřuje se v mm)	71 mmH ₂ O
L/ALVEO	Tažnost (Určí se z průměrné vzdálenosti na ose x a odpovídá okamžiku prasknutí bubliny)	105 mm
W/ALVEO	Deformační energie (Je energie potřebná k nafouknutí bubliny těsta do prasknutí)	218 10E - 4J
P/L/ALVEO	Konfigurace alveografické křivky P/L:	0,68
Le/ALVEO	Stupeň elasticity	49,50 %



Obr. 5 Alveografická křivka mouky T 512

2. Chlebová směs s moučkou z hroznových jader

Složení: pšeň, mouka, sojový škrob, moučka z hroznových jader 7 %, slunečnicová jádra, lepek, žitná mouka, lněné semínko, slad, sůl, sušené kvasnice.

Dovozce: BJ. Vitis s.r.o., Běhounská 108/7, 602 00 Brno

Výrobce: Německo VITIS AG, Trittenheim

3. Jadérka z révy vinné

Výrobce/dodavatel BJ-Vitis s.r.o., Běhounská 108/7, 602 00 Brno

4. Chlorid sodný

LomaSalt RS 50 Extra

Výrobce: Faravelli s.r.o., Zelený pruh 95/97, Praha 4

5. Droždí

Složení: Čistá kmenová kultura *Saccharomyces cerevisiae*

Výrobce: Paniform, Uniform, Werne, Germany, GmbH&Co

6. Voda

7. Kmín

Výrobce: ROLS Lešany, spol. s.r.o. Lešany 173

4.2.2 Technologický postup výroby

1. Příprava těsta pro výrobu chleba

Jednotlivé suroviny byly naváženy na vahách při teplotě 28 °C a relativní vlhkosti 60 - 70 % podle následující receptury.

Tab. 2 Množství surovin na jednotlivé vzorky chleba

Vzorek	Mouka pšeničná [g.kg ⁻¹]	Mouka z révy vinné [g.kg ⁻¹]	Voda [ml.l ⁻¹]	Sůl [g.kg ⁻¹]	Kvas [g.kg ⁻¹]	Droždí [g.kg ⁻¹]	Kmín [[g.kg ⁻¹]
Kontrola	1000	0	660	35	200	30	3
Vzorek 1	980	20	660	35	200	30	3
Vzorek 2	960	40	660	35	200	30	3
Vzorek 3	940	60	660	35	200	30	3
Vzorek 4	920	80	660	35	200	30	3
Vzorek 5	900	100	660	35	200	30	3
Směs			500				

Suroviny byly promíchány (mimo vodu) a následně vloženy do hnětacího stroje.

4.2.3 Hnětení těsta

Hnětení bylo prováděno ve spirálovém hnětači (ALBA, spol. s.r.o., Hořovice, ČR). Doba míchání byla cca. 10 minut. Voda byla po částech postupně přidávána ke vznikajícímu těstu.

4.2.4 Dělení a tvarování těst

Vyhnětené těsto bylo ručně rozděleno na jednotlivé kusy o hmotnosti 750 g. Tyto se musely dvakrát až třikrát přetužit, aby došlo k uvolnění kypřícího plynu. Takto upravené těsto se zpracovalo do požadovaného tvaru a umístilo do ošatek.

4.2.5 Kynutí těst

Kynutí probíhalo v kynárně (KA-E1V, Kornfeil, spol. s.r.o. Čejč, ČR) po dobu 55 minut při teplotě 35 °C a relativní vlhkosti 70 - 80 %.

4.2.6 Pečení

Vykynuté bochníky byly vyklopeny z ošatek na připravený plech a vloženy do pece (Rotační plynová pec Rotomax, Kornfeil, spol. s.r.o. Čejč, ČR). Celková doba pečení byla 34 min. Pečení se skládalo ze tří fází.

1. začátek pečení: $t = 240$ °C, pečení s párou (3,5 l vody na páru po dobu 1 min.)
2. 3-31 minuta: $t = 180$ °C, pečení bez páry
3. 32-34 minuta: $t = 220$ °C, pečení bez páry

4.3 Popis experimentu

V rámci této diplomové práce byl zkoumán vliv přídavku mouky révy vinné na reologické a senzorické vlastnosti modelových výrobků chleba.

Při zkoumání reologických vlastností a pro senzorickou analýzu bylo připraveno sedm vzorků těst. Kontrolní vzorek byl připraven z mouky, vody, soli, kmínu. Poté byla přidávána mouka z révy vinné (BJ-Vitis s.r.o., Běhounská 108/7, 602 00 Brno) v množství 20 g.kg⁻¹, 40 g.kg⁻¹, 60 g.kg⁻¹, 80 g.kg⁻¹, 100 g.kg⁻¹. Poslední vzorek byla předpřipravená chlebová směs s moučkou z hroznových jader (Traubenkern Brot, Backmischung, BJ-Vitis s.r.o., Běhounská 108/7, 602 00 Brno).

4.4 Chemická analýza

4.4.1 Stanovení obsahu vody

Stanovení celkového obsahu vody do konstantní hmotnosti bylo prováděno dle normy ČSN 560116-3 (1995). Stanovení bylo opakováno dvakrát (3 stanovení v každém opakování) a uváděno jako průměr \pm směrodatná odchylka.

4.4.2 Stanovení aktivní kyselosti

Aktivní kyselost byla stanovována u každého vzorku pomocí vpichového pH metru (Gryf 209 S) při teplotě 22 ± 1 °C. U jednotlivých vzorků bylo každé měření prováděno třikrát. Stanovení aktivní kyselosti bylo prováděno ve dvou opakovaných měřeních a uváděno jako průměr \pm směrodatná odchylka [38].

4.5 Senzorická analýza

Senzorická analýza byla provedena vybranými pracovníky pekárny Topek, s.r.o., Topolná. Vzorky byly podávány anonymně při pokojové teplotě 22 ± 1 °C. Prvním testem byl pořadový preferenční test. Posuzovatelům byla předložena série sedmi vzorků chleba, které seřadili od nejpreferovanějšího až po nejméně preferovaný. Pořadí bylo určeno stupnicí 1 až 7, kdy 1 byl vyjádřen vzorek nejvíce preferovaný a 7 vzorek nejméně preferovaný. Dále byla prováděna senzorická analýza vzorků chleba pomocí ordinálních (číselných) stupnic s popisem každého stupně. Rozmezí stupňů bylo zvoleno ve škále 1 až 5, kdy první stupeň byl hodnocen jako „vynikající“ a pátý stupeň jako „nevyhovující“. Pomocí této senzorické analýzy byly hodnoceny znaky, jako je chuť, kyselost, slanost, změna chuti při žvýkání, vláčnost, gumovitost, pocit zaplnění ústní dutiny, barva a celkové komplexní (kvalita) hodnocení předložených vzorků chleba.

K hodnocení byly použity vzorky chleba s různým přídatkem mouky z révy vinné.

Statisticky byla senzorická analýza vyhodnocena pomocí:

- Friedmanova testu párového porovnávání pro závislé výběry – pořadový test preferencí

- Hodnocení jednotlivých sensorických znaků – chuť, kyselost, slanost, změna chuti při žvýkání, vláčnost, gumovitost, pocit zaplnění ústní dutiny, barva a celkové hodnocení (Kruskal – Wallisův test, Wilcoxonův test) [39, 40].

4.6 Reologické vlastnosti těsta a chleba

Cílem metody bylo zjištění vlivu přídatku mouky z révy vinné na tuhost (F), tuhost (A), lepivost. Měření byla prováděna na texturní analyzátoru TA-XT Plus (O.K. SERVIS BioPro, s.r.o., Praha). Pro vlastní analýzu bylo připraveno sedm těst. Měření na analyzátoru textury TA-XT Plus (O.K. SERVIS BioPro, s.r.o., Praha) je založeno na deformaci měřeného materiálu sondou / nástavcem instalovaným do pohyblivého ramene přístroje, ve kterém je umístěn citlivý tenzometr. Na měřený materiál je působeno kompresní silou nebo tahem. Citlivý tenzometr snímá deformační síly, které obslužný program zaznamenává ve formě souvislé deformační křivky a ta slouží k dalším výpočtům. Standardně zjišťovanými fyzikálními veličinami jsou síla, dráha a čas, které umožňují objektivní hodnocení materiálu a tak doplňují sensorické hodnocení [41, 42].

Měření vzorků těst

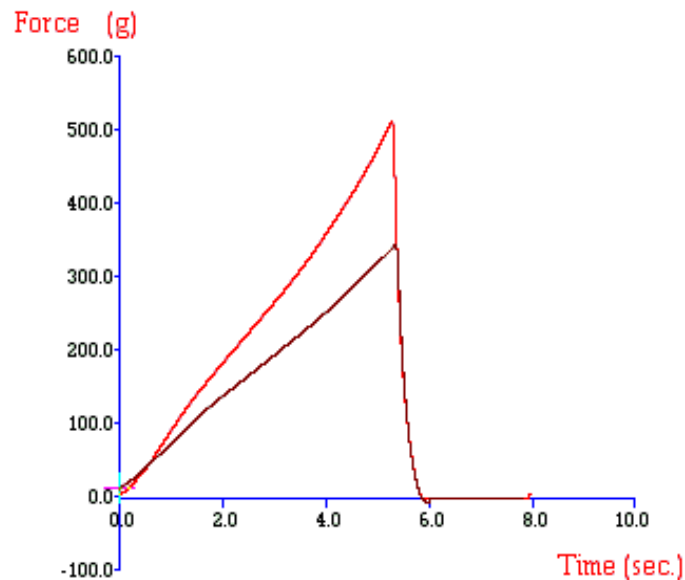
Od každého těsta bylo připraveno pět vzorků, které byly vloženy do plastových misek a nechány 60 minut relaxovat v temperační komoře při teplotě 18 ± 2 °C. Po této době byly těsta vyndány z temperační komory a ihned měřeny na texturním analyzátoru TA-XT Plus (O.K. SERVIS BioPro, s.r.o., Praha). Měření bylo třikrát opakováno.

Měření vzorků chleba

U vzorků chleba, které jsme předem připravili v pekárně Topek, s.r.o., Topolná, jsme zjišťovali, zda má vliv přídatek mouky z révy vinné na texturní vlastnosti. Analýza byla prováděna na texturním analyzátoru TA-XT Plus (O.K. SERVIS BioPro, s.r.o., Praha). Vzorky měřeny v den po upečení a druhý den po upečení. Jednotlivé vzorky chleba jsme rozkrájeli na plátky o tloušťce řezu 25 mm. Od každého chleba bylo nakrájeno pět plátků a následně měřeno na texturním analyzátoru TA-XT Plus (O.K. SERVIS BioPro, s.r.o., Praha). Před provedením měření musela projít sonda kalibrací pro daný typ povrchu. Vzorek byl centrálně umístěn pod válec sondy. Ve zkoumaných vzorcích jsme sledovali vliv přídatku mouky z révy vinné na tuhost (F), tuhost (A) a lepivost (F) výrobku. Měření bylo opakováno třikrát.

Vyhodnocení výsledků

Pro vyhodnocení výsledků reologických měření a sensorické analýzy byl využit statistický program: program na vyhodnocování statistiky u sensoriky: STATISTICA CZ [statistický program, CD-ROM]. Ver. 9.1. Tulsa (USA): Statsoft, Inc., pro sensorické analýzy dále i program Statka 25.



Obr. 6 Příklad křivky systému makro

4.6.1 Nastavení texturního analyzátoru TA-XT Plus pro měření těst a chlebů

- Režim: Měřená tlaku a síly
- Možnosti: návrat na začátek
- Rychlost zkušebního testu: 1.0 mm/s
- Rychlost testu: 1.7 mm/s
- Rychlost po testu: 10.0 mm/s
- Deformace: 40%
- Spouštěcí typ: automaticky - 5g
- Vytárování: automaticky
- Rychlost vyhodnocování dat: 250pps
- Příslušenství: válcová sonda s poloměrem 36 mm tlačící silou 5kg

5 VÝSLEDKY

5.1 Chemické analýzy

5.1.1 Stanovení pH – aktivní kyselosti

Podle naměřených hodnot pH u vzorků těst (Tabulka 3), bylo zjištěno, že kontrolní těsto (vyrobena z mouky, vody, soli, kmínu), bez přidavku mouky z révy vinné mělo nejvyšší pH = 6,25. Se vzrůstajícím přidavkem mouky z révy vinné se nám pH snižovalo: 20 g.kg⁻¹ = 6,11; 40 g.kg⁻¹ = 6,02; 60 g.kg⁻¹ = 5,92; 80 g.kg⁻¹ = 5,82; 100 g.kg⁻¹ = 5,72. Nejnižší pH měla předpřipravená chlebová směs Backmischung (BJ-Vitis s.r.o., Běhounská 108/7, 602 00 Brno) pH = 5,36. Dle mého názoru se nám pH snižovalo v závislosti na množství flavonoidů obsažených v mouce z révy vinné, které působí svou antioxidační aktivitou. Se vzrůstajícím přidavkem mouky z révy vinné nám pH téměř lineárně klesalo.

Tab. 3 Naměřené hodnoty pH u vzorků těst

Vzorky těst	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	$\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		6,25 ± 0,01
Vzorek č.1	20	6,11 ± 0,03
Vzorek č.2	40	6,02 ± 0,02
Vzorek č.3	60	5,92 ± 0,01
Vzorek č.4	80	5,82 ± 0,01
Vzorek č.5	100	5,72 ± 0,01
Směs		5,36 ± 0,01

\bar{x} – průměrná hodnota (celkový průměr ze tří měření)

σ^2 - směrodatná odchylka (celkový průměr ze tří měření)

5.1.2 Stanovení obsahu vody

Celkový obsah vody byl stanovován u těst s přidavkem mouky z révy vinné, kontrolním vzorkem vyrobeným pouze z pšeničné mouky, soli, kmínu a chlebové směsi Backmischung (BJ-Vitis s.r.o., Běhounská 108/7, 602 00 Brno). Cílem bylo zjistit, zda má vliv přidavek mouky z révy vinné a použití pouze chlebové směsi na celkový obsah vody, ve srovnání s kontrolním vzorkem. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 4. Dle uvedených hodnot můžeme říci, že přidavek mouky z révy vinné nepatrně snižoval celkový obsah vody. Celkový obsah vody se nám snižoval vlivem přidavku mouky z révy vinné vzhledem ke zvyšování obsahu sušiny. Nejvíce patrné oproti kontrolnímu vzorku (při přidavku mouk z révy vinné) je to při přidavku 100 g.kg^{-1} mouky z révy vinné a chlebě vyrobeného z chlebové směsi Backmischung, kdy byl obsah vody nejnižší.

Tab. 4 Celkový obsah vody v jednotlivých vzorcích chleba

Vzorky těst	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	$\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		52,34 ± 0,46
Vzorek č.1	20	51,42 ± 0,09
Vzorek č.2	40	51,27 ± 0,23
Vzorek č.3	60	51,02 ± 0,54
Vzorek č.4	80	50,52 ± 2,64
Vzorek č.5	100	50,16 ± 0,78
Směs		50,00 ± 1,32

\bar{x} – průměrná hodnota (celkový průměr ze dvou měření)

σ^2 - směrodatná odchylka (celkový průměr ze dvou měření)

5.2 Senzorická analýza

5.2.1 Hodnocení série vzorků chleba po upečení

Senzorickou analýzou byly zjišťovány změny organoleptických vlastností vzorků chleba vzhledem k různému přídávku mouky z révy vinné. Hodnocení pořadového preferenčního testu bylo sestaveno tak, že čím je vyšší součet pořadí, tím nižší preference vzorek získal. Srovnávali jsme vzorky v pořadí A - G. Jako nejvíce preferovaný vzorek byl hodnocen kontrolní vzorek (bez přídávku mouky z révy vinné – vzorek A). Dále následoval vzorek s 40 g.kg⁻¹ přídávkem mouky z révy vinné, 20 g.kg⁻¹ přídávkem mouky z révy vinné, chlebová směs Backmischung, 60 g.kg⁻¹ přídávkem mouky z révy vinné, 80 g.kg⁻¹ přídávkem mouky z révy vinné. Nejméně preferovaným vzorkem byl vyhodnocen vzorek s 100 g.kg⁻¹ přídávkem mouky z révy vinné. Výsledek preferenčního testu ukazuje, že čím vyšší přírůstek mouky z révy vinné, tím je pro posuzovatele výrobek méně přijatelný. Mohlo to být způsobeno stupněm vymletí (málo vymletá zrníčka), což vyvolávalo u posuzovatelů pocit nerovnoměrné struktury.

Na hladině významnosti 5 % byl shledán statisticky významný rozdíl v chuti chleba mezi kontrolním vzorkem a vzorky s přídávkem mouky z révy vinné v množství 80 g.kg⁻¹ a 100 g.kg⁻¹. Mezi jednotlivými vzorky s přídávkem mouky z révy vinné a chlebovou směsí Backmischung nebyl shledán statisticky významný rozdíl v parametru chuti. Můžeme říci, že vzorek s přídávkem mouky z révy vinné v množství 100 g.kg⁻¹ vykazoval zhoršení v parametru chuť.

Dále byl na hladině významnosti 5 % shledán statisticky významný rozdíl v barvě chleba mezi kontrolním vzorkem, vzorky s přídávkem mouky z révy vinné 40 - 100 g.kg⁻¹ a chlebovou směsí Backmischung. Dále byl shledán rozdíl mezi vzorkem s přídávkem mouky z révy vinné v množství 20 g.kg⁻¹ a vzorky s přídávkem mouky z révy vinné v množství 80 g.kg⁻¹ a 100 g.kg⁻¹ a směsí Backmischung. Také byl shledán rozdíl mezi vzorkem chleba vyrobeného z chlebové směsí Backmischung a vzorkem s přídávkem mouky z révy vinné v množství 20 g.kg⁻¹ a 40 g.kg⁻¹ a kontrolním vzorkem. Můžeme říci, že čím větší přírůstek mouky z révy vinné byl použit, tím byly vzorky chleba tmavší. Nejtmavší barvu vykazoval vzorek chleba vyrobený z chlebové směsí Backmischung, díky svému surovinnému složení a vyššímu obsahu mouky z révy vinné.

Ze získaných výsledků sensorické analýzy nám vyplynulo, že byl sledován statistický významný rozdíl v celkovém hodnocení (kvalita) mezi kontrolním vzorkem a vzorky s přidavkem mouky z révy vinné 80 a 100 g.kg⁻¹. U vzorků s 80 a 100 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné posuzovatelé zaznamenali zhoršení kvality vzorku oproti kontrolnímu vzorku.

V dalších sensorických charakteristikách jako jsou kyselost, slanost, změna chuti při žvýkání, vláčnost, gumovitost, pocit zaplnění ústní dutiny nebyl na hladině významnosti sledován statisticky významný rozdíl.

Tab. 5 Výsledky sensorické analýzy vzorků chleba

Jakostní charakteristiky	*Medián vzorků						
	A	B	C	D	E	F	G
Chuť	3 ^a	3 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	3 ^b	4 ^b	2 ^{a,b}
Kyselost	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a
Slanost	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	2 ^a	2 ^a
Změna chuti při žvýkání	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a
Vláčnost	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a
Gumovitost	4 ^a	4 ^a	4 ^a	5 ^a	5 ^a	4 ^a	4 ^a
Pocit zaplnění ústní dutiny	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	3 ^a	2 ^a
Barva	1 ^a	2 ^{a,b}	3 ^{b,c,d}	3 ^{b,c,d,e}	4 ^{c,d,e}	4 ^{d,e}	5 ^e
Kvalita	2 ^a	3 ^{a,b}	3 ^{a,b}	3 ^{a,b}	3 ^b	3 ^b	2 ^{a,b}

Pro vyjádření sensorických znaků bylo využito ordinální stupnice: chuť (1-velmi dobrá až 5-špatná), kyselost (1-nevyskytuje se až 5-velmi výrazná), slanost (1-nevyskytuje se až 5-velmi výrazná), změna chuti při žvýkání (1-značně se zlepšuje až 5 značně se zhoršuje), vláčnost (1-velmi vysoká až 5-velmi malá), gumovitost (1-velmi vysoká až 5 nepatrná), pocit zaplnění ústní dutiny (1-velmi dobrý až 5-špatný), barva (1-světlá až 5-velmi tmavá) a celkové hodnocení (1-vynikající až 5-nevyhovující).

*Hodnoty mediánu, které mají ve všech sloupcích v indexu stejné písmeno, se výrazně neliší ($P \geq 0,05$); každá skupina byla hodnocena zvlášť.

- A Kontrolní vzorek – bez přidavku mouky z révy vinné
- B Vzorek chleba s 20 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné
- C Vzorek chleba s 40 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné
- D Vzorek chleba s 60 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné
- E Vzorek chleba s 80 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné
- F Vzorek chleba s 100 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné
- G Vzorek chleba z předpřipravené směsi Backmischung

5.3 Reologické vlastnosti těsta a chleba

Analýza reologických vlastností vzorků těst a hotových výrobků chleba byla prováděna na texturním analyzátoru TA-XT Plus (O.K. SERVIS BioPro, s.r.o., Praha). U těst byla zjišťována tuhost (F), tuhost (A) a lepivost (F). Tuhost (F) je síla potřebná k dosažení deformace nebo penetrace výrobkem, neboli pík síly během kompresního cyklu, tuhost (A) – celková síla potřebná k deformaci, lepivost (F) – maximální lepivost těsta. U hotových výrobků chleba byla stanovena tuhost (F) a tuhost (A). Hodnoty byly zjišťovány pomocí texturního analyzátoru, který působí tlakem závaží na daný vzorek.

5.3.1 Hodnocení vzorků těst

Tab. 6 Měření reologických vlastností těst Tuhost (F)

Vzorky těst	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	Tuhost (F) [g] $\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		2,90 ^a ± 0,5
Vzorek č.1	20	2,73 ^a ± 0,36
Vzorek č.2	40	3,04 ^a ± 0,51
Vzorek č.3	60	2,86 ^a ± 0,5
Vzorek č.4	80	2,92 ^a ± 0,63
Vzorek č.5	100	3,10 ^a ± 0,48
Směs		5,4 ^b ± 0,79

Indexy: a, b nám označovaly, zda byl shledán, nebo naopak nebyl shledán statisticky významný rozdíl v uvedených reologických vlastnostech tuhost (F).

\bar{x} – průměrná hodnota

σ^2 - směrodatná odchylka

Statisticky významný rozdíl na hladině významnosti 5 % byl shledán u vzorku chlebová směs Backmischung proti všem ostatním vzorkům. Můžeme tedy říci, že vzorek chleba vyrobený z chlebové směsi Backmischung měl nejvyšší tuhost (F).

Tab. 7 Měření reologických vlastností těst tuhost (A)

Vzorky těst	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	Tuhost (A) [g] $\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		0,82 ^a ± 0,16
Vzorek č.1	20	0,81 ^a ± 0,12
Vzorek č.2	40	0,87 ^a ± 0,17
Vzorek č.3	60	0,81 ^a ± 0,14
Vzorek č.4	80	0,84 ^a ± 0,17
Vzorek č.5	100	0,87 ^a ± 0,13
Směs		1,39 ^b ± 0,22

Indexy: a, b nám označovaly, zda byl shledán, nebo naopak nebyl shledán statisticky významný rozdíl v uvedených reologických vlastnostech tuhost (A).
 \bar{x} – průměrná hodnota

σ^2 - směrodatná odchylka

S 95 % spolehlivostí nebyl shledán statisticky významný rozdíl mezi kontrolním vzorkem a vzorky s 20 g kg⁻¹ - 100 g.kg⁻¹ přídatkem mouky z révy vinné. Statisticky významný rozdíl vykazovala pouze chlebová směs Backmischung oproti všem analyzovaným vzorkům. Lze tedy opět říci, že vzorek chleba vyrobený z chlebové směsi Backmischung má nejvyšší tuhost (A).

Tab. 8 Měření reologických vlastností těst Lepivost (F)

Vzorky těst	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	Lepivost (F) [g] $\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		(-) 3,15 ^{a,b,c,d,e} ± 0,58
Vzorek č.1	20	(-) 2,88 ^a ± 0,36
Vzorek č.2	40	(-) 3,10 ^{a,b} ± 0,44
Vzorek č.3	60	(-) 3,02 ^{a,b,c} ± 0,45
Vzorek č.4	80	(-) 3,02 ^{a,b,c,d} ± 0,51
Vzorek č.5	100	(-) 3,16 ^{a,b,c,d,e} ± 0,38
Směs		(-) 3,78 ^e ± 0,6

Indexy: a, b, c, d, e nám označovaly, zda byl shledán, nebo naopak nebyl shledán statisticky významný rozdíl v uvedených reologických vlastnostech lepivost (F).

\bar{x} – průměrná hodnota

σ^2 - směrodatná odchylka

Na hladině významnosti 5 % byl shledán statisticky významný rozdíl mezi chlebovou směsí Backmischung a vzorky s přidavkem mouky z révy vinné 20 g kg⁻¹ - 80 g.kg⁻¹. U kontrolního vzorku a vzorky s 20 g kg⁻¹ - 100 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné nebyl statisticky významný rozdíl shledán. Největší lepivost (F) byla zhodnocena u chlebové směsi Backmischung a nejmenší u vzorku s 20 g kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné.

5.3.2 Hodnocení vzorků chleba po upečení

Tab. 9 Měření reologických vlastností chleba tuhost (A)

Vzorky chleba	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	Tuhost (A) [g] $\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		6,65 ^a ± 0,97
Vzorek č.1	20	8,34 ^a ± 0,82
Vzorek č.2	40	11,41 ^b ± 0,79
Vzorek č.3	60	11,75 ^b ± 0,89
Vzorek č.4	80	10,55 ^b ± 0,31
Vzorek č.5	100	11,60 ^b ± 0,31
Směs		19,23 ^c ± 0,72

Indexy: a, b, c nám označovaly, zda byl shledán, nebo naopak nebyl shledán statisticky významný rozdíl v uvedených reologických vlastnostech tuhost (A).

\bar{x} – průměrná hodnota

σ^2 - směrodatná odchylka

Na hladině významnosti 5 % nebyl shledán rozdíl v tuhosti (A) mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s 20 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné. Naopak byl shledán rozdíl mezi ostatními vzorky s 40 g.kg⁻¹ - 100 g.kg⁻¹ oproti kontrolnímu vzorku a vzorku s 20 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné. Dále byl shledán rozdíl mezi vzorkem chleba vyrobeným z chlebové směsi Backmischung a ostatními vzorky. Největší tuhost vykazoval vzorek vyrobený z chlebové směsi Backmischung. Naopak kontrolní vzorek vykazoval tuhost (A) nejmenší.

Tab. 10 Měření reologických vlastností chleba Tuhost (F)

Vzorky chleba	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	Tuhost (F) [g] $\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		1,98 ^a ± 0,44
Vzorek č.1	20	2,58 ^b ± 0,23
Vzorek č.2	40	3,85 ^c ± 0,48
Vzorek č.3	60	3,90 ^c ± 0,48
Vzorek č.4	80	3,66 ^c ± 0,25
Vzorek č.5	100	3,91 ^c ± 0,24
Směs		5,79 ^d ± 0,56

Indexy: a, b,c, d nám označovaly, zda byl shledán, nebo naopak nebyl shledán statisticky významný rozdíl v uvedených reologických vlastnostech tuhost (F).

\bar{x} – průměrná hodnota

σ^2 - směrodatná odchylka

Na hladině významnosti 5 % byl shledán rozdíl v tuhosti (F) mezi kontrolním vzorkem a vzorky s 20 g.kg⁻¹ - 100 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné a také vzorkem vyrobeným z chlebové směsi Backmischung. S 95 % spolehlivostí byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vzorkem s 20 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné a vzorky s 40 g.kg⁻¹ - 100 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné. Chlebová směs Backmischung vykazovala statisticky významný rozdíl proti kontrolnímu vzorku, vzorku s 20 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné i oproti vzorkům s 40 g.kg⁻¹ - 100 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné. Vzorek chleba vyrobený z chlebové směs Backmischung vykazoval nejvyšší tuhost (F). Z toho plyne, že přídavek mouky z révy vinné způsobil zvyšování tuhosti (F) chlebů.

5.3.3 Hodnocení vzorků chleba druhý den po upečení

Tab. 11 Měření reologických vlastností chleba tuhost (A)

Vzorky chleba	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	Tuhost (A) [g] $\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		18,36 ^a ± 0,46
Vzorek č.1	20	19,51 ^a ± 0,36
Vzorek č.2	40	23,26 ^b ± 0,52
Vzorek č.3	60	22,80 ^b ± 0,60
Vzorek č.4	80	24,19 ^b ± 0,55
Vzorek č.5	100	28,93 ^c ± 0,40
Směs		34,85 ^d ± 0,68

Indexy: a, b, c, d nám označovaly, zda byl shledán, nebo naopak nebyl shledán statisticky významný rozdíl v uvedených reologických vlastnostech tuhost (A).

\bar{x} – průměrná hodnota

σ^2 - směrodatná odchylka

Při hodnocení tuhosti (A) chleba druhý den po upečení nebyl shledán na hladině významnosti 5 % rozdíl mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s 20 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné. Statisticky významný rozdíl byl naopak shledán mezi kontrolním vzorkem, vzorkem s 20 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné oproti všem ostatním vzorkům. Vzorky s 40 g.kg⁻¹ - 80 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné vykazoval statisticky významný rozdíl oproti vzorku se 100 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné i proti vzorku vyrobeného z chlebové směsi Backmischung. Chlebová směs Backmischung vykazovala statisticky významný rozdíl proti všem vzorkům. Lze říci, že opět výrobek z chlebové směsi Backmischung vykazoval největší tuhost (A), naopak nejmenší tuhost (A) měl vzorek kontrolní. Dále lze také konstatovat, že se zvyšujícím se přídavkem mouky z révy vinné se zvyšuje tuhost (A) chlebů.

Tab. 12 Měření reologických vlastností chleba Tuhost (F)

Vzorky chleba	Množství révy vinné [g.kg ⁻¹]	Tuhost (F) [g] $\bar{x} \pm \sigma^2$
Kontrola		7,09 ^a ± 0,32
Vzorek č.1	20	7,65 ^b ± 0,14
Vzorek č.2	40	9,07 ^{c,d} ± 0,35
Vzorek č.3	60	8,85 ^c ± 0,77
Vzorek č.4	80	9,63 ^d ± 0,27
Vzorek č.5	100	11,56 ^e ± 0,25
Směs		12,77 ^f ± 0,52

Indexy: a, b, c, d, e, f nám označovaly, zda byl shledán, nebo naopak nebyl shledán statisticky významný rozdíl v uvedených reologických vlastnostech tuhost (F).

\bar{x} – průměrná hodnota

σ^2 - směrodatná odchylka

Kontrolní vzorek, vzorek s 20 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné, vzorek s 100 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné a chlebová směs Backmischung vykázaly na hladině významnosti 5 % statisticky významný rozdíl proti všem hodnoceným vzorkům. Naopak u vzorku s 40 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné oproti vzorkům s 60 g.kg⁻¹ a 80 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné nebyl shledán statisticky významný rozdíl. Mezi vzorky chlebů s 60 g.kg⁻¹ a 80 g.kg⁻¹ přídavkem mouky z révy vinné však rozdíl byl. Největší tuhost (F) vykazoval opět vzorek chleba vyrobený z chlebové směsi Backmischung a nejnižší naopak u kontrolního vzorku. Se zvyšujícím se přídavkem mouky z révy vinné se tuhost (F) vzorků chleba zvyšovala.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, jak ovlivňuje přidavek mouky z révy vinné a chlebová směs Backmischung chemické a reologické vlastnosti pšeničných těst a posléze reologické a organoleptické vlastnosti hotových výrobků chleba.

V teoretické části je nejprve popsáno chemické složení pšeničné mouky a vliv jednotlivých látek na tvorbu těsta. Dále byly uvedeny pozitivní účinky mouky z révy vinné na lidské zdraví. Poslední část se zabývala obecným popisem reologických a senzorických charakteristik.

Praktická část shrnuje výsledky chemické analýzy, senzorické analýzy a reologických vlastností test s přidavkem mouky z révy vinné, těsta vyrobeného z chlebové směsi Backmischung a také hotových výrobků.

Z výsledků chemické analýzy nám vyplývá, že přidavek mouky z révy vinné nám ovlivňuje aktivní kyselost pH, ale nelze říci dle vyhodnocených senzorických analýz, že by změna pH měla vliv na organoleptické vlastnosti vzorků chleba. Stanovení celkového obsahu vody bylo zjišťováno jako základní ukazatel těsta. Cílem stanovení celkového obsahu vody bylo srovnání mezi kontrolním vzorkem, vzorky s různým přidavkem mouky z révy vinné a chlebovou směsí Backmischung. Z uvedených hodnot můžeme konstatovat, že se nám celkový obsah vody v těstech s přidavkem mouky z révy vinné snižoval. Rozdíly byly však tak malé, že je můžeme považovat za zanedbatelné. Chlebová směs Backmischung měla celkový obsah vody nejnižší.

Senzorická analýzou bylo zjištěno, že přidavek mouky z révy vinné nám ovlivňuje organoleptické vlastnosti chuť, barvu a celkové hodnocení (kvalitu). Vzorek s vyšším přidavkem mouky z révy vinné 100 g.kg^{-1} negativně ovlivňoval chuť. U chlebové směsi Backmischung nebyl zjištěn významný rozdíl v parametru chuť oproti kontrolnímu vzorku ani vzorkům s přidavkem mouky z révy vinné. Ze získaných výsledků senzorické analýzy nám vyplynulo, že v celkovém hodnocení (kvalitě) vyšší přidavek mouky z révy vinné 80 g.kg^{-1} a 100 g.kg^{-1} negativně ovlivňoval organoleptické vlastnosti oproti kontrolnímu vzorku. Chlebová směs Backmischung nevykazovala rozdíl oproti všem připraveným vzorkům. U ostatních organoleptických charakteristik - kyselost, slanost, změna chuti při žvýkání, vláčnost, gumovitost, pocit zaplnění ústní dutiny k ovlivnění nedošlo.

Pomocí texturního analyzátoru TA-XT Plus byly měřeny charakteristiky u těst tuhost (F), tuhost (A) a lepidivost (F). Významný rozdíl v parametrech tuhost (F) a tuhost (A) byl zjištěn u chlebové směsi Backmischung a to oproti všem vzorkům. Chlebová směs Backmischung vykazovala v obou parametrech nejvyšší tuhost.

U parametru lepidivost (F) byl sledán rozdíl mezi chlebovou směsí Backmischung a vzorky s přidavkem mouky z révy vinné 20 g kg⁻¹ - 80 g.kg⁻¹. Mezi kontrolním vzorkem a vzorky s 20 g kg⁻¹ - 100 g.kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné nebyl významný rozdíl sledán. Největší lepidivost (F) byla zhodnocena u chlebové směsi Backmischung a nejmenší u vzorku s 20 g kg⁻¹ přidavkem mouky z révy vinné.

Hotové výrobky chleba byly také měřeny pomocí texturního analyzátoru TA-XT Plus a to v charakteristikách tuhost (A) a tuhost (F). Měření bylo prováděno v den pečení a druhý den po upečení.

V den po upečení nebyl sledán rozdíl v tuhosti (A) mezi kontrolním vzorkem a vzorky s přidavkem mouky z révy vinné. Dále byl sledán rozdíl mezi vzorkem chleba vyrobeným z chlebové směsi Backmischung a ostatními vzorky. Největší tuhost (A) vykazoval vzorek vyrobený z chlebové směsi Backmischung. Naopak kontrolní vzorek vykazoval tuhost (A) nejmenší.

Ze zjištěných výsledků vykazoval kontrolní vzorek rozdíl v tuhosti (F) oproti vzorkům s přidavkem mouky z révy vinné i chlebové směsi Backmischung. S přidavkem mouky z révy vinné se nám tuhost (F) zvyšovala. Vzorek chleba vyrobený z chlebové směsi Backmischung vykazoval nejvyšší tuhost (F).

Při hodnocení výsledků získaných druhý den po upečení lze říci, že byl sledán rozdíl v tuhosti (A) mezi chlebovou směsí Backmischung a všemi ostatními vzorky. Nejnížší tuhost vykazoval kontrolní vzorek. S narůstajícím přidavkem mouky z révy vinné se nám tuhost zvyšovala. Lze říci, že opět výrobek z chlebové směsi Backmischung vykazoval největší tuhost (A)

Při hodnocení tuhosti (F) byl opět zjištěn rozdíl mezi kontrolním vzorkem a ostatními vzorky. Se zvyšujícím přidavkem mouky z révy vinné se nám tuhost (F) zvyšovala. Nejvyšší tuhost vykazovala chlebová směs Backmischung.

I přes získané výsledky z jednotlivých analýz lze říci, že přídavek mouky z révy vinné je svou antioxidační aktivitou a pozitivními účinky na lidské zdraví vhodný pro začlenění do běžné výroby pečárenských produktů, hlavně z pohledu běžného pečiva.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*, MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA V BRNĚ, Brno, 2004. ISBN 978-80-7157-811-6.
- [2] PŘÍHODA, P., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D.; *Základy pekárenské technologie*, Praha, Pekař a Cukrář s.r.o., 2003. ISBN 80-902922-1-6.
- [3] NOVOTNÝ, F., HUBÍK, K. *Nové směry v hodnocení jakosti potravinářské pšenice*.
[online]. [cit. 2011-4-12]. Dostupný z WWW:
<http://www.agrokrom.cz/texty/Obilnarske_listy/novotny_nove%20smery%20v%20hodnoceni_1%20cast_973.pdf>
- [4] ČEPIČKA, J. a kolektiv. *Obecná potravinářská technologie*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1995. ISBN 80-7080-239-1.
- [5] KADLEC, P. a kolektiv. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2007. ISBN 80-7080-509-9.
- [6] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2005. ISBN 80-7318-295-5.
- [7] Příhoda J., Skřivan P., Hrušková M.: *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 2004. Str. 035. ISBN 80-7080-530-7.
- [8] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G.; POKORNÝ, J.; *Chemie potravin*, SNTL, Praha, 1983.
- [9] KUBICOVÁ, D. a kol. *Náuka o požívatinách*, OSVETA, Martin, 2004. ISBN 80-8063-165-4.
- [10] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. ISBN 80-7318-372-2.
- [11] Velíšek, J. *Chemie potravin* 1. 2. upr. vyd. Tábor : OSSIS, 2002, ISBN 80-86659-00-3.
- [12] [online]. [cit. 2011-05-03]. Dostupný z WWW:
<<http://cdavies.wordpress.com/2006/10/05/starch/>>

- [13] GOMÉZ, M., RONDA, F., BLANCO, L., CABALLERO, P. A., ASPESTEGUIA, A. *Effect of dietary fibre on dough reology and bread quality*. European Food Research and technology. Berlín, 2003.
- [14] NOVÁKOVÁ, E. *Chléb a jeho vláknina*. Praha: Potravinářská revue, 2010.
- [15] *Vláknina – příběh bílé mouky*. [online]. [cit. 2011-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.vlaknina.estranky.cz/stranka/vlaknina>>
- [16] DRDÁK, M. *Technológia rastlinných neúdržných potravín*, ALFA, Bratislava, 1989. ISBN 80-05-00121-5.
- [17] [online]. [cit. 2011-03-12]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9va_vinn%C3%A1>
- [18] [online]. [cit. 2011-03-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.celostnimedicina.cz/vinna-reva.htm>>
- [19] [online]. [cit. 2011-03-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.australianremedy.cz/procyanidiny-flavonoidy/>>
- [20] SIES, H. *Oxidative stress: Oxidants and antioxidants*. 1997.
- [21] RASMUSSEN, S., FREDERIKSEN, H., KROGHOLM, K., *Dietary proanthocyanidins: Occurrence, dietary intake, bioavailability, and protection against cardiovascular disease*, 2004. Denmark.
- [22] NASSIRI-ASL, M., HOSSEIN, H. *Review of the Pharmacological Effects of Vitis vinifera (Grape) and its Bioactive Compounds*, Qazvin University of Medical Sciences, Quazvin, 2009. Iran.
- [23] [online]. [cit. 2011-03-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.beltina.cz/doplnek/vytazek-z-hroznovych-jader/>>
- [24] [online]. [cit. 2011-03-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.bj-vitis.cz/grapeseed.php>>
- [25] FREMONT, L. *Biological effects of resveratrol*. Life science, 2000.
- [26] KYSELÁKOVÁ, M. *Resveratrol v červených vínech*. Vinařský obzor, 2003.

- [27] [online]. [cit. 2011-03-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.bj-vitis.cz/katalogdetail.php?id=25>>
- [28] TRNA, J., TÁBORSKÁ, E. *Přírodní polyfenolické antioxidanty*. [online]. [cit. 2011-4-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf>>
- [29] ZLOCH, Z. *Krátká historie bioflavonoidů* [online]. [cit. 2011-4-12]. Dostupný z WWW: <http://www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/1/L_08AC.doc>
- [30] BALÍK, J. *Anthokyaninová barviva v hroznech a vínech*. 1. vyd. Brno: Mendlova univerzita v Brně, 2010. ISBN 978-80-7375-412-9.
- [31] KATIYAR, S. *Grape seed proanthocyanidines and skin cancer prevention: Inhibition of oxidative stress and protection of immune systém*, University of Alabama at Birmingham, 2008. USA.
- [32] PUNATHIL, T., KATIYAR, S. *Inhibition of Non-small Cell Lung Cancer Cell Migration by Grape Seed Proanthocyanidins Is Mediated Through the Inhibition of Nitric Oxide, Guanylate Cyclase, and ERK1/2*, University of Alabama at Birmingham, 2009. USA.
- [33] [online]. [cit. 2011-04-21]. Dostupný z WWW: http://www.udlice.cz/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=55&Itemid=9
- [34] [online]. [cit. 2011-04-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.slezska-pekarna.cz/H-Vyroba-chleba-kvas.htm>>
- [35] HRUŠKOVÁ, M., BEDNÁŘOVÁ, M. et al. *Předpověď reologických parametrů pšeničného těsta analýzou NIR Spekter pšeničné mouky*. Chemické listy. 2004. č. 98.
- [36] HAMPL, J. *Cereální chemie a technologie I. Skladování obilí a mlynářství*, VŠCHT, Praha, 1988.
- [37] [online]. [cit. 2011-04-21]. Dostupný z WWW: <<http://web.vscht.cz/kohoutkj/Senzorick%E1%20anal%FDza.htm>>
- [38] ČSN ISO 560116-3. *Metody zkoušení pekařských výrobků*, 1995.
- [39] BUŇKA, F., HRABĚ, J., VOSPĚL, B. *Senzorická analýza potravin I*. UTB, Zlín, 2008.

[40] ČSN ISO 8586-1. *Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů*, 2002.

[41] CHEN, W. Z. & HOSENEY, R. C. (1995). Development of an objective method for dough stickiness. *Lebensmittel Wiss u.- Technol.*, 28, 467-473.

[42] GRAUSGRUBER, H., HATZENBICHLER, E., & RUCKENBAUER, P. (2003). Analysis of repeated stickiness measures of wheat dough using a Texture Analyser. *Journal of Texture Studies*, 34, 69-82.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Da	Dalton
HDL	High-density lipoprotein
LDL	Low-density lipoprotein
OPC	Proanthocyanidins
ppm	Parts per million

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Amylosa [12]	22
Obr. 2 Resveratrol [28]	30
Obr. 3 flavanoly [28]	31
Obr. 4 proantokyanidin A [28]	34
Obr. 5 Alveografická křivka mouky T 512.....	44
Obr. 6 Příklad křivky systému makro.....	49
Obr. 7 Příčný řez chleba bez přídavku mouky z révy vinné (kontrolní vzorek)	77
Obr. 8 Příčný řez chleba chleba s 20 g.kg ⁻¹ mouky z révy vinné.....	77
Obr. 9 Příčný řez chleba s 40 g.kg ⁻¹ mouky z révy vinné	78
Obr. 10 Příčný řez chleba s 60 g.kg ⁻¹ mouky z révy vinné	78
Obr. 11 Příčný řez chleba s 80 g.kg ⁻¹ mouky z révy vinné	78
Obr. 12 Příčný řez chleba s 100 g.kg ⁻¹ mouky z révy vinné	79
Obr. 13 Příčný řez chlebové směsi Backmischung.....	79

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Parametry pšeničné mouky T 512	43
Tab. 2 Množství surovin na jednotlivé vzorky chleba.....	45
Tab. 3 Naměřené hodnoty pH u vzorků těst	50
Tab. 4 Celkový obsah vody v jednotlivých vzorcích chleba	51
Tab. 5 Výsledky senzorické analýzy vzorků chleba.....	53
Tab. 6 Měření reologických vlastností těst Tuhost (F).....	54
Tab. 7 Měření reologických vlastností těst tuhost (A)	55
Tab. 8 Měření reologických vlastností těst Lepivost (F).....	55
Tab. 9 Měření reologických vlastností chleba tuhost (A).....	56
Tab. 10 Měření reologických vlastností chleba Tuhost (F).....	57
Tab. 11 Měření reologických vlastností chleba tuhost (A).....	58
Tab. 12 Měření reologických vlastností chleba Tuhost (F).....	59

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Sensorické hodnocení vzorků chleba
- P II Grafické znázornění jednotlivých vzorků chleba

PŘÍLOHA P I: SENZORICKÉ HODNOCENÍ VZORKŮ CHLEBA

Jméno:

Datum:

U 7 předložených vzorků chlebů proveďte sensorické hodnocení

1. Seřadte vzorky podle pořadového preferenčního testu.
(1 – nejpreferovanější; 7 – nejméně preferovaný)

	A	B	C	D	E	F	G
Vzorek							
Pořadí vzorku							

3. Proveďte sensorické hodnocení konzistence předložených vzorků chlebů.

a) chuť

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – velmi dobrá							
2 – dobrá							
3 – průměrná							
4 – ještě přijatelná							
5 – špatná							

b) kyselost (nebo zápach po kvašení)

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – nevyskytuje se							
2 – mírná							
3 – střední							
4 – výraznější							
5 – velmi výrazná							

c) slanost

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – nevyskytuje se							
2 – mírná							
3 – střední							
4 – výraznější							
5 – velmi výrazná							

d) změna chuti při žvýkání

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – značně se zlepšuje							

2 – mírně se zlepšuje							
3 – nemění se							
4 – mírně se zhoršuje							
5 – značně se zhoršuje							

e) vláčnost

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – velmi vysoká							
2 – vysoká							
3 – průměrná							
4 – malá							
5 – velmi malá							

f) gumovitost

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – velmi vysoká							
2 – značná							
3 – střední							
4 – malá							
5 – nepatrná							

g) pocit zaplnění ústní dutiny

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – velmi dobrý							
2 – dobrý							
3 – průměrný							
4 – mírně horší							
5 – špatný							

h) barva

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – světlá							
2 – tmavší							
3 – středně tmavá							
4 – tmavá							
5 – velmi tmavá							

4. Proved'te celkové (komplexní) hodnocení předložených vzorků chlebě. Při hodnocení zohledněte všechny senzorické znaky.

K hodnocení použijte 5-ti bodovou kategorovou jakostní stupnici.

	vzorek						
	A	B	C	D	E	F	G
1 – vynikající							
2 – dobrá							
3 – průměrná							
4 – špatná							
5 – nevyhovující							

HODNOTITELSKÁ STUPNICE

- pro senzorické hodnocení chlebů

stupeň	Označení stupně	Definice stupně
1	Vynikající	Chleba má chuť a vůni po použitých surovinách, bez cizích pachů a příchutí. Má dostatečně výraznou, jemnou a lahodnou chuť i vůni. Textura (konzistence) je vláčná.
2	Dobrá	Chuť a vůně je harmonická, čistá, bez cizích pachů a příchutí. Připouští se méně výrazná chuť. Textura je vláčná, měkká, homogenní.
3	Průměrná	Chleba má průměrnou jakost. Vůně a chuť je prázdnější, málo výrazná a málo harmonická. Textura je mírně sušší nebo mazlavější.
4	Špatná	Chuť je neharmonická, kyselejší, sladší nebo s cizí příchutí. Textura je suchá nebo příliš mazlavá. Střídka je rozpadavá nebo nepropečená.
5	Nevyhovující	Výrobek je netypické chuti (např. příliš kyselý, málo slaný, s kvasničnou nebo cizí příchutí). Vůně je netypická, cizí, zatuchlá apod. Textura je suchá, rozpadavá nebo silně mazlavá. Chleba je spíše gumovitý.

Příloha P II: Grafické znázornění jednotlivých vzorků chleba



Obr. 7 Příčný řez chleba bez přídavku mouky z révy vinné (kontrolní vzorek)



Obr. 8 Příčný řez chleba chleba s $20 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ mouky z révy vinné



Obr. 9 Příčný řez chleba s 40 g.kg^{-1} mouky z révy vinné



Obr. 10 Příčný řez chleba s 60 g.kg^{-1} mouky z révy vinné



Obr. 11 Příčný řez chleba s 80 g.kg^{-1} mouky z révy vinné



Obr. 12 Příčný řez chleba s $100 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ mouky z révy vinné



Obr. 13 Příčný řez chlebové směsi Backmischung