

# **Senzorické analýzy pizz s přídavkem arabské gummy a pektinu**

Bc. Tomáš Dula

---

Diplomová práce  
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

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

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš DULA**  
Osobní číslo: **T08788**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Senzorické analýzy pizz s přídavkem arabské gumy a pektinu**

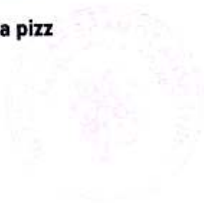
Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

- Chemické složení pšeničné mouky
- Hydrokoloidy
- Další přídatné látky přidávané do těsta
- Technologické operace při výrobě pizzy

### II. Praktická část

- Chemické analýzy těst
- Senzorická analýza pizz



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PHILLIPS, G.O., WILLIAMS, P.A. Handbook of Hydrocolloids. 1. vyd. Cambridge: Woodhead Publishing, 2000, 442 s., ISBN 1-85573-501-6.

[2] OWENS, G. Cereals processing technology. 1. vyd. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001, 238s. ISBN 1 85573 561 X.

[3] HUI, J. H. Food Biochemistry and Food Processing. 1. vyd. Oxford: Backwell, 2006, 769 s., ISBN 9780813803784.

[4] KADLEC, P. Technologie potravin I. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 300 s. ISBN: 80-7080-509-9.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Pavlína Pečivová, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

**4. ledna 2010**

Termín odevzdání diplomové práce:

**19. května 2010**

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: DULA TOMÁŠ

Obor: THEVP

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou 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 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové 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 19.5.2010

T. Dula

<sup>1)</sup> 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 nevydávatečně 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 nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv jablečného pektinu a arabské gummy na pH a sušinu těsta pro výrobu pizzy a dále na organoleptické vlastnosti pizzových korpusů. Přídavek hydrokoloidů zvyšuje pH těsta, ovšem sušina těsta ovlivněna nebyla. Byly zjištěny signifikantní rozdíly v sensorických charakteristikách jako je chuť a změna chuti při žvýkání a kvalita (celkové hodnocení) mezi těsty s přídavkem hydrokoloidů a bez nich. Přídavek jablečného pektinu i arabské gummy tudíž zlepšuje kvalitu i chuť pizz. Arabská guma ve vyšších koncentracích zvyšuje suchost a zhoršuje křehkost pekařského výrobku. Bylo zjištěno, že námi vybrané hydrokoloidy mají pozitivní vliv na pizzové korpusy.

Klíčová slova: jablečný pektin, arabská guma, hydrokoloidy, sensorická analýza

## **ABSTRACT**

Determine the effect of apple pectin and arabic gum on the pH and dry matter of dough for production of pizza and on the organoleptic characteristics of pizza's flans was the aim of this thesis. The addition of hydrocolloids increased the pH of dough, but the dry matter was not influenced. Significant differences in sensory characteristics as flavour and change during chewing and the quality between dough with addition of hydrocolloids and dough without them were found out. The addition of apple pectin and arabic gum improves the quality and flavour of pizza. Gum arabic in higher amounts increases dryness and causes worse fragility of bakery product. Chosen hydrocolloids have positive effect on pizza's flans.

Keywords: apple pectin, arabic gum, hydrocolloids, sensory analysis

Děkuji své vedoucí práce slečně Ing. Pavlíně Pečivové, Ph.D. za její odborné vedení, poskytnutí materiálů a užitečných rad, které mi pomohly ke zpracování mé diplomové práce a dále za její čas, věnovaný konzultacím mé práce.

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

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÚVOD</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....                                 | <b>11</b> |
| <b>1 HISTORIE A VÝVOJ PIZZY</b> .....                          | <b>12</b> |
| 1.1 PRVNÍ PODOBA PIZZY .....                                   | 12        |
| 1.2 1. STOLETÍ NAŠEHO LETOPOČTU .....                          | 12        |
| 1.3 ZMĚNA PODOBY V 16. – 18. STOLETÍ .....                     | 13        |
| 1.4 SLAVNOSTNÍ PREMIÉRA PIZZY V 19. STOLETÍ.....               | 13        |
| 1.5 DŮLEŽITÉ ÚDAJE 20. STOLETÍ .....                           | 14        |
| <b>2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PŠENIČNÉ MOUKY</b> .....                 | <b>15</b> |
| 2.1 PŠENICE.....   | 15        |
| 2.2 PŠENIČNÁ MOUKA .....                                       | 16        |
| 2.2.1 Polysacharidy – složení škrobu a jeho vlastnosti .....   | 16        |
| 2.2.2 Bílkoviny pšenice .....                                  | 19        |
| 2.3 HODNOCENÍ KVALITY PŠENIČNÉ MOUKY PRO PEKAŘSKÉ ÚČELY .....  | 24        |
| <b>3 HYDROKOLOIDY</b> .....                                    | <b>27</b> |
| 3.1 PEKTIN .....   | 27        |
| 3.1.1 Získávání .....  | 27        |
| 3.1.2 Chemická struktura .....                                 | 28        |
| 3.1.3 Vlastnosti.....  | 30        |
| 3.2 ARABSKÁ GUMA.....  | 31        |
| 3.2.1 Získávání .....  | 31        |
| 3.2.2 Chemická struktura .....                                 | 31        |
| 3.2.3 Vlastnosti.....  | 32        |
| 3.3 PŮSOBENÍ HYDROKOLOIDŮ V TĚSTĚ A PEKAŘSKÝCH VÝROBCÍCH ..... | 33        |
| 3.3.1 Účinek arabské gumy .....                                | 33        |
| 3.3.2 Účinek pektinu .....                                     | 34        |
| <b>4 OSTATNÍ PŘÍSADY</b> .....                                 | <b>35</b> |
| 4.1 DROŽDÍ .....   | 35        |
| 4.2 OLEJ .....   | 36        |
| 4.3 SŮL JEDLÁ .....  | 36        |
| 4.4 VODA .....   | 37        |
| <b>5 TECHNOLOGIE VÝROBY PIZZY</b> .....                        | <b>38</b> |



|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 5.1       | PŘÍPRAVA A MÍSENÍ TĚSTA.....   | 38        |
| 5.2       | KYNU TÍ .....  | 38        |
| 5.3       | TVAROVÁNÍ.....   | 40        |
| 5.4       | PEČENÍ .....   | 40        |
| <b>6</b>  | <b>CÍL PRÁCE .....</b>   | <b>42</b> |
| <b>II</b> | <b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>7</b>  | <b>METODIKA .....</b>  | <b>44</b> |
| 7.1       | VÝROBA PIZZOVÝCH KORPUSŮ.....  | 44        |
| 7.1.1     | Materiál pro výrobu.....   | 44        |
| 7.2       | POPIS EXPERIMENTU .....  | 46        |
| 7.3       | CHEMICKÁ ANALÝZA.....  | 46        |
| 7.3.1     | Stanovení obsahu vody.....   | 46        |
| 7.3.2     | Stanovení pH .....   | 46        |
| 7.4       | SENZORICKÁ ANALÝZA .....   | 47        |
| <b>8</b>  | <b>VÝSLEDKY .....</b>  | <b>48</b> |
| 8.1       | CHEMICKÉ ANALÝZY .....   | 48        |
| 8.1.1     | Stanovení obsahu vody.....   | 48        |
| 8.1.2     | Stanovení pH .....   | 49        |
| 8.2       | SENZORICKÁ ANALÝZA .....   | 50        |
| 8.2.1     | Hodnocení I. série pizz (s přidavkem jablečného pektinu) .....               | 51        |
| 8.2.2     | Hodnocení II. série pizz (s přidavkem arabské gumy) .....                    | 53        |
| 8.2.3     | Hodnocení III. série pizz (kombinace jablečného pektinu a arabské gumy)..... | 55        |
| 8.3       | DISKUZE .....  | 57        |
| 8.4       | EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....   | 58        |
|           | <b>ZÁVĚR .....</b>   | <b>60</b> |
|           | <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>  | <b>61</b> |
|           | <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>                              | <b>67</b> |
|           | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>  | <b>68</b> |
|           | <b>SEZNAM TABULEK.....</b>   | <b>70</b> |
|           | <b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>  | <b>71</b> |

## ÚVOD

Použití hydrokoloidů se v dnešní době rozšiřuje do mnoha průmyslových odvětví, jako je např. mlékařský průmysl, masná výroba, výroba džemů a marmelád nebo třeba pekařský průmysl. Jejich význam je jak v produkci klasických potravin, tak i pro vývoj potravinářských výrobků s netradičními vlastnostmi. Hydrokoloidy mají vliv na funkční vlastnosti potravin, jako je struktura a textura a dále jsou významné pro své emulgační, stabilizační nebo např. rosolotvorné schopnosti.

Z praktického hlediska je důležité vhodné použití jednotlivých hydrokoloidů pro konkrétní účel. Mezi jednotlivými hydrokoloidy jsou totiž velké rozdíly ve vlastnostech a jejich schopnostech, což může ovlivnit konečný výrobek jak pozitivně, tak negativně.

V pekařském průmyslu je hlavním cílem použití hydrokoloidů zlepšení texturních vlastností pekařských výrobků, zvětšení objemu, zabránění vysychání a tvrdnutí, popř. je možné použití hydrokoloidů i z důvodu výživového, a to buď jako doplněk stravy ve formě vlákniny nebo jako náhrada nevhodných látek pro lidi se speciální dietou.

Cílem diplomové práce je zjistit vliv hydrokoloidů na těsto pro výrobu pizzových korpusů a jejich účinek na organoleptické vlastnosti pizzových korpusů.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 HISTORIE A VÝVOJ PIZZY

## 1.1 První podoba pizzy

První náznaky pizzy se objevily už před několika tisíciletími. Již ve starověkém Egyptě byla jako hlavní potrava chléb, kterého bylo kolem 40 – 50 druhů. Tzv. kvašený chléb si začali lidé vyrábět cca 1500 let př. n. l. Jedním z druhů byl chléb ve tvaru plochého koláče. Pro jeho výrobu se používala převážně pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoceum*), která nebyla mletá tak jemně, jako dnes a obsahovala mimo jiné i drobné částičky křemene a dalších nerostů, které se odrolovaly od kamenů používaných k mletí obilí. Těsto na chleba se skládalo z mouky, kvasnic, soli (používala se sůl těžená, mořská sůl byla považována za nečistou) a vody, ale lidé si ingredience podle svého bohatství různě obměňovali [1,2,3].

Původ pizzy nemůže být konkrétně přiřčen jedné národnosti, protože její předchůdci se objevovali všude, kde se naučili tajemství míchání vody s moukou (později i s kvasnicemi) a pečení na rozpáleném kameni. Starověcí Řekové pokrývali jejich chléb oleji, bylinkami a sýrem. Říká se, že nápad používat chleba jako talíř pochází z Řecka, kde jedli tenký kulatý chleba (plankuntos), použitý předtím jako talíř, bylo to šetrné a pohodlné. Na vrcholu Perské říše (v 6. stol. př. n. l.) zase vojáci Daria Velikého, zvyklí na dlouhé pochody, pekli druh tenkého chleba na svých štítech, a potom ho pokrývali sýrem a datlemi [4,5].

Římané vyvinuli tzv. placentu, což byly listy těsta, pokryté sýrem a medem a ochucené bobkovým listem. Marcus Porcius Cato (234-149 př. n. l.) rovněž známý jako Cato Starší, napsal první dějiny Říma – *De Agri Cultura*. Psal zde o „plochem kole těsta upraveném olivovým olejem, bylinkami a medem, pečeném na kameni“ [4,5].

## 1.2 1. století našeho letopočtu

Znalosti o stolování v Římě pochází převážně z vykopávek v Pompejích, ale také z velké kuchařské knihy Marka Gavia Apicia s názvem „De Re coquinaria“. Apicius byl kulinářský odborník a z jeho spisů získáváme informace o starověké římské kuchyni. Apiciova kniha obsahuje také recepty, které zahrnují přidávání různých variant ingrediencí na bázi chleba

(vyhloubený bochník). Receptura používá kuřecí maso, piniové oříšky, sýr, česnek, mátu, pepř a olej (všechny suroviny současné pizzy) [5].

V roce 79 n. l. byl v popelu, který pokryl Pompeje po erupci hory Vesuv, nalezen důkaz o tenkém moučném dortu, který byl pečen a sněden v této době v Pompejích a okolí Neopolis, řecké kolonie, která se stala Neapolí. Důkazem jsou také obchody nalezené v Pompejích doplněné mramorovými deskami a jinými nástroji obchodu, které se podobají konvenční pizzerii. Muzeum Nazionale v Neapoli vystavuje sochu z Pompejí, která se pro svůj postoj nazývá I pizzaiolo (ten kdo dělá pizzu) [5].

### 1.3 Změna podoby v 16. – 18. století

Pizza (respektive tenký chléb) se dlouho dobu neměnila a její složení bylo stále stejné. Změna nastala až s přivezením rajčat do Evropy v letech 1530. Rajčata byla nejprve považována za jedovatá, a proto se pěstovala pouze pro dekoraci. Ovšem tvořiví (a nejspíš hladoví) rolníci Neapole začali pravděpodobně smrtící ovoce používat do mnoha jídel, zahrnující i první jednoduchou pizzu, jak ji známe dneska. Tato doba se stala osudnou pro italskou kuchyni, ačkoliv trvalo ještě dlouhou dobu než společnost přijala jídlo chudých. Jakmile ale šlechta okusila poprvé pizzu, nemohla se jí nabažit. Pizza se do té doby prodávala na ulicích Neapole, jako každodenní jídlo. Se zvyšující se popularitou ustoupili pouliční obchodníci do skutečných obchodů, kde si zákazníci mohli objednat pizzu s nejrůznějšími přísadami. Celá Itálie prohlásila Neapolský koláč za nejlepší [5,6].

V 17. století pizza dosáhla místní popularity mezi návštěvníky Neapole, kteří se odvážili do chudších oblastí ochutnat tento rolnický pokrm dělaný muži zvanými „pizzaioli“. V 18. století královna Maria Carolina d'Asburgo Lorena, manželka krále Neapole Ferdinanda IV, měla speciální pec, postavenou v jejich letním paláci Capodimonte tak, že jejich kuchař mohl servírovat pizzu pro ni a její hosty [5].

### 1.4 Slavnostní premiéra pizzy v 19. století

V roce 1830 se „Antica Pizzeria Port'Alba“ v Neapoli stala první skutečnou pizzerií a tato starobylá instituce stále vyrábí mistrovská díla [6].

V roce 1889 navštívil o letních prázdninách Neapol král Umberto I a jeho manželka, královna Margherita di Savoia. Pozvali na slavnost na svůj palác Capodimonte nejlepšího

pizzaioli, Rafaela Esposita, aby ochutnali jeho speciality. Esposita připravil pro královnu pizzu tří barev, v barvách italské vlajky. Červená z rajčat, bílá z mozzarely a zelená z čerstvé bazalky se stala oblíbená nejen pro královnu, ale i pro celý svět. Kuchař věnoval jeho specialitu královně a nazval ji „Pizza Margherita“. Tato pizza je standardem pro dnešní pizzu, která se z ní vyvíjela [5,6,7].

Ke konci 19. století byla pizza prodávána na neapolských ulicích ke snídani, obědu a večeři. Pizza byla upečena v pekařské peci, měla jednoduché přísady hřibů a ančoviček a krájela se z velkého talíře. Se stoupající popularitou pizzy, byly postaveny stánky, kde bylo těsto tvarováno, jak si zákazníci objednali. Přidávaly se různé přísady. Stánky se brzy přesunuly do pizzerií, což bylo otevřené místo, aby se lidé mohli scházet, pít, jíst a vykládat si [5].

Pizza se stěhovala do Ameriky s Italy ve druhé polovině 19. století. V Chicagu byla pizza představena podomním obchodníkem, který chodil nahoru a dolů po Taylor Street s kovovými necky na hlavě, ve kterých byla pizza. Toto byla tradiční cesta prodeje pizzy v Neapoli, v měděných válcových bubnech s falešnými dny, které byly naplněné uhlím z pece, aby udržovaly pizzu teplou. Jméno pizzerie bylo vylisováno na bubnu [5,8].

## 1.5 Důležité údaje 20. století

První pizzerie v Severní Americe byla otevřena v roce 1905 Gennarem Lombardi na Spring Street v New Yorku. V roce 1943 byl vytvořen Chicago styl deep-dish pizza (pizza s tenkou vrstvou, která vzroste o palec nebo více nad talíř a je obklopena hromadou omáček). Vytvořil ho Ike Sesekl v jeho baru a grilu s názvem Pizzeria Uno. S rozmístěním amerických vojáků v Itálii během druhé světové války přišel rostoucí zájem o pizzu. Když se vojáci vrátili z války, přinesli s sebou chuť na pizzu. První komerční pizza koláč mix „Roman Pizza Mix“ byl vyroben ve Worcesteru Massachusetts Frankem A. Fiorellem v roce 1948. V roce 1957 byly představeny mražené pizzy a objevovaly se v místních obchodech se smíšeným zbožím. Poprvé byly uvedeny na trh bratry Celentano. Pizza se brzy stala nejpopulárnější ze všech mražených jídel [5,8].

V dnešní době není pizza omezena pouze na plochý kulatý typ. Je to taky plněná pizza, pizza kapsa, rolovaná pizza, pizza závin atd., to vše s kombinacemi omáček, sýrů a přísad omezeno pouze tvořivostí [5,8].

## 2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PŠENIČNÉ MOUKY

Mnoho připravovaných spotřebitelských potravin obsahují jako přísadu mouku. Ovšem existující mouky ne vždy splňují požadavky průmyslu. Např. v průmyslové výrobě bylo zaznamenáno, že základ pizzy se často liší v kvalitě den ode dne. To lze přičíst variabilitě jednotlivých šarží mouky, změně v receptuře nebo ve zpracování pizzy.

Kvalita bílkovin v mouce je jedno z hlavních kritérií při výrobě pizzy. Po zformování těsta se vytvoří ve vodě nerozpustná bílkovina nazývaná lepek. Způsob, jakým se kousek lepku natahuje nebo smršťuje má významný vliv na konečný produkt. Mouka pro průmyslovou výrobu základu na pizzu si vyžaduje „silný tažný lepek“, takže po tom, co je těsto vytaženo, si udrží svůj tvar. Mouka s příliš silným nebo příliš slabým lepkem by měla za následek těsto s nežádoucím průměrem. Pro výrobu pizzy se tedy používá pšeničná mouka hladká s vysokým obsahem lepku [9].

### 2.1 Pšenice

Pšenice je dominantní obilovinou v řadě zemí světa včetně ČR. Taxonomicky je řazena k rodu *Triticum*, pěstuje se v mnoha odrůdách, přičemž komerčně nejdůležitější je *Triticum aestivum* (pšenice setá) *subspecies vulgare* a tvrdá pšenice *Triticum durum*, která se používá téměř výhradně pro výrobu těstovin. Pšenice setá má nelámaný klas, bezosinatý i osinatý, různě hustý. Plevy a pluchy jsou vejčité nebo podlouhle vejčité se zřetelným kýlem, obilky nahé, buclaté na průřezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem na protější straně ochmýřené. Z botanického hlediska se člení druh *T. aestivum* na čtyři varianty podle barvy a osinatosti klasů. Pšenice setá má ozimou i jarní formu. V ČR se více pěstuje forma ozimá (cca 94 % ploch). Podíl pšenice na produkci všech obilovin má dlouhodobě vzrůstající tendenci. Většina produkované pšenice je určena pro lidskou spotřebu a vzhledem k jejím jedinečným vlastnostem se z ní vyrábí celá řada nejrůznějších ingrediencí [10].

Pro běžné pekařské účely se převážně používá pšenice obecná. Z hlediska zpracovatelů mouk je významné třídění odrůd pšenice obecné na měkké a tvrdé, je nutné je ale odlišovat od pšenice *durum*. Při mlynářském zpracování je sledována tvrdost pšenice, která souvisí s obsahem a kvalitou pšeničné bílkoviny. Mezi tvrdostí zrna a pekařskou kvalitou existuje určitá souvislost a je uznáváno, že tvrdší pšenice jsou pekařsky kvalitnější. Za hlavní měřítko pekařské kvality se celosvětově považuje objem získaného pečiva [11].

## 2.2 Pšeničná mouka

Zpracovatelské vlastnosti mouky souvisejí se základní stavební strukturou obilného zrna, a to s jeho chemickým složením, strukturním uspořádáním hlavních chemických složek a s jejich změnami v důsledku reakcí probíhajících uvnitř zrna při jeho zrání, vymílání mouky, skladování obilí a mouky. Mouka po semletí mění svoje vlastnosti, postupně vyzrává, zvyšuje pekařskou sílu lepku a její kvalita se ustaluje až po určitou dobu. Pro pekařskou výrobu to přináší zvýšení kvality, ovšem pro výrobu trvanlivého pečiva je takové vyzrávání mouk nežádoucí [12].

Základními složkami pšenice a pšeničných mouk jsou sacharidy a bílkoviny, přičemž jejich podstatná část je tvořena přírodními polymery – polysacharidy a bílkovinami. V malých množstvích jsou v zrnech také obsaženy další obvyklé složky jakou jsou lipidy, minerální látky, a ve velmi malých množstvích vitaminy, barviva atd. [11].

### 2.2.1 Polysacharidy – složení škrobu a jeho vlastnosti

Nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin vedle bílkovin jsou z technologického hlediska polysacharidy. Zpravidla se polysacharidy obilných zrn dělí podle významnosti na škrob a na skupinu neškrbových polysacharidů. Škrob se nachází v zrnech obilovin v endospermu a tvoří přibližně 60 – 70 % sušiny obilí. V mouce je jeho obsah vyšší cca 80 %, jelikož je tvořena převážně endospermem [11].

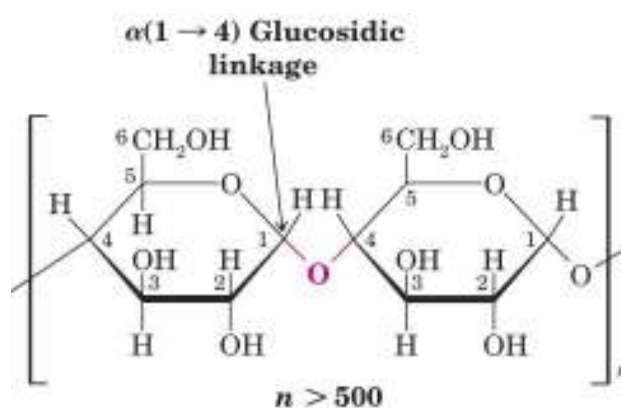
Škrob je uložen v nerozpustných micelách nazývaných škrobová zrna nebo škrobové granule, které mají druhově specifický, geneticky daný tvar a rozměry. Cereální škroby mají bimodální distribuci granulí. Velké granule typu A mají tvar čočky a průměr kolem 20  $\mu\text{m}$ , malé granule typu B jsou sférické částice s průměrem kolem 5  $\mu\text{m}$  [13].

Škrob jako takový není jednotnou látkou, ale je složen ze směsi dvou hlavních složek, amylosy a amylopektinu, a malého množství doprovodných látek, např. lipidů. Chemické složení amylosy i amylopektinu je velmi podobné. Základní jednotkou v obou případech je D-glukopyranosa. V molekule amylosy jsou jednotlivé glukosové jednotky spojeny glykosidickou vazbou  $\alpha(1\rightarrow4)$  v dlouhý rovný řetězec, zatímco v molekule amylopektinu se vyskytují vazby  $\alpha(1\rightarrow4)$  i  $\alpha(1\rightarrow6)$ , čímž je způsobeno jeho větvení [14].



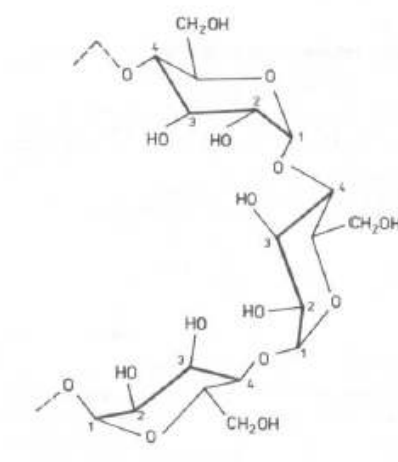
Řetězec vytváří pravděpodobně vlivem vodíkových vazeb šroubovici, která se na různých místech ohýbá a vlivem intramolekulární vodíkové asociace může vytvářet na některých místech i smyčky [14].

**Amylosa** – tvoří zhruba 20 – 25 % hmotnosti škrobu, u škrobů obilovin obsahuje 1000 – 2000 glukosových molekul. Amylosa je částečně esterifikována kyselinou fosforečnou. Pšeničný škrob obsahuje 0,055 % fosforu. Molekula má jeden redukující zbytek monosacharidu [13,15].



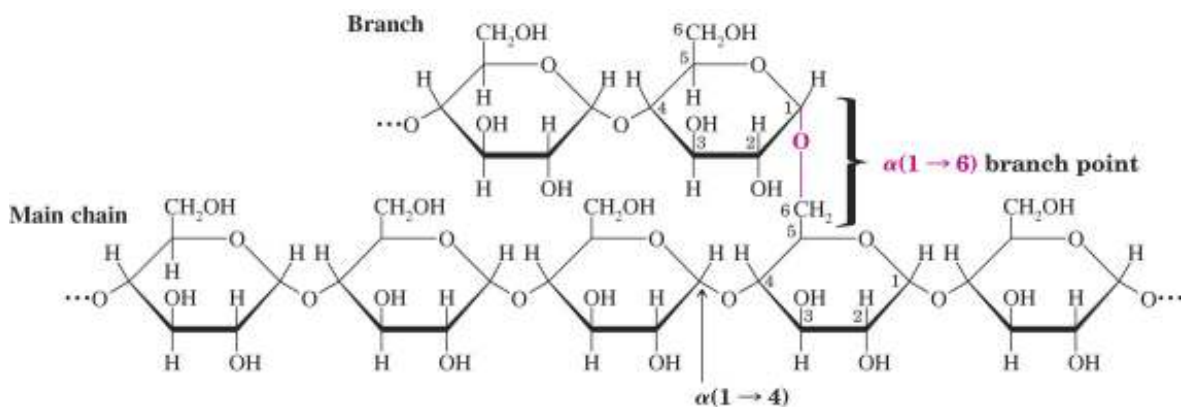
Obr. 1. Amylosa [16]

Molekula amylosy je díky převládajícím vazbám  $1 \rightarrow 4$  ve vodě a v neutrálních roztocích náhodně svinutá, místy s helikální strukturou (obr. 2), vytváří levotočivou šroubovici. Její molekulová hmotnost se pohybuje mezi 180 – 1000 kDa [13].



Obr. 2. Helikální úsek molekuly amylosy [15]

**Amylopektin** – tvoří asi 75 – 80 % hmotnosti škrobu, obsahuje 50 000 – 1 000 000 glukosových jednotek. Asi na 400 glukosových zbytků připadá jeden zbytek esterifikovaný kyselinou fosforečnou. Makromolekula amylopektinu má mnohonásobně větvenou strukturu, kterou tvoří 3 typy řetězců – vnější, vnitřní a hlavní řetězec. Molekula má jeden redukující konec hlavního řetězce. Relativní molekulová hmotnost amylopektinu se pohybuje mezi 10 – 200 MDa [13,15].



Obr. 3. Amylopektin [16]

Škrob má mnoho významných vlastností, z fyzikálních vlastností jsou nejvýznamnější schopnost mazovatění (želatinace), bobtnání a retrogradace [12].

Zrna jsou ve studené vodě nerozpustná, pouze bobtnají a tvoří suspenzi. V tomto případě se jedná o reverzibilní proces. Při teplotě nad 60°C ve vodě mazovatí a viskozita vzniklého mazu se prudce zvyšuje a s pokračujícím záhřevem viskozita klesá. Proces mazovatění během zahřívání lze charakterizovat určitým rozmezím teplot a určitou dobou. Želatinační teplota závisí na druhu škrobu a vzájemném poměru škrobu a vody, pH prostředí a přítomnosti dalších složek (soli, cukry, lipidy, bílkoviny). V procesu želatinace jsou změny škrobových zrn nevratné [12,13,17].

Ochlazením škrobového mazu viskozita opět roste, jelikož se obnovují vodíkové vazby mezi makromolekulami amylosy a amylopektinu. Při dostatečné koncentraci škrobu vzniká pevná trojrozměrná síť zachycující velké množství vody, tzv. škrobový gel [13].

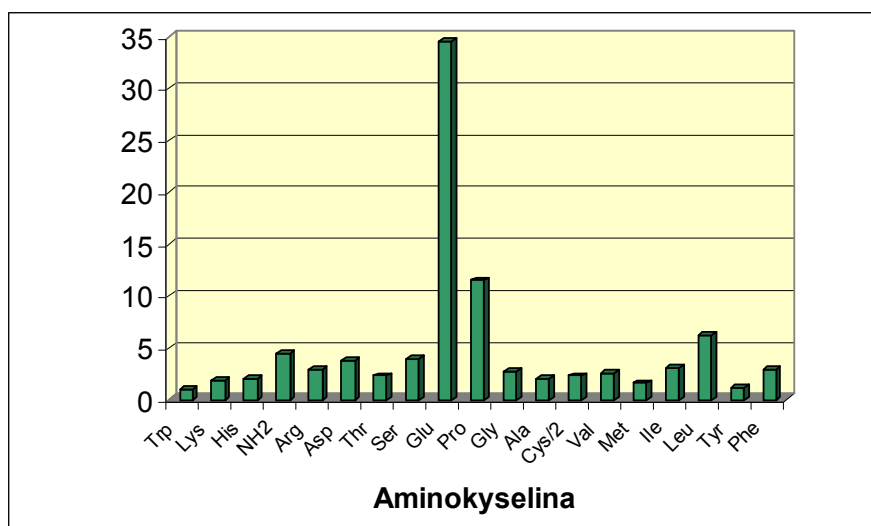
Škrobový gel je hlavním nositelem vláčnosti a vody obsažené ve stříde výrobků. Posléze, zejména při nižších teplotách, uvolňuje část vody a ztrácí svoji původní pružnost. Proces nazývaný retrogradace škrobu způsobuje do značné míry stárnutí pečiva [12].

### 2.2.2 Bílkoviny pšenice

Obiloviny patří k nejvýznamnějším zdrojům proteinů ve výživě člověka a domácích zvířat, a proto je jejich spotřeba velmi vysoká. Značná část proteinů přechází při mlýnské úpravě obilí do otrub a je zkrmována. Klíček nebo pluchy jsou bohatší na obsah proteinů než endosperm a vnější subaleurónové oblasti zrna jsou také bohatší na proteiny než vrstvy vnitřní. Obsah proteinů v mouce tedy do jisté míry závisí na stupni vymílání [14].

Bílkoviny jsou biopolymery aminokyselin, které vznikly procesem proteosyntézy. Jejich molekula je tvořena více než 100 aminokyselinami, přičemž standardně se v proteinech vyskytuje 20 základních aminokyselin. Aminokyseliny (AMK) jsou vzájemně propojeny amidovou vazbou CO-NH, která se nazývá peptidová. Peptidová vazba vniká mezi –OH skupinou z karboxylového konce jedné aminokyseliny a –NH<sub>2</sub> skupinou druhé aminokyseliny za současného odštěpení molekuly vody [18].

Vlastnosti bílkovin závisí na chemickém složení a na strukturním uspořádání. Mezi nejvýznamnější AMK obilovin patří glutamin, prolin, leucin, cystein, lysin a glutamová kyselina. Jednotlivé aminokyseliny zastoupené v řetězci bílkovin mají svůj význam při tvorbě prostorové struktury těsta a jsou určující pro jeho reologické vlastnosti [12].



Obr. 4. Obsah aminokyselin v proteinu (g na 16 g N) [14]

Z obrázku (Obr. 4) je zřejmé, že kyselina glutamová tvoří hlavní podíl aminokyselin cca 34,6 %. Téměř vždy se ovšem vyskytuje jako glutamin a jeho obsah představuje více než 1/3 z celkového podílu aminokyselin. Glutamin obsahuje dvě aminoskupiny a může tvořit vodíkové vazby mezi jednotlivými řetězci bílkovin. I když vazebná síla vodíkových vazeb

je malá, vzhledem k velkému obsahu glutaminu v pšeničném proteinu je jejich podíl velmi významný. Druhou nejvíce zastoupenou AMK je prolin (cca 11,5 %), který obsahuje volně otáčivou vazbu mezi karboxylovou skupinou a zbytkem molekuly, a tím umožňuje značnou tvarovou přizpůsobivost bílkovinných řetězců při vnějších mechanických působeních. V důsledku toho jsou možné různé strukturní změny při hnětení, kypření, přetuzování těsta a při stavbě jeho struktury. Význam má také cystein, který obsahuje ve své molekule síru. Dvě molekuly cysteinu mohou vytvořit velmi pevnou disulfidovou vazbu, a tak pevně propojit sousední bílkovinné řetězce. Funkční význam leucinu spočívá v přítomnosti nepolárního řetězce v jeho molekule. Kyselina glutamová a lysin jsou významné díky svému náboji, jelikož se mohou zapojovat do iontových interakcí. Glutamová kyselina nese záporný náboj, molekula lysinu má kladný náboj [11,12].

Struktura bílkovin je popsána na několika úrovních. Primární struktura proteinů udává údaje o kovalentní struktuře molekuly. Je určena počtem a pořadím aminokyselinových zbytků v řetězcích a jejich sekvence se uvádí vždy od N-konce k C-konci hlavního řetězce. Sekundární struktura popisuje prostorové uspořádání atomů (konformaci) v hlavním polypeptidovém řetězci. Sekundární struktury lze rozdělit na pravidelné, které vznikají stočením řetězce do šroubovice, čili helixu nebo tvoří  $\beta$ -struktury (skládány list) a na nepravidelné struktury, ve kterých se nacházejí různá ohnutí, stočení nebo jiné deformace teoretických tvarů. Terciární struktura určuje celkovou konformaci polypeptidového řetězce a prostorové uspořádání postranních řetězců. Kvarterní strukturu mohou tvořit jen některé molekuly proteinu. Jedná se o počet a prostorové uspořádání globulárních podjednotek, tzv. protomerů, v oligomerní molekule a nepřihlíží se ke vnitřní struktuře podjednotek [18].

Každá molekula bílkoviny má svoji specifickou strukturu, která ji umožňuje vykonávat funkci, předem předurčenou. Konformace, která se vytváří v průběhu biosyntézy skládáním jednotlivých polypeptidových řetězců, se nazývá nativní konformace. Při porušení struktury proteinu, dochází ke ztrátě biologické funkce bílkoviny a nastane tzv. denaturace.

Při výrobě pekařského výrobku dochází zejména k tepelné denaturaci bílkovin a obvykle se spojuje se ztrátou vody z nabobtnalé bílkovinné struktury. Denaturace bílkovin je jeden z hlavních biochemických dějů v procesu pečení, kdy se poté z pšeničné bílkovinné struktury stává pružná, ale pevná prostorová síť, která tvoří nosnou kostru hotového výrobku [12,18].

### Vlastnosti pšeničných bílkovin

Zralá zrna obilovin obsahují podle druhu a odrůd v průměru 9 – 13 % bílkovin v sušině. Pšeničné bílkoviny byly rozděleny podle jejich rozpustnosti do čtyř skupin (1907 Osbourne) následovně:

- albuminy, jsou rozpustné ve vodě nebo ve zředěných roztocích soli a sráží se za tepla,
- globuliny, jsou nerozpustné ve vodě, ale rozpustné ve zředěných roztocích soli, ovšem ve vyšších koncentracích soli nerozpustné,
- prolaminy, jsou rozpustné ve vodném alkoholu,
- gluteliny, jsou rozpustné ve zředěných roztocích kyselin nebo zásad, čistících prostředcích, nebo v disociačních (močovina) nebo redukčních ( $\beta$ -mercaptoetanol) činidlech.

Z technologického hlediska jsou nejvýznamnější bílkoviny zásobní, obsažené v endospermu obilovin, které mají pekařské využití. Zásobní bílkoviny pšenice jsou jedinečné, jelikož to jsou také funkční proteiny. Nemají enzymovou aktivitu, ale jsou to jediné obilné proteiny schopné tvořit pevné, soudržné těsto, které zadržuje plyn a vznikají tak lehké pekařské výrobky. Mohou být snadno izolovány odstraněním škrobu, albuminu a globulinu vypíráním těsta vodou [20].

V pšenici jsou zejména důležité zásobní gliadiny, jejichž obsah se pohybuje v rozmezí 4 - 5 % a gluteniny, jejichž obsah se také pohybuje okolo 4 - 5 %. Společně tvoří v pšeničném zrně asi 80 % všech bílkovin [17,21].

Gliadiny a gluteniny jsou ve vodě nerozpustné, bobtnají pouze omezeně a za současného mechanické energie při hnětení v přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný gel, který se nazývá lepek. Při hnětení pšeničné mouky s vodou dochází právě ke vzniku lepku a ten tvoří základní stavební jednotku těsta. Lepek je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, jeho tažnosti a pružnosti. V nativním zrně ani v mouce ještě ve skutečnosti lepek neexistuje a vytváří se až po propojení prostorové sítě pšeničné bílkoviny [12].

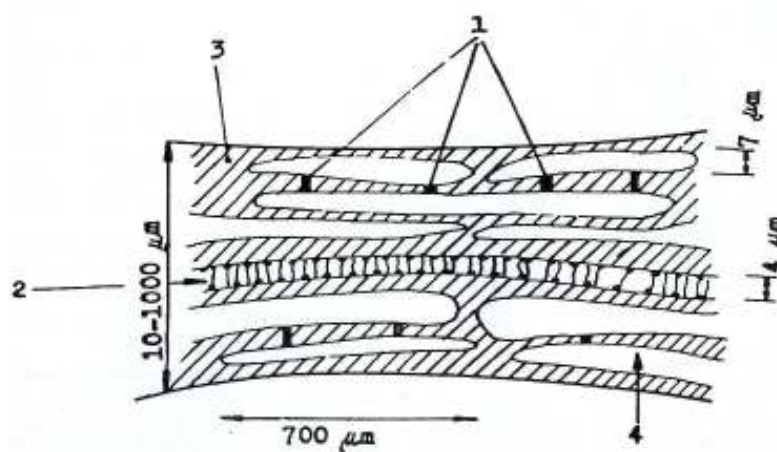
Lepek je důležitým zdrojem bílkovin ve výživě, a to jak v potravinách připravených přímo ze zdrojů, které ho obsahují, tak i jako přísada do potravin s jinak nízkým obsahem bílkovin [17].

### **Chemické složení, struktura a vlastnosti lepku**

Pšeničný lepek neboli gluten byl poprvé popsán Beccarim v roce 1745. Za klíčové složky jsou považovány dvě frakce – gliadiny a gluteniny, které jsou zde zastoupeny v poměru 2 : 3. Aminokyselinové složení gliadinů je typické vysokým obsahem glutaminu (36 – 45 %) a prolinu (14 – 30 %). Naopak nízké je zastoupení aminokyseliny tryptofanu a poněkud méně jsou obsaženy kyseliny asparagová a glutamová a bazické aminokyseliny. Nízký obsah polárních aminokyselin souvisí s malou rozpustností gliadinu ve vodě. Gliadin je složen z celé řady bílkovinných komponent, jejich počet se odhaduje asi na padesát jednotlivých proteinů [22].

Vlivem obsahu polymerních gluteninů se lepek vyznačuje vysokou elasticitou a naopak viskozita je způsobena přítomností monomerních gliadinů. Gliadin je složen z úseků helixů a z části náhodnými ohyby, v jeden spojitý řetězec bílkoviny. Helixy jsou udržovány vodíkovými vazbami a ohyby řetězce jsou drženy pevnými disulfidovými (S-S) vazbami. Jejich molekulová hmotnost (MWs) se pohybuje kolem 28 000 – 55 000 a podle jejich primární struktury je lze rozdělit na alfa, beta, gama a omega typ [12,23].

Glutenin je složitý komplex tvořený mnoha řetězci různé velikosti. Nízkomolekulární řetězce jsou uvnitř gluteninu udržovány disulfidovými a vodíkovými vazbami, ale navenek jsou s ostatními řetězci spojeny jen vodíkovými vazbami a udržovány hydrofóbními silami. V koncových doménách nízkomolekulárních řetězců se vyskytují –SH skupiny aminokyselin. Vysokomolekulární složky mají dva druhy disulfidových vazeb intrařetězcové – obdobně jako gliadin – a interřetězcové, které udržují pevnou a pružnou strukturu. Na základě primární struktury byly gluteninové podjednotky rozděleny na vysokomolekulární (HMW) podjednotky (MW = 67 000 – 88 000) a nízkomolekulární (LMW) podjednotky (MW = 32 000 – 35 000) [23].



Obr. 5. Model struktury hydratovaného lepkového vlákna [17]

Popis struktury: 1 - vodíkové můstky, 2 – vrstva lipoproteinu, 3 – vodní fáze, 4 - bílkovinné destičky

Každý druh lepkové bílkoviny se skládá ze dvou nebo tří různých strukturních domén. Jedna z nich obsahuje unikátní repetitivní sekvenci bohatou na glutamin a prolin. Nativní gluteniny jsou tvořeny páteří zformovanou z HMW podjednotek polymerů a z LMW podjednotek polymerů oddělujících se z HMW podjednotek. Nekovalentní vazby, jako jsou vodíkové vazby, iontové vazby a hydrofobní vazby jsou důležité pro agregaci gliadinů a gluteninů a podmiňují strukturu a fyzikální vlastnosti těsta [12,23].

Lepek je složitý systém, jehož páteř tvoří gluteninové frakce a k nim jsou různě pevně připojeny molekuly gliadinů. Pro vyhodnocení pekařské kvality je rozhodující vzájemný poměr vysokomolekulárních a nízkomolekulárních frakcí lepku [12].

V současné době, podle nashromážděných informací, by se dal lepek definovat v několika bodech:

- viskoelastická hmota, složená ze dvou třetin z vody a z jedné třetiny z gliadinových a gluteninových proteinů, která zbude z pšeničného těsta po vymytí ostatních složek vodou,
- směs vodou nerozpustných proteinů vyskytující se u některých obilovin,
- proteiny pšenice, žita a ječmene rozpustné v ethanolu, které u citlivých jedinců vyvolávají imunitní odpověď vedoucí k histologickým změnám sliznice tenkého střeva [22].

### 2.3 Hodnocení kvality pšeničné mouky pro pekařské účely

**Obsah popela** - hlavním rozlišovacím a jakostním kritériem u nás je obsah minerálních látek v mouce neboli obsah popela, podle čehož se mouka rozděluje na mouku hladkou světlou „Speciál“ T 530, polosvětlou T 650 a chlebovou T 700 a T 1000. Samotný obsah popela v pekařských moukách význam nemá [19].

Tab. 1. Obvyklé hodnoty základních jakostních parametrů pekařských mouk [19]

|                            | T 530       | T 650       | T 1000      |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Vlhkost (%)</b>         | 14,0 – 14,8 | 14,0 – 14,8 | 13,5 – 14,5 |
| <b>Popel (%)</b>           | 0,55 – 0,58 | 0,63 – 0,7  | 1,00 – 1,10 |
| Lepek (%)                  | 28 - 33     | 30 - 35     | 35 - 40     |
| Číslo poklesu (s)          | 200 - 300   | 200 - 300   | 200 - 300   |
| Farinogram:                |             |             |             |
| Vaznost (%)                | 55 - 60     | 55 – 60     |             |
| Stabilita (min)            | 4 - 7       | 3 - 6       |             |
| Extenzogram:               |             |             |             |
| Poměr v/d                  | 1,5 – 2,5   | 1,0 – 2,0   |             |
| Energie (cm <sup>2</sup> ) | 90 - 130    | 90 - 130    |             |

**Vlhkost mouky** – je stanovena vyhláškou č. 333/1997 Sb. v platném znění na 15 % jako maximální hodnota [24].

**Obsah lepku** – Lepková bílkovina vzniká v procesu hnětení těsta ze zásobních bílkovin endospermu zrna. Obsah lepkové bílkoviny spolu s jejími viskoelastickými vlastnostmi se podílejí na technologické jakosti potravinářské pšenice. Ne vždy vysoký obsah lepku bez zjištění jeho viskoelastických vlastností znamená vysokou technologickou jakost pšeničné odrůdy. Tento parametr lze ovlivni agroekologickými opatřeními, především dusíkatým a draselným hnojením.



Země EU nepoužívají jako kritéria obsah mokrého lepku, ale hodnotí obsah dusíkatých látek (hrubá bílkovina) a Zelenyho sedimentační test, který má vyšší korelační vztah k pekařské kvalitě než obsah mokrého lepku. Zelenyho test je v našich podmínkách zatím velice nákladný, takže se používá test v prostředí SDS [25].

**Hrubá bílkovina** – obsah je především ovlivněn minerálním hnojením, podmínkami ročníku a odrůdou. Stoupající obsah hrubé bílkoviny pozitivně působí na chování pečiva při pečení [25].

**Sedimentační test v prostředí SDS** – pro výslednou technologickou jakost potravinářské pšenice není důležitý pouze obsah bílkovin či mokrého lepku, ale především viskoelastické vlastnosti těchto bílkovin, umožňující fermentační procese v těstě (kynutí). Pomocí SDS-testu podle normy PN-232/93, se vyřadí nevhodné odrůdy pro pekárenské zpracování. U nás se zatím uplatňuje metoda podle Axforda (ve šrotu), ale předpokládá se také přechod na Zelenyho metodu [25,26].

**Plynotvorná schopnost mouky** – je podmíněna množstvím zkvasitelných cukrů a aktivitou amylolytických enzymů. Předpoklady pro účinnou tvorbu plynu v těstě jsou významné u mouk, které budou použity na výrobky kypřené biochemicky, tj. fermentací cukrů pekařským droždím nebo kvasinkami žitných kvasů. Optimální stav mouky je takový, kdy nebude příliš velký podíl škrobových makromolekul předem narušen (enzymově, mechanicky, tepelně) a současně bude dostatečná aktivita amylolytických enzymů po celou dobu zrání a kynutí těsta. To se pak projeví stabilní produkcí dostatečného objemu CO<sub>2</sub> od vyhnětení těsta až do umrtvení kvasinek po dosažení příslušné teploty střídy pečiva v peci. Předpokladem dobré plynotvorné schopnosti je tedy dobrý stav amylaso-škrobového komplexu v mouce [12,17].

**Síla mouky** – schopnost těsta zadržet kypřící plyn, vznikající při kynutí, což ovlivní jeho tvar a objem pečiva [17].

**Vaznost mouky** – je závislá na obsahu bílkovin, poškozených škrobových zrn a polysacharidů neškrobového typu (pentosany). Je ovlivněna také tvrdostí zrna, protože mouka z tvrdozrnných odrůd vykazuje větší mechanické poškození škrobu a v důsledku toho váže větší množství vody než měkké pšenice. Vaznost mouky je měřítkem výtěžnosti a stability těsta [25].

**Číslo poklesu** – ČSN ISO 3093 – (viskotest, Hagbergovo číslo, Falling Numer) se stalo v Evropě používaným kritériem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu před sklizní vlivem nadměrného příjmu vlhkosti. Metoda hodnotí stav sacharido-amylázového komplexu v mouce, a tím i vhodnost mouky pro pekařské účely. Amylázy jsou enzymy specificky degradující škrob. Během pečení amylázy snadno a rychle atakují hydratovaný škrob, přičemž tento proces je rychlý především tehdy, jsou-li ve značném množství přítomny termostabilní amylázy. Při přílišné degradaci škrobu se vytváří silně lepivé těsto a následně i střída. Ve mlýně je třeba aktivitu amyláz monitorovat – index rychlosti ztekucení škrobu, tzv. číslo poklesu v mezích od 60 do 100 sec je pro výrobu pekařského výrobku nejhorším ukazatelem. Optimální číslo poklesu je mezi 225 a 275 sec. Mazovatění škrobu je zpomalené a doba expanze těsta je prodloužena v porovnání s moukou postrádající amylázy (číslo poklesu ca 400 sec). Nedostatek amyláz rovněž zpomaluje fermentaci těsta bez cukru a prodlužuje dobu zrání. Vysoký stupeň poškození škrobu do určité míry nízkou hladinu amyláz kompenzuje [10,17,25,26].

**Pekařský pokus** – doplněk fyzikálně chemických metod. Ve většině zemí je naplňován Rapid Mix Testem popřípadě jeho modifikacemi. Základem testu je měření objemu pečiva získaného přesně definovaným postupem. Také se provádí komplexní hodnocení pečiva, které zahrnuje posouzení především vlastností těsta a pečiva, jako např. pružnost, povrch a lepivost těsta, vyvázanost a hnědnutí pečiva, stejnoměrnost pórů, pružnost střídy a chuť pečiva [17,25].

### 3 HYDROKOLOIDY

Hydrokoloidy zahrnují řadu polysacharidů a proteinů, které jsou dnes široce používány v různých průmyslových odvětvích, ve kterých vykonávají řadu funkcí. Mezi jejich hlavní schopnosti patří zahušťovací a želírující schopnost, stabilizace pěny, emulze a disperzí, brání tvorbě krystalů ledu a cukru a umožňují řízené uvolňování chutí [27,28].

Polysacharidy jsou makromolekulární látky složené z monosacharidů. Některé tvoří ve vodě koloidní roztoky, jiné ve vodě pouze bobtnají a jsou v ní zcela nerozpustné. Podle fyziologické funkce se polysacharidy dělí na rezervní a stavební. Oba typy se podílejí na fyzikálních vlastnostech potravin, neboť během technologických operací podléhají různým změnám, které se projevují především změnami v textuře [14].

#### 3.1 Pektin

Jde o skupinu složité směsi polydisperzních polysacharidů o proměnném složení. Vyskytuje se v pletivech vyšších rostlin jako součást stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor. V malém množství se také nachází v buněčných stěnách potravin. Nejvyšší koncentrace pektinu je v prostřední lamelle buněčné stěny. Pektiny vznikají a ukládají se hlavně v ranných stádiích růstu, kdy se zvětšuje plocha buněčných stěn. Značně ovlivňují texturu ovoce a zeleniny, která je závislá především na přítomnosti pektinů, jejich změny během růstu zrání, skladování a zpracování [13,29].

Tradiční použití pektinu bylo jako želírující činidlo, a to do značné míry určovalo, ze kterého druhu ovoce může být pektin vyroben. Hlavní pozornost se zaměřuje na dostupnost ovocných produktů v dostatečné kvalitě a množství. V současné době jsou hlavním zdrojem citrusové slupky, zbytky z extrakce z citrusové šťávy a oleje, jablečné výlisky a vysušené zbytky z jablečné šťávy [27].

##### 3.1.1 Získávání

Pektin se nachází v podstatě v každém ovoci a zelenině. Jeho obsah je vyšší u ovoce než v zelenině a pohybuje se okolo 1 %. Vyšší obsah pektinu se vyskytuje např. v jablkách, slívách, rybízu, méně je ho potom v třešních, višních, bezinkách a borůvkách, kde se jeho množství pohybuje pod 0,5 %. Ze zeleniny obsahují nejvíce pektinu rajčata a mrkev. Větší množství lze nalézt také v cukrové řepě [13].

Čistý pektin může být získán několika způsoby. Nejčastěji používaná metoda je smíchání koncentrovaného extraktu s organickým rozpouštědlem, ve kterém je pektin nerozpustný, ale které umožní zachycení mnoha nečistot v roztoku. Mezinárodní potravinářské normy umožňují používat jako rozpouštědlo pouze metanol, etanol nebo izopropanol [27].

Princip výroby je založen na hydrolýze pektocelulos a protopektinu, na které je pektin v rostlinných pletivech vázán a na vysrážení pektinu ze zahuštěného hydrolyzátu [13].

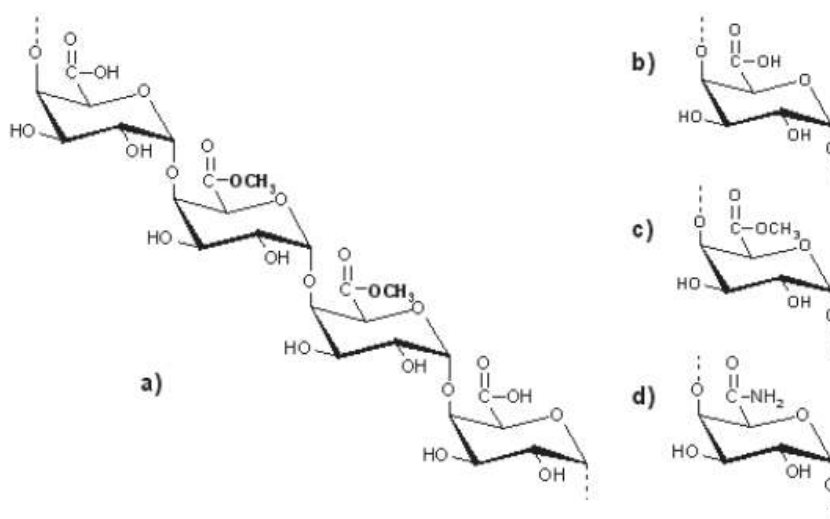
Surovina je přidána do horké vody, která obsahuje podpůrnou látku pro hydrolýzu (obvykle minerální kyselinu, ačkoliv by mohly být využity i třeba enzymy). Samotná voda by vyextrahovala pouze omezené množství pektinu. Koncentrace kyseliny a teplota závisí na zralosti ovoce, teplotě a stupni rozdrčení výlisků. Jablečné výlisky se hydrolyzují při pH 2,5 – 3 a při teplotě 80 – 100 °C po dobu 10 – 30 minut. Poté jsou sedimentací odděleny ostatní pevné látky a roztok je pročištěn a koncentrován částečným odstraněním vody na vakuových odparkách na 14 – 18 % RS. Nečistoty jsou odděleny filtrací, centrifugací nebo jinými způsoby.

Následně je koncentrovaná kapalina smíchána s alkoholem, aby se vysrážel pektin ve formě bílé sraženiny. V této fázi nebo později v procesu může být pektin částečně deesterifikován. Sraženina je oddělena, promyta ve větším množství alkoholu, aby byly odstraněny nečistoty a vysušena při teplotě 60 – 65 °C. Vysušený pektin je poté rozemlet na jemný prášek [30,31].

### 3.1.2 Chemická struktura

Strukturu pektinu je velmi obtížné určit, protože pektin se může během izolace z rostlin, skladování a zpracování rostlinného materiálu měnit. Také může být přítomna řada jiných pevných látek vedle hlavních složek [29].

Základní složka pektinu je tvořena lineárním řetězcem 25 – 100 jednotek D-galaktouronové kyseliny, tvořících minimálně 65 % hmotnosti molekuly, spojených glykosidovými vazbami  $\alpha$ -(1→4) nazývaná také polygalaktouronová kyselina. Tyto uronové kyseliny mají karboxylové skupiny, z nichž některé se přirozeně vyskytují jako metylestery nebo mohou být využity pro komerční výrobu karboxamidových skupin působením amoniaku [13,27,29].



Obr. 6. Základní struktura pektinu [32]

Pozn.: a) opakující se segment v molekule pektinu, b) karboxylová skupina, c) esterová skupina, d) amidová skupina v řetězci pektinu.

V molekule pektinu můžou být karboxylové skupiny esetrifikovány metanolem nebo mohou být acetylovány. Procento esterifikovaných skupin se udává jako stupeň metylace (SM). SM může dosáhnout ekvivalentu 14 % methoxyly, což znamená esterifikace mezi 50 až 80 %, v tomto případě se jedná o vysokoesterifikové pektiny. Zatímco molekuly s maximálně 7 % methoxyly, nebo-li stupněm esterifikace nižším než 50 % se nazývají nízkoesterifikované pektiny. Stupeň acetylce se udává jako SA a bývá obecně nízký [29,33].

Pektin obsahuje od několika set po asi 1000 jednotek sacharidů v řetězci, což odpovídá molekulové hmotnosti od 50 000 – 150 000 daltonů. Sekvence  $\alpha$ -D-galaktouronové kyseliny jsou ukončeny jednotkou  $\alpha$ -L-rhamnopyranosy vázané glykosidovou vazbou  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 2). Obsah rhamnosy v pektinech bývá 1 – 4 %. Kromě hlavních řetězců galaktouronové kyseliny přerušované rhamnosou se zde vyskytuje také řada neutrálních cukrů v postranních řetězcích. V největším množství je přítomna L-arabinsa a D-galaktosa, méně často D-xylosa, D-glukosa, D-mannosa a D-glukonová kyselina [32].

### 3.1.3 Vlastnosti

Pektiny jsou rozpustné v čisté vodě, ovšem nerozpustné ve většině organických rozpouštědlech. Rozpustnost ve vodě klesá s rostoucí molekulovou hmotností a stupněm esterifikace karboxylových skupin. Soli s monovalentními kationty pektinových a pektových kyselin jsou většinou rozpustné ve vodě. Di- a tri-valentní kationty solí jsou málo rozpustné nebo nerozpustné [13,32].

Stejně jako rozpustnost, také viskozita pektinu souvisí s molekulovou hmotností, SE, koncentrací přípravku a pH. Například faktory, které zvýší sílu gelu, zvýší také tendenci tvorby gelu, ale sníží rozpustnost a zvýší viskozitu a naopak. Tyto vlastnosti pektinu jsou funkcí jeho struktury, která je lineární polyaniont (polykarboxylát). Jako takové jsou monovalentní kationty solí pektinu v roztoku vysoce ionizovány a rozložení iontových nábojů v molekule má tendenci se odpuzovat díky elektrickému odporu. Stejný elektrický odpor mezi karboxylátovými anionty zabraňuje agregaci polymerních řetězců. Počet negativních nábojů je určen SE [32].

#### Tvorba gelu

Vzhledem k tomu, že pektin je nabitý hydrokoloid, je citlivý k různému pH a k větší či menší míře druhu a množství kationů přítomných v systému [27].

Vysoceesterifikované pektiny tvoří gely pouze v přítomnosti cukrů a za dostatečně nízkého pH, takže kyselé skupiny v polymeru nejsou zcela ionizovány. Optimální tvorba pro želírující pektiny je v prostředí o pH 3,0 až 3,4, pro pomalu želírující pektiny v prostředí o pH 2,8 až 3,2. Gely nejsou termoreverzibilní [14,27].

Nízkoesterifikované pektiny tvoří gely v přítomnosti vápenatých iontů. Želatinace závisí na teplotě, pH, iontové síle a množství přidaného vápníku. K tvorbě gelu není potřeba přídavku cukru, tudíž jsou výrobky z nízkoesterifikovaných pektinů sensoricky hodnotnější – mají lepší barvu, chuť i aroma [13,14].

## 3.2 Arabská guma

Arabská guma je exudátem stromů rodu *Acacia* (*Leguminosae*). Existuje více než 100 různých akáciových gum, ale mezi jednotlivými druhy nejsou velké strukturní rozdíly. Všechny gummy z akácie jsou chemicky označovány jako arabinogalaktanové proteiny (AGP), popřípadě jako arabinogalaktany (AG), které jsou bez proteinu. Lze je nalézt ve většině vyšších rostlin a v mnoha jejich sekretech [13,33,34].

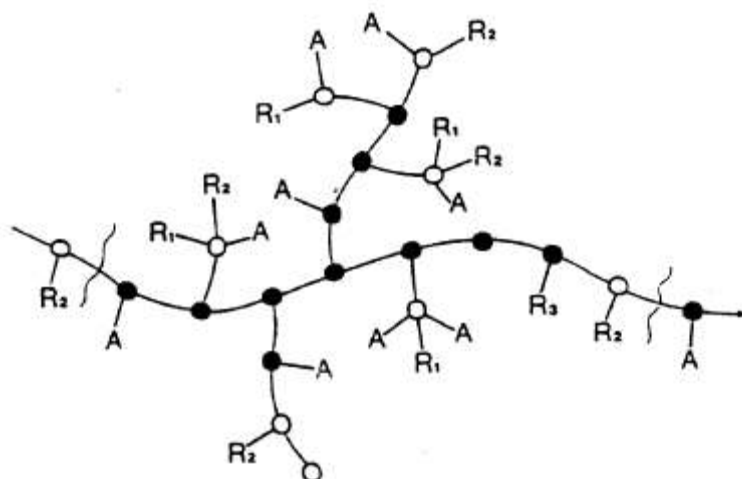
### 3.2.1 Získávání

Arabská guma se získává ze skupiny stromů *Acacia*, které kdysi pokrývaly většinu oblasti Sahelu. Dnes jsou hlavními producenty akáciových druhů Mauretánie, Senegal, Mali, Nigérie, Súdán, Somálsko, Keňa atd. Z *Acacia senegal* se arabská guma (neboli také akáciová guma) získává nařezáváním otvorů do kůry stromu, ze kterých potom odkapává produkt nazývaný kordofanová nebo senegalská guma. Seyalská guma z *Acacia Seyal* se sbírá jako přirozeně se vyskytující pryskyřice na kůře stromů. Tento druh stromu se častěji objevuje ve východní Africe. Guma je tradičně sklizena polokočovními pouštními pastevci v průběhu jejich přesunu. Ztuhlé pryskyřice jsou sbírány v polovině období dešťů (sklizeň obvykle začíná v červenci) a jsou vyvážené na začátku období sucha (v listopadu) [35,36].

### 3.2.2 Chemická struktura

Je to směs heteroglykanů uronových kyselin ve formě vápenatých, hořečnatých a draselných solí, ze kterých se hydrolyzou stává směs vyznačující se vysokým podílem sacharidů, ve kterých převládají monosacharidy D-galaktosa a L-arabinosa. V menším množství se potom vyskytuje L-rhamnosa, D-glukuronová kyselina a 4-O-methyl-D-glukuronová kyselina [14,34].

Hlavní řetězec polysacharidu je tvořen jednotkami  $\beta$ -D-galaktopyranosy spojenými glykosidovými vazbami (1 $\rightarrow$ 3). Postranní řetězce, často mnohonásobně větvené, se vyskytují na všech zbytcích  $\beta$ -D-galaktopyranos hlavního řetězce vázané k hlavnímu řetězci vazbami  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 6) a vzájemně vazbami  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 6) a  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) [13].



Obr. 7. Možná struktura arabské gumy z *Acacie senegal* [27]

Pozn.: A = arabinozyl; ● =  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) galaktóza; ○  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 6) galaktóza (galaktóza nebo glukuronová kyselina); R1 = rhamno-glukuronová kyselina; R2 = galaktóza-3arabinóza; R3 = arabinóza.

V arabské gumě se také vyskytuje nízký podíl proteinů s vysokým obsahem hydroxyprolinu. Přibližně 50 % z bílkovinné hmoty tvoří hydroxyprolin, serin a prolin. Existují různé obsahy proteinů pro různé druhy gum z akácie v rozmezí od 0,13 % do 10,4 % [34].

Relativní molekulová hmotnost se pohybuje od zhruba 260 do 1200 kDa a molekuly se vyskytují jako sférické globule se stočeným hlavním řetězcem [13].

### 3.2.3 Vlastnosti

Arabská guma se snadno rozpouští ve vodě a vznikají tak čiré roztoky v barvách od velmi světle žluté až po oranžovo-hnědé, mající pH 4,5. Vysoce rozvětvené struktury gumy ze stromu *Acacia senegal* dávají možnost k vytvoření kompaktních molekul s relativně malým hydrodynamickým objemem a tvořící málo viskózní roztoky [13,14,27].

Disperze obsahující < 40 % gumy se chovají jako newtonské kapaliny, disperze o vyšší koncentraci se chovají jako pseudoplastické systémy (důsledek agregace molekul). Viskozita je jako u všech polyelektrolytů (kyselých polysacharidů) silně ovlivňována hodnotou pH prostředí a přítomností elektrolytů. Maxima se dosahuje při pH 4,5 – 8,0. Viskozita klesá v přítomnosti elektrolytů v důsledku náboje a nízkého pH, kdy jsou karboxylové skupiny oddisociovány [13,27].



Další významnou funkční vlastností arabské gummy je schopnost působit jako emulgátor. Může tvořit koncentrované disperze (až 50 %), aniž by se výrazně zvyšovala jejich viskozita, což je využíváno pro stabilizaci a emulgaci různých potravinářských soustav. Guma stabilizuje emulze typu olej ve vodě, neboť se pevně adsorbuje na kapky oleje díky přítomným proteinům vázaným na polysacharidy. Vzhledem k tomu, že do emulgovacího procesu je zapojena jen část gummy, koncentrace potřebná k výrobě emulze je mnohem větší než u čistých bílkovin [13,27].

### 3.3 Působení hydrokoloidů v těstě a pekařských výrobcích

Hydrokoloidy patří do skupiny biopolymerů široce používaných v potravinářské technologii. V pekařském průmyslu tyto látky pomáhají zlepšovat texturu potravin, retenci vlhkosti, aby se zpomalila retrogradace škrobu a zvětšují celkovou kvalitu produktů během skladování [37,38].

V poslední době jsou některé hydrokoloidy používány vzhledem k jejich polymerní struktuře jako náhrada tuku pro získání nízkokalorických výrobků a k nahrazení lepku pro bezpečnou výživu [37].

Hydrokoloidy vyvolávají strukturální změny hlavních složek systému pšeničné mouky. Takové strukturální změny změní některou enzymovou selektivitu, a tím se změní technologická kvalita těsta i pekařského výrobku [39].

#### 3.3.1 Účinek arabské gummy

Arabská guma má na pekařský výrobek pozitivní vliv. Zvětšuje jeho objem při pečení a zlepšuje jeho vnitřní a vnější vzhled. V průběhu skladování, zlepšuje vlastnosti pekařského výrobku, které se s každým dnem skladování zhoršují [40].

Arabská guma při nižších koncentracích zvyšuje absorpci vody, ovšem při vyšší koncentraci hodnota absorpce vody klesá. Její rozvětvená, ale kompaktní struktura by mohla inhibovat možné interakce mezi jejími polárními skupinami s peptidovými řetězci lepku [41,42].

Jako zdroj rozpustné vlákniny, může být přidávána do potravin také pro zvýšení obsahu vlákniny v bílém pečivu. Přidáním vlákniny se také zvyšuje stabilita těsta. Co se týče kvality střídky, barvy povrchu pekařského výrobku, hustoty a pevnosti, tak přídavek

vlákniny nemá významný vliv na tyto parametry. Vzhledem k lepším funkčním vlastnostem a zvýšené nutriční hodnotě, může být arabská guma použita jako cenná součást bílého pečiva [42].

### 3.3.2 Účinek pektinu

Pektin ovlivňuje jak hydrataci tak i kvalitu a množství lepku, snižuje viskoelastické vlastnosti během záhřevu a zchlazování. Přídavek pektinu také významně snižuje bobtnavost lepku a naopak zvyšuje vaznost vody.

Přítomnost ionizovaných karboxylových skupin ve struktuře pektinu by mohly být odpovědné za toto chování, jelikož by mohly umožnit interakce s vodou pomocí vytvoření vodíkových vazeb. Vznikají elektrostatické komplexy mezi aniontami hydrokoloidů, jako je pektin a glutenových proteinů [41,43,44].

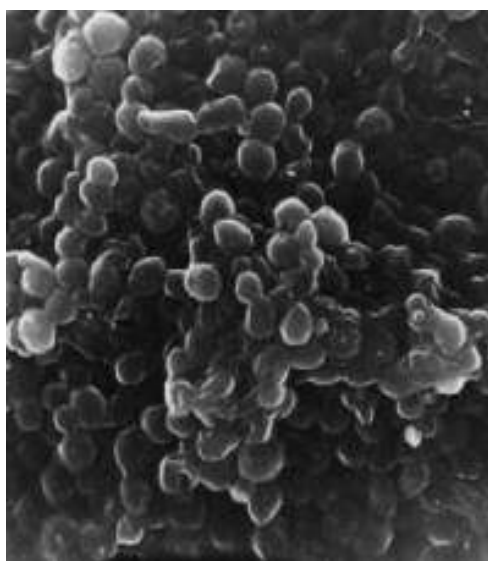
Lepková síť je převážně tvořena interakcemi mezi gliadiny a gluteniny přes značné vodíkové a disulfidové vazby obsahující další hydrofobní vazby intra a intermolekulární. Elektrický náboj pektinu zvyšuje možné interakce s lepkovými proteiny zasahující do tvorby sítě lepku. Jeho přítomnost ovlivňuje reologické vlastnosti těsta způsobující zvýšení tvrdosti střídky [41,44,45].

## 4 OSTATNÍ PŘÍSADY

### 4.1 Droždí

Výroba droždí se vyvinula z lihovarnictví, jehož vedlejší produkt, kvasinky, se používají na pekařské účely. Klasické droždí jsou kvasinky získané biotechnologickým postupem množení čistých kvasničných kultur, které jsou vypěstované na obohacených cukerných substrátech [46,47].

V pekárenském průmyslu se využívá vlastností kvasinek druhu *Saccharomyces cerevisiae* v podobě lisovaného pekařského droždí. Kvasinky v těstě rozkládají přidaný cukr – sacharosu – na glukosu a fruktosu, které rychle prokvášejí. V další fázi kvasného procesu zkvašují i maltosu. Během kvasného procesu se uvolňuje oxid uhličitý, který významně ovlivňuje kvalitu výrobků. Intenzita vývinu CO<sub>2</sub> závisí na vlastnostech droždí (kvasinek), na složení substrátu (těsta) a na fyzikálně chemických podmínkách prostředí. Vytvářený oxid uhličitý nakypřuje těsto, ovlivňuje texturu střídky a zejména objem výrobku [48].



Obr. 8. *Saccharomyces cerevisiae* [47]

Pekařské droždí jako komerční produkt může být rozděleno do dvou skupin: lisované droždí, také nazýváno „čerstvé droždí“ a sušené droždí [49].

Tab. 2. Hlavní charakteristiky droždí [49]

| Produkt          | Forma                | Vlhkost [%] | Bílkoviny [%] | Uvolňování plynu [ml] |
|------------------|----------------------|-------------|---------------|-----------------------|
| Lisované         | bloky nebo granule   | 27 – 34     | 42 – 56       | 300 – 400             |
| Aktivní sušené   | nepravidelné plochy  | 92 – 94     | 40 – 43       | 160 – 185             |
|                  | nepravidelné částice | 92 – 94     | 40 – 43       | 140 – 160             |
| Instantní sušené | malé tyčinky         | 94 - 96     | 42 - 52       | 230 - 340             |

Lisované pekařské droždí (ČSN 56 6810) používané v pekárenském průmyslu musí vyhovovat smyslovým, chemickým a fyzikálně chemickým požadavkům příslušné ČSN 56 0188 [48].

## 4.2 Olej

Působení oleje jako tuku v pekařském výrobku lze hodnotit kladně i záporně. Přítomnost malého množství tuku v mouce je technologicky nutná. Tuky a zejména fosfolipidy při mísení a zrání těsta vytvářejí komplex s lepem a podmiňují jeho bobtnavost. Vyšší dávky tuku naopak omezují bobtnání (hydrataci) moučných bílkovin, a tím i vznik těsta v jeho první fázi. Tuk také zlepšuje zadržení plynu v těstě, a tím zvyšuje objem a měkkost [50,51].

## 4.3 Sůl jedlá

Sůl jedlá, neboli sůl kamenná či kuchyňská sůl je tvořena z 95 % chloridem sodným. Má čistou slanou chuť a vyskytuje se ve formě čistě bílých krystalků bez zápachu [50,52].

V pekařské výrobě má sůl několik významů. Používá se z důvodu zlepšení organoleptických vlastností výrobků, ale také jako regulátor kvasných a všech enzymových pochodů. Přídavek soli zpevňuje lepek v těstě, a tím se podílí na stabilitě těsta [52].

Má také ale špatný vliv na fyziologický stav kvasinek, jelikož zvyšuje osmotický tlak prostředí, a tím sůl brzdí kvašení. Čím více soli se použije, tím více bude potřeba droždí. Proto se doporučuje přidávat sůl odděleně od droždí [51,53].

## 4.4 Voda

Pro výrobu veškerých potravinářských výrobků smí být použita pouze voda pitná. Hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody stanovuje vyhláška č. 252/2004 Sb. o požadavcích na pitnou a teplou vodu v platném znění [54].

Pekařské výrobky jsou závislé na třech základních vlastnostech vody, a to na její tvrdosti, alkalitě a obsahu vápenatých a hořečnatých solí [53].

Z hlediska technologie pekařství má voda několik významů:

- podporuje rozpouštění látek složených z iontů, např. chloridu sodného,
- umožňuje a stabilizuje vázání vody na opačně orientované póly funkčních skupin některých organických sloučenin, např. bílkovin,
- mezi jednotlivými molekulami vody se vlivem polaritě vytváří poměrně labilní vazba vodíkovými můstky.

Důsledek této asociace je relativně vysoký bod varu vody, což má vliv na tvorbu střídky pečiva [50].

## 5 TECHNOLOGIE VÝROBY PIZZY

### 5.1 Příprava a mísení těsta

Vývoj těsta je poměrně nedefinovatelný pojem, který zahrnuje řadu komplexních změn, které jsou uvedeny do pohybu již při prvním mísení surovin. Tyto změny jsou spojeny s tvorbou lepku, což vyžaduje jak hydrataci proteinů v mouce, tak i použití energie při procesu hnětení [51].

Základní suroviny pro přípravu těsta na pizzu, jako jsou mouka, voda, sůl, olej a kvasnice, se musí smísit dohromady. Mísením těsta se v pekařství označuje výkon, kterým se z mouky, vody a ostatních surovin připraví plastická hmota – těsto. Je podstatný rozdíl, zda-li se těsto mísí ručně, kdy je těsto namáháno málo a po vymísení ihned kyne nebo se těsto mísí strojově, těsto je namáháno více a k vykynutí potřebuje i více času [55].

V dnešní době už se ruční míchání víceméně nepoužívá a používají se míchací stroje. Lepších výsledků se ovšem dosáhne, pokud jde o lepší objem pečiva a o měkkost střídky, intenzivním a dlouhotrvajícím ručním mícháním a hnětením [51].

Těsto by mělo být mícháno do té doby, dokud nevznikne jednolitá kompaktní hmota. Pro dosažení optimální hutnosti těsta je velice důležité, jaké množství vody je mouka schopná absorbovat. Výsledné těsto musí být na dotek nelepivé, měkké a vláčné [56].

### 5.2 Kynutí

Kynutí těsta na výrobu pizzy má dvě fáze. V první fázi se vymísené těsto nechá zhruba dvě hodiny odležet, zakryté látkou, aby okraj nemohl ztvrdnout a nevytvořila se tak na povrchu krusta. Po odležení se těsto rozkrájí na stejné díly a ručně se z nich vytvarují bochníky. Když jsou bochníky vytvarovány, nastává druhá fáze kynutí, která trvá cca 4 – 6 hodin. Těsto se uchovává při okolní teplotě a po druhé fázi kynutí je připraveno ke zpracování.

Během kvašení probíhá několik procesů současně, a aby byl vytvořen pekařský výrobek požadovaných jakostních znaků, musí být každý z těchto procesů optimalizován až do konce [57].

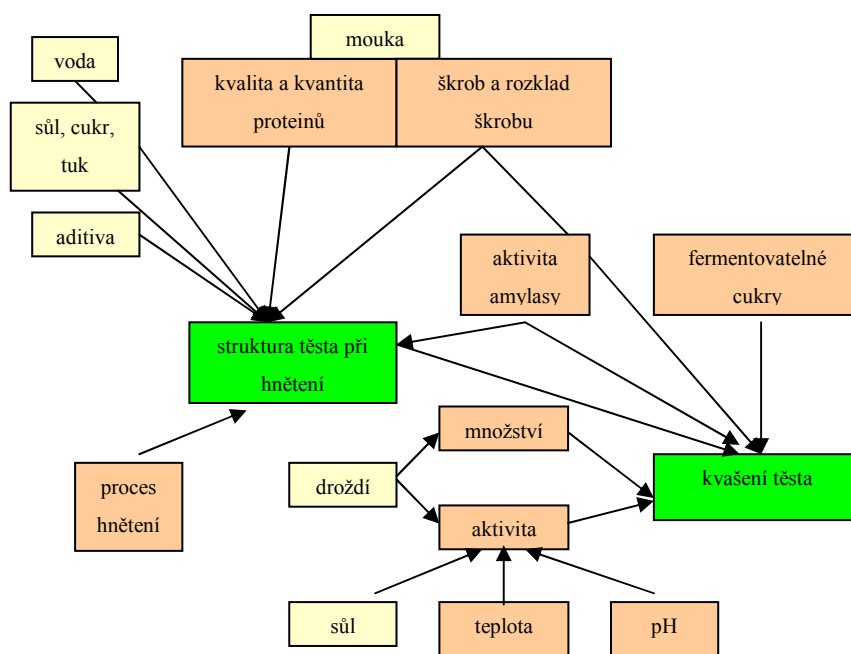
V průběhu kvašení tvoří kvasinky svou životní činností ze sacharidů oxid uhličitý, který těsto kypří, a tím i zvětšuje objem, ale také etanol a další látky. Produkty metabolismu

kvasnic v průběhu kvašení závisí na pH a dalších faktorech, které jsou znázorněny na obrázku (Obr. 9). Jelikož je prostředí v kynoucích těstech kyselé, zlepšuje se bobtnání proteinů mouky, a tím i utváření struktury těsta a pečiva [59].

Nejdůležitější jsou  $\text{CO}_2$  a etanol, což jsou konečné produkty nesčetných komplexů reakcí řízených mnoha enzymy. Substráty pro kvasinky tvoří jednoduché sacharidy, a to glukóza a fruktóza. Jednoduchá rovnice, která popisuje substrát a konečný produkt je [58]:



Produkce etanolu a  $\text{CO}_2$  je nezbytná pro vývoj požadované struktury pekařského výrobku a jeho střídky. Během kvašení se část  $\text{CO}_2$  uvolní do atmosféry, ale většina zůstává nashromážděna v malých vzduchových bublinách, které se v průběhu míchání zmenší nebo jsou rozpuštěny ve vodné fázi. Množství, které může být rozpuštěno ve vodě je závislé na její teplotě a je větší při nižších teplotách. Jakmile je vodná fáze nasycena  $\text{CO}_2$ , nemůže už  $\text{CO}_2$  přecházet z bublin do těsta difúzí a začíná zvětšování objemu těsta. Etanol reaguje s lepem a mírně ho změkčí, což umožňuje snadnější kynutí těsta.  $\text{CO}_2$  se musí vyvíjet bezprostředně po vymísení těsta. Kromě toho musí mít těsto optimální fyzikální vlastnosti, které zaručí dobrou manipulaci s těstem a umožní dostatečné zadržení plynu [57].



Obr. 9. Hlavní faktory ovlivňující kvašení [57]

### 5.3 Tvarování

Po uplynutí doby kynutí se bochník položí na vál na slabou vrstvu mouky, aby se zabránilo přilnutí bochníku k pracovnímu válu. Pohybem od středu k okraji a tlakem prstů obou rukou na bochník, který se několikrát obrátí, se vytvaruje koláč těsta [56].

Pizza se většinou formuje do kulatého tenkého tvaru (tzv. pizzového koláče), který má průměr okolo 25 cm a výšku kolem 0,3 mm [59].

Pro přípravu pizzy se můžou používat kromě ručního formování také válečky nebo stroje, jako například mechanický lis [56].

### 5.4 Pečení

Pečení probíhá v pekařské peci, která může být elektrická nebo klasická kamenná, ve které se topí dřevem (Obr. 10 a 11). Pizza se peče zhruba při 350 °C asi 8 minut.



*Obr. 10. Elektrická pec na pizzu [60]*

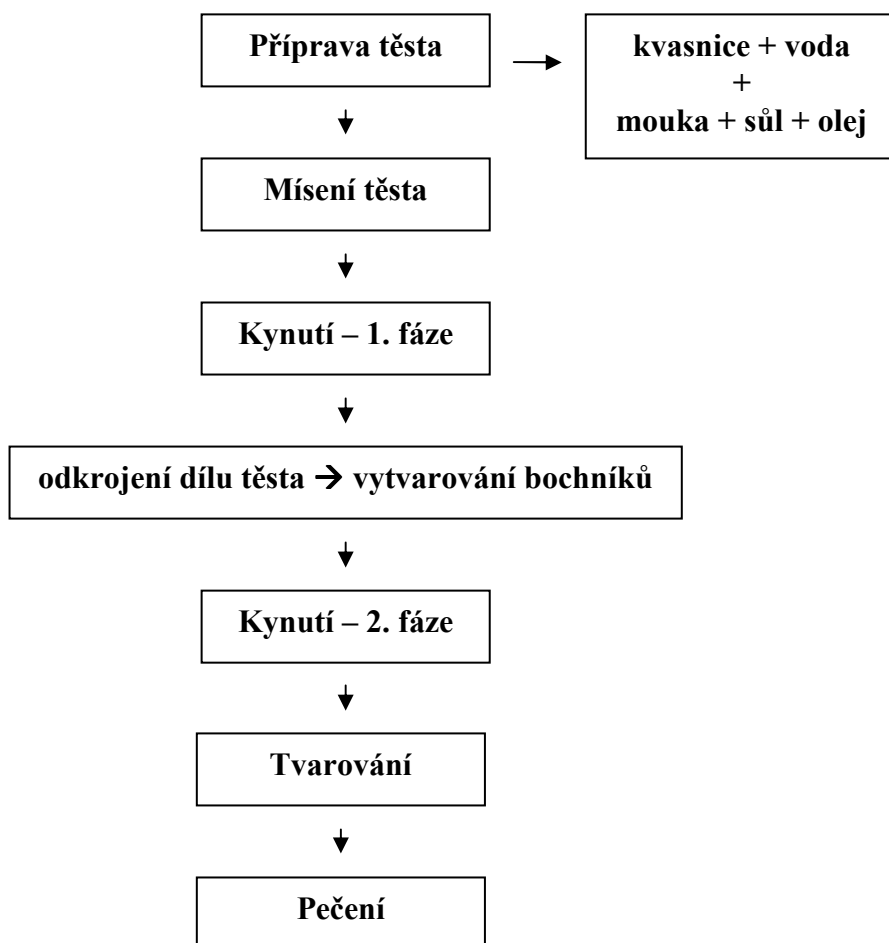


*Obr. 11. Kamenná pec na pizzu [61]*



Při pečení dochází k chemickým změnám v těstě. Při teplotě nad 60 °C dochází k denaturaci bílkovin, které tak uvolňují dosud vázanou vodu. Současně dochází k mazovatění škrobu, který vodu přebírá. K vytvoření vláčné střídy výrobku, musí mít škrob dostatek vody, která musí v pečeném výrobku z větší části zůstat a jen menší část se může odpařit [11].

Při pečení probíhají tzv. Maillardovy reakce, kdy spolu reagují aminokyseliny a redukující cukry. Stejně jako karamelizace je tato reakce formou neenzymového hnědnutí. Při reakci se vytváří barevné látky především na povrchu těsta a také meziprodukty karamelizace. Tím se vytváří barva kůrky. Současně probíhá tvorba dalších polykondenzačních a jiných produktů, které dávají čerstvým výrobkům typickou chuť a aroma. Alkohol, který byl vytvořen v průběhu kynutí se odpařuje při teplotě 67 °C [11,59,62].



Obr. 12. Schéma výroby pizzy

## 6 CÍL PRÁCE

Cílem práce bude zjistit vliv definovaných aditiv na chemické vlastnosti pšeničného těsta a dále pak na organoleptické vlastnosti pekárenských výrobků.

V rámci chemických analýz bude sledován vliv definovaných aditiv na pH a sušinu pšeničného těsta. Za tímto účelem byly vybrány následující hydrokoloidy sacharidické povahy: jablečný pektin a arabská guma.

Pro zjištění kvality budou provedeny senzoričké testy pekárenských výrobků s použitím jednotlivých hydrokoloidů.

Pro dosažení tohoto základního cíle jsou stanoveny následující úkoly:

- teoreticky popsat chemické složení pšeničné mouky, ostatních přísad a hydrokoloidů a dále popsat vliv hydrokoloidů na pšeničné těsto,
- vyrobit pšeničná těsta s použitím definovaných hydrokoloidů,
- provést základní chemické rozborý: pH, sušiny a dále provést senzoričkou analýzu,
- provést “pekařské pokusy“ s cílem ověřit kvalitu pšeničného pečiva a provést senzoričkou analýzu.

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 METODIKA

### 7.1 Výroba pizzových korpusů

Pro senzorickou analýzu byly upečeny modelové korpusy pizz a to bez přídavku aditiva (kontrolní vzorek – vyroben z mouky, vody, soli, oleje a droždí), s přídavkem jablečného pektinu v množství 1,0 %, 1,5 % a 2,0 % w/w a s přídavkem arabské gumy v množství 1,25 %, 2,50 % a 3,75 % w/w.

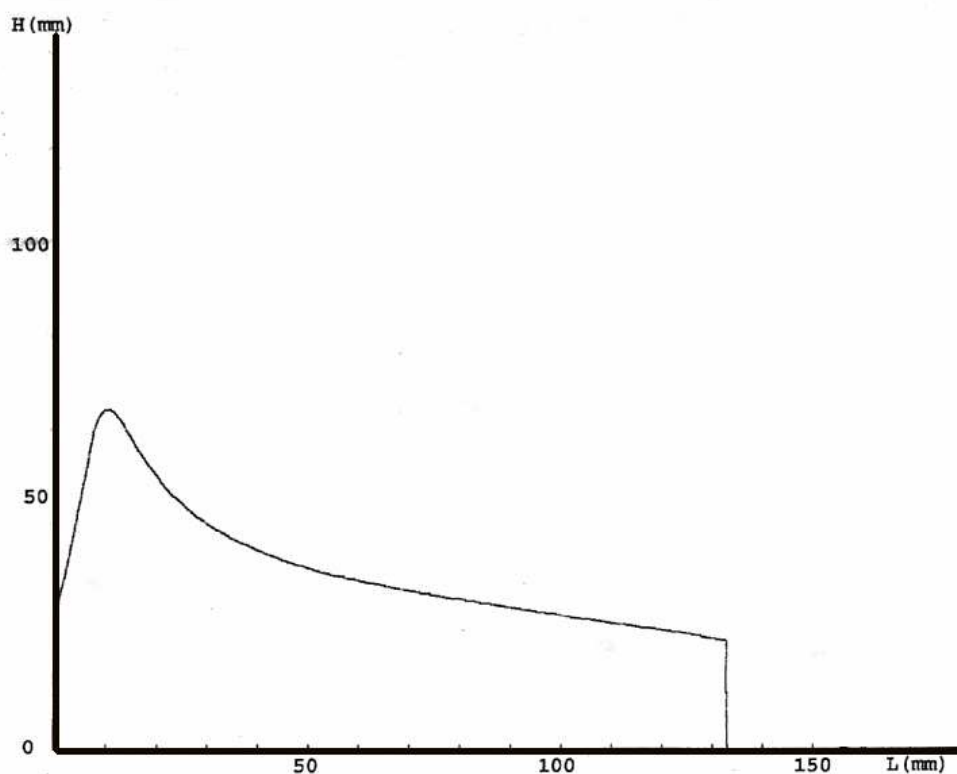
Všechny modelové vzorky pizz byly upečeny v elektrické peci při 350 °C cca 5 minut.

#### 7.1.1 Materiál pro výrobu

- Mouka

Tab. 3. Parametry mouky T 530 – pšeničná mouka světlá

|                    | vyšetřované parametry                         |                    | naměřené hodnoty |
|--------------------|---|--------------------|------------------|
| vlhkost            | vlhkost                                       | %                  | 13,5             |
| lepek v sušině     | obsah mokrého lepku v sušině                  | %                  | 34,1             |
| GI                 | gluten index – kvalita lepku                  | -                  | 83               |
| pádové číslo       | pádové číslo                                  | s                  | 370              |
| prop. 0,257 mm     | propad sítem 0,257 mm                         | %                  | 99,2             |
| prop. 0,162 mm     | propad sítem 0,162 mm                         | %                  | 96,1             |
| P/ALVEO            | pevnost (max. tlak nutný k def. těsta) při CH | mmH <sub>2</sub> O | 75               |
| L/ALVEO            | tažnost (délka křivky) při CH                 | mm                 | 134              |
| W/ALVEO            | deformační energie – síla mouky při CH        | 10E-4J             | 310              |
| P/L/ALVEO          | konfigurační poměr křivky při CH              | -                  | 0,56             |
| le/ALVEO           | stupeň elasticity při CH                      | %                  | 58,9             |
| škůdci             | přítomnost škůdců                             |                    | nezjištěni       |
| smyslové hodnocení | smyslové hodnocení                            |                    | vyhovuje         |
| přít. KA           | přítomnost kyseliny askorbové                 |                    | negativní        |



Obr. 13. Alveografická křivka mouky T 530

- Droždí

Čerstvé droždí NOLI 42 g

Tab.4. Specifické vlastnosti droždí NOLI [63]

| Charakteristiky                            | Popis   |
|--|---|
| Složení                                    | Čistá kmenová kultura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| Barva                                      | Běžově krémová  |
| Struktura                                  | Drobivá hmota lisováním formovaná do kostek           |
| Vůně                                       | Charakteristická pro pekařské droždí                  |
| EAN kód                                    | 8594035773074   |
| Balící materiál                            | Aluminiová folie; display; celofán; karton            |
| Sklad. podmínky                            | 1 – 10 °C (optimum 2 – 6 °C)                          |
| Doba trvanlivosti                          | Vyznačeno na obalu každé kostky                       |
| Fermentační aktivita (ml CO <sub>2</sub> ) | 140 ± 10  |

- Jablečný pektin
  - Sigma Aldrich, Germany
- Arabská guma
  - Sigma Aldrich, Germany

## 7.2 Popis experimentu

V rámci této diplomové práce byly provedeny tři experimenty. V prvním experimentu byl zkoumán vliv jablečného pektinu na sensorické vlastnosti modelových výrobků pizz. K tomuto účelu byly vyrobeny celkem tři série (I., II., III. série) modelových výrobků pizz, které obsahovaly kromě kontrolního vzorku vzorky s obsahem jablečného pektinu 1,0 % w/w, 1,5 % w/w, 2,0 % w/w.

Druhý experiment byl zaměřen na vliv arabské gummy na sensorické vlastnosti modelových výrobků pizz. Pro tento účel byly vyrobeny celkem tři série (I., II., III. série) modelových výrobků pizz, které obsahovaly kromě kontrolního vzorku vzorky s obsahem arabské gummy 1,25 % w/w, 2,50 % w/w, 3,75 % w/w.

Ve třetím experimentu byly porovnány dva nejlépe hodnocené vzorky s přídavkem jablečného pektinu a dva nelépe hodnocené vzorky s přídavkem arabské gummy z hlediska největší preferovanosti u tzv. vybraných posuzovatelů.

## 7.3 Chemická analýza

### 7.3.1 Stanovení obsahu vody

Chemickou analýzou byl stanoven obsah celkové vody do konstantní hmotnosti dle České technické normy ČSN ISO 56 0116-3 [64].

### 7.3.2 Stanovení pH

pH bylo měřeno pomocí vpichového pH metru (Gryf 209 S) s kombinovanou skleněnou elektrodou při teplotě  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ . Každý vzorek byl měřen třikrát a výsledek byl uveden jako průměr  $\pm$  směrodatná odchylka (S.D.).

## 7.4 Senzorická analýza

Senzorických analýz se účastnil panel tzv. vybraných posuzovatelů, složený ze studentů a zaměstnanců Fakulty technologické, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně [65]. Vzorby byly předkládány anonymně při pokojové teplotě  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ . Posuzovatelé použili nejprve pořadový preferenční test, tzn., že seřadili vzorky pizz od nejpreferovanějších až po nejméně preferované, tj. v pořadí od 1 do 4, kdy 1 vyjadřovala vzorek nejpreferovanější a 4 vzorek nejméně preferovaný. Dále byl proveden párový preferenční test, který přesněji a objektivněji zachytil jakostní odchylky mezi srovnávanými vzorky. Senzorické hodnocení spočívalo v posuzování jednotlivých vzorků pizz pomocí jakostních ordinálních (číselných) stupnic s charakteristikou každého stupně. Orientace škály byla zvolena tak, že první stupeň odpovídal úrovni „vynikající“ a poslední stupeň byl označen jako úroveň „nevyhovující“. Tímto způsobem byly posuzovány charakteristiky jako je chuť, změna chuti při žvýkání, suchost, vláčnost, křehkost, schopnost střídky absorbovat sliny (nasákavost) a pocit při polykání sousta.

K hodnocení byly použity vzorky pizz vyrobené ze stejného těsta, rozdíl byl pouze v přidávku jednotlivých hydrokoloidů. Hodnoceny byly oproti kontrolnímu vzorku, pouze při třetím experimentu se mezi sebou hodnotily dva nejlépe hodnocené vzorky s jablečným pektinem a dva vzorky s arabskou gumou.

Senzorická analýza byla statisticky vyhodnocena pomocí [65,66]:

- pořadového testu preferencí (Friedmanův test, Némenyiho test vícenásobného párového porovnání pro závislé výběry, test o parametrech binomického rozdělení),
- hodnocení jednotlivých sensorických znaků - chuť, změna chuti při žvýkání, suchost, vláčnost, křehkost, schopnost střídky absorbovat sliny (nasákavost) a pocit při polykání sousta, celkové hodnocení (kvalita) (Kruskal – Wallisův test, Wilcoxonův test).

## 8 VÝSLEDKY

### 8.1 Chemické analýzy

#### 8.1.1 Stanovení obsahu vody

Celkový obsah vody byl porovnán u těst s přísávkem jablečného pektinu či arabské gummy a srovnán se standardem, kterým bylo těsto bez přísávků těchto aditiv (kontrolní těsto), abychom zjistili, zda množství přísávků těchto aditiv neovlivňuje celkový obsah vody v pšeničném těstě. Přehled naměřených hodnot obsahu vody je uveden v tabulce 5. Z uvedených hodnot lze konstatovat, že přísávek hydrokoloidů, jak jablečného pektinu, tak arabské gummy, neměl vliv na obsah vody v těstě, tudíž ani na sušinu.

Tab. 5. Přehled naměřeného obsahu vody na základě použitého aditiva

| Kontrolní vzorek           | sušina |       | $\bar{x}$ | $\sigma^2$ |
|----------------------------|--------|-------|-----------|------------|
|                            | 42,18  | 42,70 | 42,44     | 0,37       |
| Hydrokoloid                |        |       |           |            |
| Jablečný pektin<br>[% w/w] | sušina |       | $\bar{x}$ | $\sigma^2$ |
| 1,0                        | 42,35  | 42,16 | 42,26     | 0,13       |
| 1,5                        | 41,75  | 42,11 | 41,93     | 0,25       |
| 2,0                        | 42,32  | 41,27 | 41,80     | 0,74       |
| Arabská guma<br>[% w/w]    | sušina |       | $\bar{x}$ | $\sigma^2$ |
| 1,25                       | 43,70  | 43,16 | 43,43     | 0,38       |
| 2,5                        | 41,61  | 42,17 | 41,89     | 0,40       |
| 3,75                       | 43,25  | 42,29 | 42,77     | 0,68       |

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

$\sigma^2$  směrodatná hodnota (celkový průměr ze dvou hodnot)



### 8.1.2 Stanovení pH

Z naměřených hodnot pH u vzorků pizz (Tabulka 6) lze říci, že kontrolní těsto (vyrobeno z mouky, vody, soli a droždí), tzn. bez přídavku jablečného pektinu i arabské gummy, mělo nejnižší pH, a to 4,88. pH těsta s přídavkem jablečného pektinu se stoupajícím množstvím jablečného pektinu klesalo: 1,0 % w/w = 5,32; 1,5 % w/w = 5,29; 2,0 % w/w = 5,27. pH těsta s přídavkem arabské gummy taktéž se stoupajícím množstvím arabské gummy klesalo: 1,25 % w/w = 5,47; 2,50 % w/w = 5,40; 3,75 % w/w = 5,39. Domnívám se, že pH u těst s přídavkem hydrokoloidů je vyšší oproti těstu kontrolnímu, tzn. bez přídavku hydrokoloidů z důvodu obsahu vápenatých a hořečnatých iontů u pektinu a obsahu vápenatých, hořečnatých a draselných solí u arabské gummy. Předpokládám, že vzniklý CO<sub>2</sub> v průběhu kynutí tvoří ve vodném prostředí spolu s těmito ionty koloidně rozptýlené nerozpustné hořečnaté a vápenaté soli, které přispívají k pufrční kapacitě těsta, a tím pádem nedojde k tak znatelnému okyselení těsta jako v případě těsta bez přídavku hydrokoloidů [14].

Na základě rozdílů naměřeného pH mezi těstem s přídavkem jablečného pektinu a arabské gummy můžeme uvažovat i o rozdílné koncentraci těchto kovových kationtů v použitých aditivech, ale může se jednat i o rozdílnou sílu kyselin, ze kterých jsou tyto makromolekulární látky složeny

Tab. 6. Naměřené hodnoty pH u vzorků pizz

| Aditivum        | Množství [% w/w] | Naměřené hodnoty pH |      | $\bar{x}$ | $\sigma^2$ |
|-----------------|------------------|---------------------|------|-----------|------------|
| JABLEČNÝ PEKTIN | 1,0              | 5,34                | 5,30 | 5,32      | 0,03       |
|                 | 1,5              | 5,32                | 5,25 | 5,29      | 0,05       |
|                 | 2,0              | 5,26                | 5,28 | 5,27      | 0,01       |
| ARABSKÁ GUMA    | 1,25             | 5,45                | 5,49 | 5,47      | 0,03       |
|                 | 2,50             | 5,38                | 5,42 | 5,40      | 0,03       |
|                 | 3,75             | 5,38                | 5,39 | 5,39      | 0,01       |
| KONTROLA        |                  | 4,84                | 4,92 | 4,88      | 0,06       |

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

$\sigma^2$  směrodatná hodnota (celkový průměr ze dvou měření)

## 8.2 Senzorická analýza

V rámci této kapitoly bude pojednáno o výsledcích sensorického posouzení I. až III. série pizz. V I. a II. sérii byl srovnán kontrolní vzorek oproti vzorkům s různými přísadami jablečného pektinu a arabské gumy. Ve III. sérii byly mezi sebou srovnány dva nejlépe hodnocené vzorky s přísadou jablečného pektinu a arabské gumy. Sensorické posouzení provedl panel tzv. vybraných posuzovatelů, který byl tvořen 17 zaměstnanci a studenty Fakulty technologické, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

Výsledky hodnocení charakteristik chuť, změna chuti při žvýkání, suchost, vláčnost, křehkost, schopnost střídky absorbovat sliny (nasákavost), pocit při polykání sousta a celkové hodnocení (kvalita) jsou hodnoceny na základě kategorové jakostní stupnice u vzorků pizz. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách (Tab. 7) a (Tab. 8) ve formě mediánu. V tabulce (Tab. 9) jsou pouze hodnoceny sensorické charakteristiky jako chuť, suchost, vláčnost, křehkost a celkové hodnocení (kvalita).

### 8.2.1 Hodnocení I. série pizz (s přidavkem jablečného pektinu)

Na hladině významnosti 5 % byl shledán statisticky významný rozdíl v chuti pizz mezi kontrolním vzorkem a vzorky s přidavkem jablečného pektinu 1,0 %, 1,5 % a 2,0 % w/w. Mezi jednotlivými vzorky s přidavkem jablečného pektinu nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl. Posuzovatelé zaznamenali patrné zlepšení v chuti u vzorku s přidavky jablečného pektinu oproti kontrolnímu vzorku.

Dále byl shledán statisticky významný rozdíl ve změně chuti při žvýkání mezi kontrolním vzorkem a vzorky s přidavkem jablečného pektinu 1,0 %, 1,5 % a 2,0 % w/w. Změnu k lepšímu při žvýkání pozorovali posuzovatelé u všech vzorků s přidavky jablečného pektinu oproti kontrolnímu vzorku.

V dalších sensorických charakteristikách, jako jsou suchost, vláčnost, křehkost, nasákavost a pocit při polykání sousta, nebyl na hladině významnosti 5 % shledán statisticky významný rozdíl.

Výsledky získané sensorickou analýzou ukazují, že byl shledán statisticky významný rozdíl v celkovém hodnocení (kvalita) jednotlivých vzorků pizz mezi kontrolním vzorkem a vzorky s přidavkem jablečného pektinu 1,0 %, 1,5 % a 2,0 % w/w. Posuzovatelé také zaznamenali lepší kvalitu vzorků s přidavkem jablečného pektinu 1,0 %, 1,5 % i s přidavkem 2,0 % w/w oproti kontrolnímu vzorku.

Pořadový test preferencí (součty pořadí) vzorků pizz byl formulován tak, že čím je vyšší součet pořadí, tím nižší preference vzorek získal.

S 95 % spolehlivostí byly zjištěny statisticky významné rozdíly v preferencích mezi srovnávanými vzorky pizz, a to mezi kontrolním vzorkem (tzn. bez přidavku jablečného pektinu – vzorek A) a vzorky se třemi různými přidavky jablečného pektinu (tzn. 1,0 % w/w – vzorek B; 1,5 % w/w – vzorek C; 2,0 % w/w – vzorek D). Statisticky významné rozdíly byly shledány v preferencích mezi vzorky pizz bez přidavku jablečného pektinu a nejnižším přidavkem jablečného pektinu, mezi vzorky bez přidavku jablečného pektinu a 1,5 % w/w přidavkem jablečného pektinu a dále mezi vzorky pizz bez přidavku jablečného pektinu a 2,0 % w/w přidavkem jablečného pektinu. Mezi jednotlivými množstvími jablečného pektinu posuzovatelé neshledali statisticky významný rozdíl.

Z výsledků pořadového testu preferencí u jablečného pektinu přesvědčivě vyplynulo, že posuzovatelé dávají přednost pizzám s přidavkem jablečného pektinu než bez něj.

Dále byly provedeny párové porovnávací testy mezi vzorky pizz bez a s jablečným pektinem A-B, A-C, A-D, B-C, B-D a C-D. Test byl formulován tak, že čím vyšší preference vzorek u tzv. vybraných posuzovatelů získal, tím vyšší je součet bodů. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí posuzovatelů pro jednotlivé vzorky pizz ukázaly, že s 95 % spolehlivostí lze říci, že vzorky s přidavkem 1,0 %, 1,5 % a 2,0 % w/w jablečného pektinu jsou preferovanější než vzorek bez jablečného pektinu.

Mezi dalšími kombinacemi pizz nebyl shledán statisticky významný rozdíl, tudíž posuzovatelé tedy nebyli schopni mezi dalšími kombinacemi pizz rozeznat rozdíl.

Tab. 7. Výsledky senzoričké analýzy – I. skupina

| Organoleptické charakteristiky | *Medián vzorků |                |                |                |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                | A              | B              | C              | D              |
| chuť                           | 5 <sup>a</sup> | 3 <sup>b</sup> | 3 <sup>b</sup> | 2 <sup>b</sup> |
| suchost                        | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> |
| vláčnost                       | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> |
| křehkost                       | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> |
| změna chuti při žvýkání        | 4 <sup>a</sup> | 3 <sup>b</sup> | 3 <sup>b</sup> | 3 <sup>b</sup> |
| nasákavost                     | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> |
| pocit při polykání sousta      | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> |
| celkové hodnocení (kvalita)    | 4 <sup>a</sup> | 3 <sup>b</sup> | 2 <sup>b</sup> | 2 <sup>b</sup> |

\* medián - aritmetický průměr dvou prostředních hodnot statistického souboru

- A kontrolní vzorek – bez přidavku jablečného pektinu
- B vzorek pizz s přidavkem 1,0 % jablečného pektinu
- C vzorek pizz s přidavkem 1,5 % jablečného pektinu
- D vzorek pizz s přidavkem 2,0 % jablečného pektinu

### 8.2.2 Hodnocení II. série pizz (s přidavkem arabské gumy)

Výsledky získané senzoricou analýzou ukazují, že na hladině významnosti 5 % byl shledán statisticky významný rozdíl v chuti pizz mezi vzorkem bez přidavku arabské gumy a vzorky s přidavky 1,25 %, 2,50 % a 3,75 % w/w arabské gumy. Posuzovatelé zaznamenali zlepšení v chuti u vzorku s přidavkem 1,25 %, 2,50 % a 3,75 % w/w arabské gumy oproti kontrolnímu vzorku bez přidavku arabské gumy.

Dále byl shledán statisticky významný rozdíl v suchosti pizz, a to mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s přidavky 3,75 % w/w arabské gumy. Vzorek s nejvyšším přidavkem (3,75 % w/w) vykazoval podle posuzovatelů vyšší suchost v porovnání s kontrolním vzorkem.

Statisticky významný rozdíl posuzovatelé shledali také v křehkosti pizz, mezi vzorkem bez přidavku arabské gumy a vzorkem s nejvyšším přidavkem. Posuzovatelé zaznamenali zhoršení křehkosti, tudíž tvrdší texturu u vzorků s přidavkem arabské gumy.

Statistický významný rozdíl byl také shledán ve změně chuti při žvýkání mezi kontrolním vzorkem a vzorky s přidavky 1,25 %, 2,50 % a 3,75 % w/w arabské gumy. Mezi jednotlivými vzorky s přidavky arabské gumy rozdíl shledán nebyl. Změnu k lepšímu pozorovali posuzovatelé u všech vzorků s přidavkem arabské gumy.

V dalších senzoricích charakteristikách, jako jsou vláčnost, nasákavost a pocit při polykání sousta, nebyl na hladině významnosti 5 % shledán statisticky významný rozdíl.

Na hladině významnosti 5 % byl zjištěn statisticky významný rozdíl v celkovém hodnocení (kvalita) vzorku mezi vzorkem kontrolním a vzorky s přidavky 1,25 %, 2,50 % a 3,75 % w/w arabské gumy. Zlepšení kvality bylo pozorováno u všech vzorků s přidavkem arabské gumy.

U pořadového testu preferencí lze s 95 % spolehlivostí říct, že byly zjištěny statisticky významné rozdíly v preferencích mezi srovnávanými vzorky pizz, a to mezi kontrolním vzorkem (tzn. bez přidavku arabské gumy – vzorek A) a vzorky se třemi různými přidavky arabské gumy (tzn. 1,25 % w/w – vzorek B; 2,50 % w/w – vzorek C; 3,75 % w/w – vzorek D). Statisticky významné rozdíly byly shledány v preferencích mezi vzorky pizz bez přidavku arabské gumy a nejnižším přidavkem arabské gumy, mezi vzorky bez přidavku arabské gumy a středním přidavkem arabské gumy a dále mezi vzorky pizz bez přidavku

arabské gummy a nejvyšším přídatkem. Mezi jednotlivými přídatky posuzovatelé neshledali statisticky významný rozdíl.

Z výsledků pořadového testu preferencí u arabské gummy přesvědčivě vyplynulo, že posuzovatelé dávají přednost pizzám s přídatkem arabské gummy než bez něj.

Dále byly provedeny párové porovnávací testy mezi vzorky pizz bez a s arabskou gumou A-B, A-C, A-D, B-C, B-D a C-D. Test byl formulován tak, že čím vyšší preference vzorek u posuzovatelů získal, tím vyšší je součet bodů. Výsledky párového porovnávacího testu preferencí posuzovatelů pro jednotlivé vzorky pizz ukázaly, že s 95 % spolehlivostí lze říci, že vzorky s přídatky 1,25 %, 2,50 % a 3,75 % w/w arabské gummy jsou preferovanější než vzorek bez arabské gummy.

Mezi dalšími kombinacemi pizz nebyl shledán statisticky významný rozdíl, tudíž posuzovatelé nebyli schopni mezi dalšími kombinacemi pizz rozeznat rozdíl.

Tab. 8. Výsledky sensorické analýzy – II. skupina

| Organoleptické charakteristiky | *Medián vzorků |                  |                  |                |
|--------------------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|
|                                | A              | B                | C                | D              |
| chuť                           | 5 <sup>a</sup> | 3 <sup>b</sup>   | 4 <sup>b</sup>   | 3 <sup>b</sup> |
| suchost                        | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a,b</sup> | 3 <sup>a,b</sup> | 4 <sup>b</sup> |
| vláčnost                       | 4 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup>   | 3 <sup>a</sup>   | 2 <sup>a</sup> |
| křehkost                       | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a,b</sup> | 4 <sup>a,b</sup> | 4 <sup>b</sup> |
| změna chuti při žvýkání        | 5 <sup>a</sup> | 3 <sup>b</sup>   | 2 <sup>b</sup>   | 3 <sup>b</sup> |
| nasákavost                     | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup>   | 3 <sup>a</sup>   | 3 <sup>a</sup> |
| pocit při polykání sousta      | 3 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup>   | 2 <sup>a</sup>   | 2 <sup>a</sup> |
| celkové hodnocení (kvalita)    | 5 <sup>a</sup> | 3 <sup>b</sup>   | 2 <sup>b</sup>   | 3 <sup>b</sup> |

\* medián - aritmetický průměr dvou prostředních hodnot statistického souboru

A kontrolní vzorek – bez přídatku arabské gummy

B vzorek pizz s přídatkem 1,25 % arabské gummy

C vzorek pizz s přídatkem 2,5 % arabské gummy

D vzorek pizz s přídatkem 3,75 % arabské gummy

### 8.2.3 Hodnocení III. série pizz (kombinace jablečného pektinu a arabské gummy)

Na základě senzoričké analýzy na hladině významnosti 5 % nebyl shledán statisticky významný rozdíl v žádné ze senzoričkých charakteristik. Je tedy možné akceptovat tvrzení, že srovnávané vzorky mají obdobnou chuť, suchost, vláčnost, křehkost. V celkovém hodnocení (kvalita) nebyl taktéž shledán statisticky významný rozdíl mezi kontrolním vzorkem bez přídavku arabské gummy a vzorky s přídavky 1,25 %, 2,50 % a 3,75 % w/w arabské gummy.

Pořadový test preferencí byl formulován tak, že čím je vyšší součet pořadí, tím nižší preference vzorek získal. S 95 % spolehlivostí lze říci, že nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi srovnávanými vzorky pizz. Mezi jednotlivými přídavky, jak u jablečného pektinu, tak i u arabské gummy posuzovatelé neshledali žádný statisticky významný rozdíl.

Z výsledků pořadového testu preferencí vyplynulo, že u vzorků pizz s přídavkem jablečného pektinu a arabské gummy, které byly ohodnoceny jako nejlepší vzorky v předcházejících senzoričkých analýzách, nebyly posuzovatelé schopni rozeznat žádný statisticky významný rozdíl.

Dále byly provedeny párové porovnávací testy mezi vzorky pizz s přídavkem jablečného pektinu 1,00 % w/w a 1,50 w/w % a s přídavkem arabské gummy 2,50 % w/w a 3,75 % w/w, neboli vzorky, které byly v předešlých senzoričkých analýzách ohodnoceny nejlépe. Test byl formulován tak, že čím vyšší preference vzorek u posuzovatelů získal, tím vyšší je součet bodů. Výsledky párového porovnávacího testu pro jednotlivé vzorky pizz ukázaly, že s 95 % spolehlivostí lze říci, že mezi vzorky s přídavkem jablečného pektinu a arabské gummy nebyli schopni posuzovatelé zaznamenat statisticky významný rozdíl.

Tab. 9. Výsledky senzorické analýzy – III. skupina

| Organoleptické<br>charakteristiky | *Medián vzorků |                |                |                |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                   | A              | B              | C              | D              |
| chuť                              | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> |
| suchost                           | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> |
| vláčnost                          | 4 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> |
| křehkost                          | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> |
| celkové hodnocení<br>(kvalita)    | 3 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> |

\* medián - aritmetický průměr dvou prostředních hodnot statistického souboru

A vzorek pizz s přídavkem 1,50 % w/w jablečného pektinu

B vzorek pizz s přídavkem 3,75 % w/w arabské gumy

C vzorek pizz s přídavkem 1,00 % w/w jablečného pektinu

D vzorek pizz s přídavkem 2,50 % w/w arabské gumy



### 8.3 Diskuze

V rámci první série experimentu sensorické analýzy byl zjišťován vliv přídatku jablečného pektinu různé koncentrace na organoleptické vlastnosti pizzových korpusů. Ze sensorické analýzy vyplývá, že posuzovatelé preferují pizzové korpusy s přídatkem jablečného pektinu nezávisle na jeho hmotnostním přídatku. Dále byl zjištěn signifikantní rozdíl v chuti a změně chuti při žvýkání pizzových korpusů s přídatkem jablečného pektinu. Posuzovatelé byli ve většině případu schopni rozeznat zlepšování jak chuti, tak i chuti při žvýkání. Zlepšující celkovou kvalitu zaznamenali posuzovatelé také u vzorků pizz s přídatkem jablečného pektinu. Mezi jednotlivými vzorky pizz s přídatkem 1,0 %, 1,5 % a 2,0 % w/w jablečného pektinu posuzovatelé již rozdíl nezaznamenali. Podle posuzovatelé k dalšímu ovlivnění organoleptických charakteristik, jako je suchost, vláčnost, křehkost, nasákavost nebo pocit při polykání sousta nedošlo.

Ve druhé sérii sensorické analýzy byl zjišťován vliv přídatku arabské gumy různé koncentrace na organoleptické vlastnosti pizzových korpusů. Z výsledků vyplývá, že posuzovatelé preferují vzorky pizz s přídatkem arabské gumy. Dále bylo zjištěno patrné zlepšení v chuti a změně chuti při žvýkání u vzorků s přídatkem arabské gumy. Posuzovatelé taktéž zjistili zhoršení suchosti a křehkosti pizz s přídatkem arabské gumy. Celkové posouzení kvality bylo lepší u vzorků s arabskou gumou. Mezi jednotlivými přídatky arabské gumy 1,25 %, 2,50 % a 3,75 % w/w posuzovatelé nezaznamenali žádný rozdíl.

V rámci třetí série sensorické analýzy byly vybrány dva nejlépe ohodnocené vzorky pizzových korpusů s přídatkem jablečného pektinu 1,00 % a 1,50 % w/w a dva nejlépe ohodnocené vzorky s přídatkem arabské gumy 2,50 % a 3,75 % w/w. Z výsledků sensorické analýzy vyplývá, že posuzovatelé nebyli schopni zaznamenat rozdíly mezi jednotlivými vzorky pizz s různými přídatky hydrokoloidů v chuti, suchosti, vláčnosti, křehkosti a kvalitě (celkové hodnocení).

## 8.4 Ekonomické zhodnocení

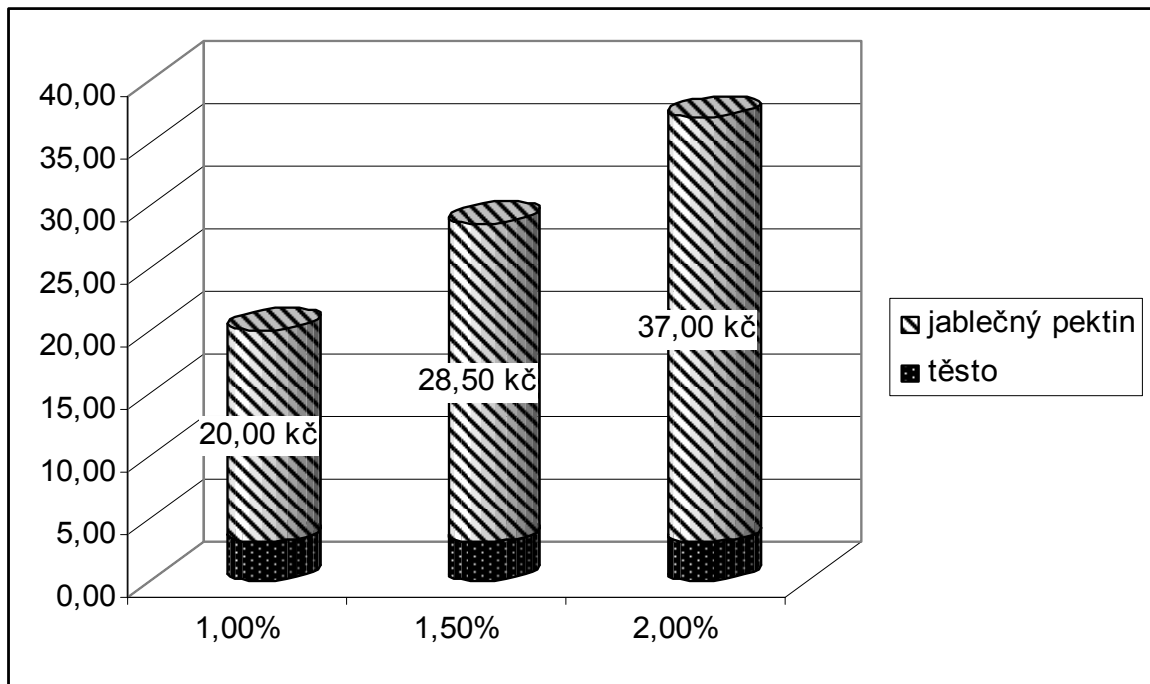
Zlepšování texturních a organoleptických vlastností, celkové kvality, popř. vzhledu pekárenského výrobku je zejména důležité pro spotřebitele, které má daný výrobek oslovit a uspokojit tím jejich potřebu. Klíčovou úlohu ovšem v atraktivnosti zboží hraje kromě vzhledu, chuti a vůně také jeho cena. V následujících tabulách je zobrazena tržní cena jednotlivých surovin použitých k výrobě pizzového korpusu a také cena jablečného pektinu a arabské gummy jako zlepšujícího přípravku do korpusů.

*Tab. 10. Cena jednotlivých surovin v Kč/kg a v Kč/potřebné množství pro výrobu jednoho pizzového korpusu*

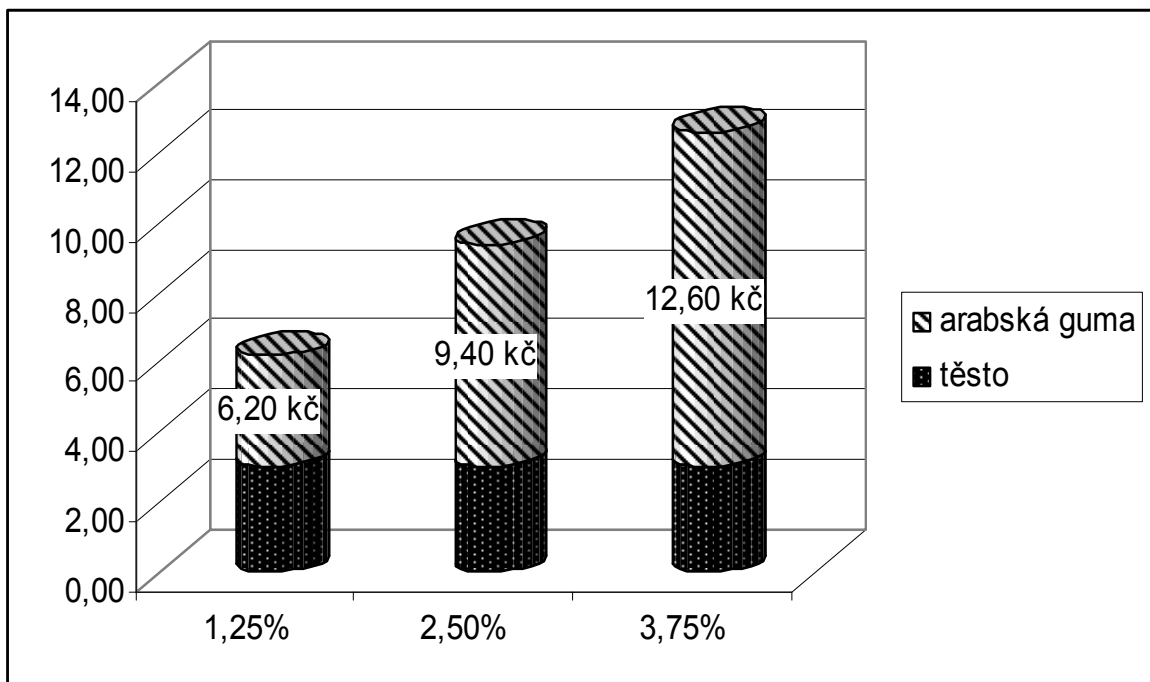
| Suroviny     | Kč/kg  | Potřebné množství | Kč/potřebné množství |
|--------------|--------|-------------------|----------------------|
| Mouka        | 10,00  | 250               | 2,50                 |
| Sůl          | 7,00   | 5                 | 0,04                 |
| Olej         | 30,00  | 5                 | 0,15                 |
| Droždí       | 95,00  | 3                 | 0,29                 |
| Celková cena | 142,00 |                   | 3,00                 |

*Tab. 11. Cena jablečného pektinu a arabské gummy v Kč/kg a v Kč/přidávané množství*

| Hydrokoloid     | Kč/kg  | 1,0 % w/w  | 1,5 % w/w  | 2,0 % w/w  |
|-----------------|--------|------------|------------|------------|
| Jablečný pektin | 16 982 | 17,00      | 25,50      | 34,00      |
|                 |        | 1,25 % w/w | 2,50 % w/w | 3,75 % w/w |
| Arabská guma    | 2 563  | 3,20       | 6,40       | 9,60       |



Obr. 14. Výsledná cena pizzového korpusu s přidavkem jablečného pektinu



Obr. 15. Výsledná cena pizzového korpusu s přidavkem arabské gummy

Z uvedených grafů lze konstatovat, že přidavek pektinu zvýší náklady na pizzový korpus minimálně o 567 %, zatímco přidavek arabské gummy zvýší náklady maximálně o 320 %.

## ZÁVĚR

Hydrokoloidy jsou používány v pekařském průmyslu z důvodu zlepšení textury, retence vlhkosti nebo celkové kvality pekařského výrobku. Cílem práce bylo zjistit, zda má přídavek jablečného pektinu a arabské gumy vliv na organoleptické vlastnosti pizzových korpusů, tudíž i na jejich jakost.

Ze získaných výsledků z chemických analýz lze konstatovat, že vzhledem k porovnání průběhu změn pH se vzrůstajícími přídávky hydrokoloidů v těstě a výsledků sensorických analýz, nelze říci, že má změna pH způsobena přídavkem jablečného pektinu nebo arabské gumy vliv na organoleptické vlastnosti pizzových korpusů.

Sušina byla zpracovávána jako základní ukazatel každého těsta a jeho stejnorodosti. Dalším důvodem měření sušiny bylo zjištění, zda má přídavek hydrokoloidů a jeho množství zásadní vliv na obsah vody v těstě. Ze zjištěných výsledků lze konstatovat, že nebyla nalezena závislost mezi množstvím přidaných hydrokoloidů a obsahu sušiny.

Z výsledků sensorické analýzy lze říci, že přídavek jablečného pektinu pozitivně ovlivňuje organoleptické vlastnosti, a to chuť a změnu chuti při žvýkání. Také celková kvalita se vlivem přidaného jablečného pektinu zlepšuje. K ovlivnění ostatních organoleptických charakteristik - suchost, vláčnost, křehkost, nasákavost, pocit při polykání sousta nedošlo.

Přídavek arabské gumy zlepšuje chuť pizzových korpusů i změnu chuti při jejím žvýkání. Pozitivně také ovlivňuje její přídavek celkovou kvalitu pizz. Negativní vliv měl nejvyšší přídavek arabské gumy na suchost a křehkost vzorků pizz.

Mezi jednotlivými přídávky jak jablečného pektinu, tak arabské gumy nejsou patrné rozdíly a tudíž jejich hmotností přídavek nemá vliv na organoleptické vlastnosti pizzových korpusů.

Použití hydrokoloidů lze doporučit výrobcům pizzových korpusů, či provozovatelům restauračních zařízení s výrobou pizz s ohledem na jejich zásadní a pozitivní vliv na chuť a celkovou kvalitu pizz. Navíc je nutno zmínit, že přidávané hydrokoloidy jsou také důležité z hlediska nutričního. Představují totiž příjem vlákniny, jejíž příjem je v lidské stravě stále nedostatečný. Přídavek hydrokoloidů tak zvyšuje výživovou hodnotu konečného pekárenského výrobku. S ohledem na ekonomickou analýzu by bylo vhodnější použití arabské gumy, která tolik nezvyšuje výrobní náklady.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] NOVÁK, M. *Starověk I.* [online]. [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.vscht.cz/document.php?docId=4481>>.
- [2] *Stolování.* [online]. [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <<http://faraon.wz.cz/zivot/zivot.htm>>.
- [3] *Proč se faraoni neusmívali.* [online]. [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.starovekyegypt.net/zajimavosti/usmev.php>>.
- [4] *Pizza.* [online]. [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Pizza#cite\\_note-amherit-0](http://en.wikipedia.org/wiki/Pizza#cite_note-amherit-0)>.
- [5] STRADLEY, L. *History & Legends of Pizza.* [online]. [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <<http://whatscookingamerica.net/History/Pizza/PizzaHistory.htm>>.
- [6] DEMETRI, J. *Pizza: The Soul of Italy.* [online]. [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.lifeinitaly.com/food/pizza-history.asp>>.
- [7] *Historie výroby pizzy.* [online]. [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.vareni.cz/trendy/historie-vyroby-pizzy/>>.
- [8] SCHMIDT, D. *The History of Pizza.* [online]. [cit. 2009-11-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.osiagnw.org/the%20history%20of%20pizza.pdf>>.
- [9] DWYER, E., O'HALLORAN, G. R. *Wheat flour properties and end-product quality.* Dublin: The National Food Centre, 1999. 20 s. ISBN 1 84170 003 7.
- [10] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům.* Praha: ÚZPI, 2007. 55 s. ISBN 978-807271-184-0.
- [11] KADLEC, P a kol. *Technologie potravin I.* 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [12] SLUKOVÁ, M. *Kvalitativní ukazatele pšenice a pšeničných mouk.* [online]. [cit. 2009-01-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant\\_TRP/dokumenty/06.pdf](http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant_TRP/dokumenty/06.pdf)>.
- [13] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I.* 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.

- [14] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. 632 s. ISBN 04-815-83.
- [15] EVŽEN, Š. *Starch Technology*. [online]. [cit. 2009-02-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.vscht.cz/sch/www321/starch.pdf>>.
- [16] SOLOMONS, T. W. G., FRYHLE, C. *Organic Chemistry, 8th Edition*. Wiley India Pvt., 2004. 1344 s. ISBN 978-0-471-41799-6.
- [17] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. 178 s. ISBN 80-7318-372-2.
- [18] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2005. 168 s. ISBN 80-7318-295-5.
- [19] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2003. 202 s. ISBN 80-7080-530-7
- [20] FRIEDLI, G. L., *Gluten Proteins*. [online]. [cit. 2009-02-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.friedli.com/research/PhD/gluten/chap2.html>>.
- [21] *Gluten*. [online]. [cit. 2009-02-28]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Gluten>>.
- [22] HULÍN, P., DOSTÁLEK, P. HOCHÉL, I. Metody stanovení lepkových bílkovin v potravinách. *Chemické listy*. 2008. č. 102. s. 327-337.
- [23] WIESER, H. Chemistry of Gluten Proteins. *Food Mikrobiology*. 2007. iss. 2. s. 115-119.
- [24] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 *Sb. pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta*.
- [25] NOVOTNÝ, F., HUBÍK, K. *Nové směry v hodnocení jakosti potravinářské pšenice*. [online]. [cit. 2009-02-28]. Dostupný z WWW: <[http://www.agrokrom.cz/texty/Obilnarske\\_listy/novotny\\_nove%20smery%20v%20hodnoceni\\_1%20cast\\_973.pdf](http://www.agrokrom.cz/texty/Obilnarske_listy/novotny_nove%20smery%20v%20hodnoceni_1%20cast_973.pdf)>.
- [26] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J. *Základy výživy a výživová politika*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 219 s. ISBN 80-7080-468-8.

- [27] PHILLIPS, G.O., WILLIAMS, P.A. *Handbook of Hydrocolloids*. 1. vyd. Cambridge: Woodhead Publishing, 2000. 442 s. ISBN 1-85573-501-6.
- [28] HARTEL, R. W. *Food emulsifiers and their applications*. NY: Springer Science, 2008. 426 s. ISBN 978-0-387-75283-9.
- [29] LIMA, M. S. et al. Fruit pectins – A suitable tool for screening gelling properties using infrared spectroscopy. *Food Hydrocolloids*. 2010. iss. 24. s. 1-7.
- [30] *Konzervace a balení potravin – Distanční text*. [cit. 2009-05-01]. Dostupný z WWW: <[http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0011\\_konzervace\\_a\\_baleni\\_potravin/distančni\\_text/M0011\\_konzervace\\_a\\_baleni\\_potravin\\_distančni\\_text.pdf](http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0011_konzervace_a_baleni_potravin/distančni_text/M0011_konzervace_a_baleni_potravin_distančni_text.pdf)>.
- [31] *What is Pectin?* IPPA. [online]. [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <[http://www.ippa.info/commercial\\_production\\_of\\_pectin.htm](http://www.ippa.info/commercial_production_of_pectin.htm)>.
- [32] SRIAMORNSAK, P. Chemistry of Pectin and Its Pharmaceutical Uses: A Review. *Silpakorn University International Journal*. 2003. iss. 3. s. 206-228.
- [33] NUSSINOVITCH, A. *Hydrocolloid application: gum technology in the food and other industries*. 1. vyd. Great Britain: Chapman & Hall, 1997. 339 s. ISBN 0-412-62120-7.
- [34] AL-ASSAFA, S., PHILLIPS, O., WILLIAMS, P. Controlling the molecular structure of food hydrocolloids. *Food hydrocolloids*. 2006. iss. 20. s. 369-377.
- [35] *Gum Arabic*. [online]. [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Arabic\\_gum#Production](http://en.wikipedia.org/wiki/Arabic_gum#Production)>.
- [36] NISHINARI, K., DOI, E. *Food hydrocolloids: structures, properties and functions*. NY: Plenum press, 1993. ISBN 0-306-44594-8.
- [37] KOHAJDOVÁ, Z., KAROVIČOVÁ, J. Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chemical papers*. 2009. vol. 63. iss. 1. s. 26-38.
- [38] EDWARDS, W.P. *The science of bakery products*. Great Britain: The Royal Society of Chemistry, 2007. 259 s. ISBN 978-0-85404-486-3.
- [39] COLLAR, C. et al. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study. *Food hydrocolloids*. 1999. č. 13. 467-475.

- [40] SHARADANANT, R., KHAN, K. Effect of Hydrophilic Gums on the Quality of Frozen Dough: II. Bread characteristics. *Cereal Chemistry*. 2003. vol. 80. iss. 6. s. 773-780.
- [41] BÁRCENAS, M., O-KELLER, J., ROSELL, C. Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch). *Journal of Food Engineering*. 2009. iss. 94. s. 241-247.
- [42] LLAVE, A. J. et al. *Dough rheology and white bread quality incorporating arabic gum as source of soluble fiber*. [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <[http://ift.confex.com/ift/2005/techprogram/paper\\_31181.htm](http://ift.confex.com/ift/2005/techprogram/paper_31181.htm)>.
- [43] GUARDA, A. et al. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food hydrocolloids*. 2004. iss. 18. s. 241-247.
- [44] KOVAČEVIC, D. et al. *Determination of amidated pectin influence on the dough initial freezing point by DTA application*. [online]. [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20043214025>>.
- [45] KOZLOVICZ, K., KLUZA, F. Experimental characteristics of dough freezing and produkt obtained from frozen doughs. *Electronic journal of polish agricultural universities*. 2001. vol. 4. iss. 2.
- [46] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. 164 s. ISBN 80-7013-435-6.
- [47] KAVKA, M. *Co se vyplatí vědět o droždí*. [online]. [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1000666&docType=ART&nid=11327>>.
- [48] TICHÁ, J. *Mikroorganismy a jiní škůdci v mlýnskopekárenském průmyslu a ochrana proti nim*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988. 151 s.
- [49] VERACHTERT, H., MOT, R. *Yeast: Biotechnology and Biocatalysis*. NY: Marcel Dekker, 1990. 493 s. ISBN 0-8247-8142-2.
- [50] SKOUPIL, J. *Suroviny pro učební obor pekař, pekařka*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1989. 224 s. ISBN 04-816-89.



- [51] OWENS, G. *Cereals processing technology*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. 238 s. ISBN 1 85573 561 X.
- [52] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-4-5.
- [53] AMENDOLA, J. REES, N. *Understanding baking: the art and science of baking*. New Persey: Wiley, 2003. 267 s. ISBN 0-471-40546-9.
- [54] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.
- [55] Kol. zaměstnanců oddělení pekáren a cukráren. *Technologie pekařství – 1. díl*. Praha: Ústřední rada družstev, 1952. 158 s.
- [56] NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 509/2006 „PIZZA NAPOLETANA“ č. ES: IT/TSG/007/0031/09.02.2005.
- [57] HUI, J. H. *Food Biochemistry and Food Processing*. 1. vyd. Oxford: Backwell, 2006. 769 s. ISBN 9780813803784.
- [58] MATZ, S. A. *Bakery technology and engineering*. 3. vyd. NY: Van Nostrand Reinhold, 1992. 843 s. ISBN 0-442-30855-8.
- [59] *Pizza*. [online]. [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.hyfoma.com/en/content/food-branches-processing-manufacturing/ready-meal/pizza/>>.
- [60] *Pece na pizzu*. [online]. [cit. 2009-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.profikuchyne.cz/pece-na-pizzu/>>.
- [61] *Pece na pizzu a chleba*. [online]. [cit. 2009-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.kamnarstvzavacky.cz/pece-na-pizzu-a-chleba>>.
- [62] CHICHESTER, C. O. *Advances in Food Research (Advances in Food and Nutrition Research)*. Boston: Academic Press. 1986. 398 s. ISBN 0-12-016430-2.
- [63] *Specifikační list droždí NOLI*. [online]. [cit. 2009-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.lesaffre.cz/upload/docs/specifikace-noli-42g-1219821560.pdf>>.
- [64] ČSN 56 0116-3. *Metody zkoušení pekařských výrobků – Stanovení obsahu vody*.

- [65] ČSN ISO 8586-1. *Senzorická analýza - Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů - Vybraní posuzovatelé.*
- [66] BUŇKA, F. *Senzorická analýza potravin I.* 1. Vyd. Zlín: UTB. 2008. 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.
- [67] KŘÍŽ, O., BUŇKA, F., HRABĚ, J. *Senzorická analýza potravin II: Statistické metody.* 1. vyd. Zlín: UTB, 2007. 127 s. ISBN 978-80-7318-494-0.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

|     |                             |
|-----|-----------------------------|
| AG  | Arabinogalaktany            |
| AGP | Arabinogalaktanové proteiny |
| AMK | Aminokyseliny               |
| HMW | High molecular weight       |
| LMW | Low molecular weight        |
| MW  | Molecular weight            |
| RS  | Rozpustná sušina            |
| SA  | Stupeň acetylce             |
| SM  | Stupeň metylace             |

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|  |    |
|--|----|
| Obr. 1. Amylosa [16] .....   | 17 |
| Obr. 2. Helikální úsek molekuly amylosy .....  | 17 |
| Obr. 3. Amylopektin .....  | 18 |
| Obr. 4. Obsah aminokyselin v proteinu (g na 16 g N) .....  | 19 |
| Obr. 5. Model struktury hydratovaného lepkového vlákna .....   | 23 |
| Obr. 6. Základní struktura pektinu .....   | 29 |
| Obr. 7. Možná struktura arabské gumy z Acacie senegal .....  | 32 |
| Obr. 8. Saccharomyces cerevisiae .....   | 35 |
| Obr. 9. Hlavní faktory ovlivňující kvašení .....   | 39 |
| Obr. 10. Elektrická pec na pizzu .....   | 40 |
| Obr. 11. Kamenná pec na pizzu .....  | 40 |
| Obr. 12. Schéma výroby pizzy .....   | 41 |
| Obr. 13. Alveografická křivka mouky T 530 .....  | 45 |
| Obr. 14. Výsledná cena pizzového korpusu s přidavkem jablečného pektinu .....  | 59 |
| Obr. 15. Výsledná cena pizzového korpusu s přidavkem arabské gumy .....  | 59 |
| Obr. 14. Pizzový korpus bez přidavku hydrokoloidů – kontrolní vzorek .....   | 79 |
| Obr. 15. Srovnání vzorku pizzy bez přidavku hydrokoloidů (vlevo) a s přidavkem<br>jablečného pektinu 1,0 % w/w ..... | 80 |
| Obr. 16. Pizzový korpus s přidavkem jablečného pektinu 1,0 % w/w. ....   | 80 |
| Obr. 17. Srovnání vzorku pizzy bez přidavku hydrokoloidů (vlevo) a s přidavkem<br>jablečného pektinu 1,5 % w/w ..... | 81 |
| Obr. 18. Pizzový korpus s přidavkem jablečného pektinu 1,5 % w/w. ....   | 81 |
| Obr. 19. Srovnání vzorku pizzy bez přidavku hydrokoloidů (vlevo) a s přidavkem<br>jablečného pektinu 2,0 % w/w ..... | 82 |
| Obr. 20. Pizzový korpus s přidavkem jablečného pektinu 2,0 % w/w. ....   | 82 |
| Obr. 21. Srovnání vzorku pizzy bez přidavku hydrokoloidů (vlevo) a s přidavkem<br>arabské gumy 1,25 % w/w .....      | 83 |
| Obr. 22. Pizzový korpus s arabské gumy 1,25 % w/w .....  | 83 |
| Obr. 23. Srovnání vzorku pizzy bez přidavku hydrokoloidů (vlevo) a s přidavkem<br>arabské gumy 2,50 % w/w .....      | 84 |
| Obr. 24. Pizzový korpus s arabské gumy 2,50 % w/w .....  | 84 |

---

|   |    |
|---|----|
| Obr. 25. Srovnání vzorku pizzy bez přídavku hydrokoloidů (vlevo) a s přídavkem arabské gumy 3,75 % w/w..... | 85 |
| Obr. 26. Pizzový korpus s arabské gumy 3,75 % w/w.....  | 85 |

**SEZNAM TABULEK**

|  |    |
|--|----|
| Tab. 1. Obvyklé hodnoty základních jakostních parametrů pekařských mouk .....                                    | 24 |
| Tab. 2. Hlavní charakteristiky droždí .....  | 36 |
| Tab. 3. Parametry mouky T 530 – pšeničná mouka světlá .....  | 44 |
| Tab.4. Specifické vlastnosti droždí NOLI .....   | 45 |
| Tab. 5. Přehled naměřeného obsahu vody na základě použitého aditiva.....   | 48 |
| Tab. 6. Naměřené hodnoty pH u vzorků pizz .....  | 49 |
| Tab. 7. Výsledky sensorické analýzy – I. skupina .....   | 52 |
| Tab. 8. Výsledky sensorické analýzy – II. skupina .....  | 54 |
| Tab. 9. Výsledky sensorické analýzy – III. skupina.....  | 56 |
| Tab. 10. Cena jednotlivých surovin v Kč/kg a v Kč/potřebné množství pro výrobu<br>jednoho pizzového korpusu..... | 58 |
| Tab. 11. Cena jablečného pektinu a arabské gumy v Kč/kg a v Kč/přidávané množství.....                           | 58 |

## SEZNAM PŘÍLOH

- P I      Sensorické hodnocení pizz I. a II. série
- P II     Sensorické hodnocení pizz III. série
- P III    Grafická dokumentace výroby pizzových korpusů

## PŘÍLOHA P I: SENZORICKÉ HODNOCENÍ PIZZ I. A II. SÉRIE

Jméno:

Datum:

U čtyřech předložených vzorků pizz proveďte senzorní hodnocení

1. Seřadte vzorky podle pořadového preferenčního testu.  
(1 – nejpreferovanější; 4 – nejméně preferovaný)

|               | vzorek |   |   |   |
|---------------|--------|---|---|---|
|               | A      | B | C | D |
| Pořadí vzorku |        |   |   |   |

2. Proveďte párový preferenční test u následujících dvojic vzorků pizz a zakroužkujte Vámi preferovaný vzorek.

A – B                      B – C                      C – D

A – C                      B – D

A – D

3. Proveďte hodnocení senzorních charakteristik u předložených vzorků pizz.

a) chuť

|                      | vzorek |   |   |   |
|----------------------|--------|---|---|---|
|                      | A      | B | C | D |
| 1 – výborná          |        |   |   |   |
| 2 – velmi dobrá      |        |   |   |   |
| 3 – průměrná         |        |   |   |   |
| 4 – ještě přijatelná |        |   |   |   |
| 5 – špatná           |        |   |   |   |

b) změna chuti při žvýkání

|                        | vzorek |   |   |   |
|------------------------|--------|---|---|---|
|                        | A      | B | C | D |
| 1 – značně se zlepšuje |        |   |   |   |
| 2 – mírně se zlepšuje  |        |   |   |   |
| 3 – nemění se          |        |   |   |   |
| 4 – mírně se zhoršuje  |        |   |   |   |
| 5 – značně se zhoršuje |        |   |   |   |



c) suchost

|                          | vzorek |   |   |   |
|--------------------------|--------|---|---|---|
|                          | A      | B | C | D |
| <b>1 – velmi suchá</b>   |        |   |   |   |
| <b>2 – suchá</b>         |        |   |   |   |
| <b>3 – středně suchá</b> |        |   |   |   |
| <b>4 – vlhká</b>         |        |   |   |   |
| <b>5 – velmi vlhká</b>   |        |   |   |   |

d) vláčnost

|                         | vzorek |   |   |   |
|-------------------------|--------|---|---|---|
|                         | A      | B | C | D |
| <b>1 – velmi vysoká</b> |        |   |   |   |
| <b>2 – vysoká</b>       |        |   |   |   |
| <b>3 – průměrná</b>     |        |   |   |   |
| <b>4 – malá</b>         |        |   |   |   |
| <b>5 – velmi malá</b>   |        |   |   |   |

e) křehkost

|                                       | vzorek |   |   |   |
|---------------------------------------|--------|---|---|---|
|                                       | A      | B | C | D |
| <b>1 – velmi křehká</b>               |        |   |   |   |
| <b>2 – dosti křehká</b>               |        |   |   |   |
| <b>3 – středně křehká</b>             |        |   |   |   |
| <b>4 – málo křehká</b>                |        |   |   |   |
| <b>5 – nepoddajná,<br/>houževnatá</b> |        |   |   |   |

f) schopnost střídky absorbovat sliny (nasákavost)

|                         | vzorek |   |   |   |
|-------------------------|--------|---|---|---|
|                         | A      | B | C | D |
| <b>1 – velmi vysoká</b> |        |   |   |   |
| <b>2 – vysoká</b>       |        |   |   |   |
| <b>3 – průměrná</b>     |        |   |   |   |
| <b>4 – malá</b>         |        |   |   |   |
| <b>5 – velmi malá</b>   |        |   |   |   |

g) pocit při polykání sousta

|  | vzorek |   |   |   |
|--|--------|---|---|---|
|  | A      | B | C | D |
| <b>1 – velmi snadné,<br/>příjemné</b>        |        |   |   |   |
| <b>2 – snadné</b>                            |        |   |   |   |
| <b>3 – průměrné</b>                          |        |   |   |   |
| <b>4 – horší,<br/>vázne v krku</b>           |        |   |   |   |
| <b>5 – velmi špatné,<br/>škrábe, lepí se</b> |        |   |   |   |

4. Proved'te celkové (komplexní) hodnocení předložených 4 vzorků pizz.

Při hodnocení zohledněte všechny senzorní znaky s důrazem na rozhodující senzorní profily (výraznost chuti, vláčnosti, polykatelnost).

K hodnocení použijte 5-ti bodovou kategorovou jakostní stupnici.

|                         | vzorek |   |   |   |
|-------------------------|--------|---|---|---|
|                         | A      | B | C | D |
| <b>1 – vynikající</b>   |        |   |   |   |
| <b>2 – dobrá</b>        |        |   |   |   |
| <b>3 – průměrná</b>     |        |   |   |   |
| <b>4 – špatná</b>       |        |   |   |   |
| <b>5 – nevyhovující</b> |        |   |   |   |

## HODNOTITELSKÁ STUPNICE

- pro senzorické hodnocení pizz

| Stupeň | Označení stupně | Definice stupně   |
|--------|-----------------|---|
| 1      | Vynikající      | Pizza má chuť po použitých surovinách, bez cizích pachů a příchutí. Má dostatečně výraznou, jemnou a lahodnou chuť. Pizza je vláčná a velmi dobře polykatelná.            |
| 2      | Dobrá           | Chuť pizzy je harmonická, čistá, bez cizích pachů a příchutí. Připouští se méně výrazná chuť. Textura je vláčná, nadýchaná, homogenní a dobře polykatelná.                |
| 3      | Průměrná        | Pizza má průměrnou jakost. Chuť je prázdnější, málo výrazná a málo harmonická. Textura je mírně sušší nebo mazlavější. Polykatelnost přijatelná.                          |
| 4      | Špatná          | Chuť pizzy je neharmonická, kyselejší, slanější nebo s cizí příchutí. Textura je suchá nebo příliš mazlavá, hůře polykatelná. Střídka je rozpadavá nebo nepropečená.      |
| 5      | Nevyhovující    | Výrobek je netypické chuti (např. příliš kyselý, přesolený, s kvasničnou nebo cizí příchutí). Textura je suchá, rozpadavá nebo silně mazlavá. Pizza je těžko polykatelná. |

## PŘÍLOHA P II: SENZORICKÉ HODNOCENÍ PIZZ III. SÉRIE

Jméno:

Datum:

U čtyřech předložených vzorků pizz proveďte senzorní hodnocení

- Seřaďte vzorky podle pořadového preferenčního testu.  
(1 – nejpreferovanější; 4 – nejméně preferovaný)

|               | vzorek |   |   |   |
|---------------|--------|---|---|---|
|               | A      | B | C | D |
| Pořadí vzorku |        |   |   |   |

- Proveďte párový preferenční test u následujících dvojic vzorků pizz a zakroužkujte Vámi preferovaný vzorek.

A – B

B – C

C – D

A – C

B – D

A – D

- Proveďte hodnocení senzorních charakteristik u předložených vzorků pizz.

h) chuť

|                      | vzorek |   |   |   |
|----------------------|--------|---|---|---|
|                      | A      | B | C | D |
| 1 – výborná          |        |   |   |   |
| 2 – velmi dobrá      |        |   |   |   |
| 3 – průměrná         |        |   |   |   |
| 4 – ještě přijatelná |        |   |   |   |
| 5 – špatná           |        |   |   |   |

i) suchost

|                   | vzorek |   |   |   |
|-------------------|--------|---|---|---|
|                   | A      | B | C | D |
| 1 – velmi suchá   |        |   |   |   |
| 2 – suchá         |        |   |   |   |
| 3 – středně suchá |        |   |   |   |
| 4 – vlhká         |        |   |   |   |
| 5 – velmi vlhká   |        |   |   |   |

j) vláčnost

|                         | vzorek |   |   |   |
|-------------------------|--------|---|---|---|
|                         | A      | B | C | D |
| <b>1 – velmi vysoká</b> |        |   |   |   |
| <b>2 – vysoká</b>       |        |   |   |   |
| <b>3 – průměrná</b>     |        |   |   |   |
| <b>4 – malá</b>         |        |   |   |   |
| <b>5 – velmi malá</b>   |        |   |   |   |

k) křehkost

|                                       | vzorek |   |   |   |
|---------------------------------------|--------|---|---|---|
|                                       | A      | B | C | D |
| <b>1 – velmi křehká</b>               |        |   |   |   |
| <b>2 – dosti křehká</b>               |        |   |   |   |
| <b>3 – středně křehká</b>             |        |   |   |   |
| <b>4 – málo křehká</b>                |        |   |   |   |
| <b>5 – nepoddajná,<br/>houževnatá</b> |        |   |   |   |

4. Proved'te celkové (komplexní) hodnocení předložených 4 vzorků pizz. Při hodnocení zohledněte všechny sensorické znaky uvedené výše.

K hodnocení použijte 5-ti bodovou kategorovou jakostní stupnici.

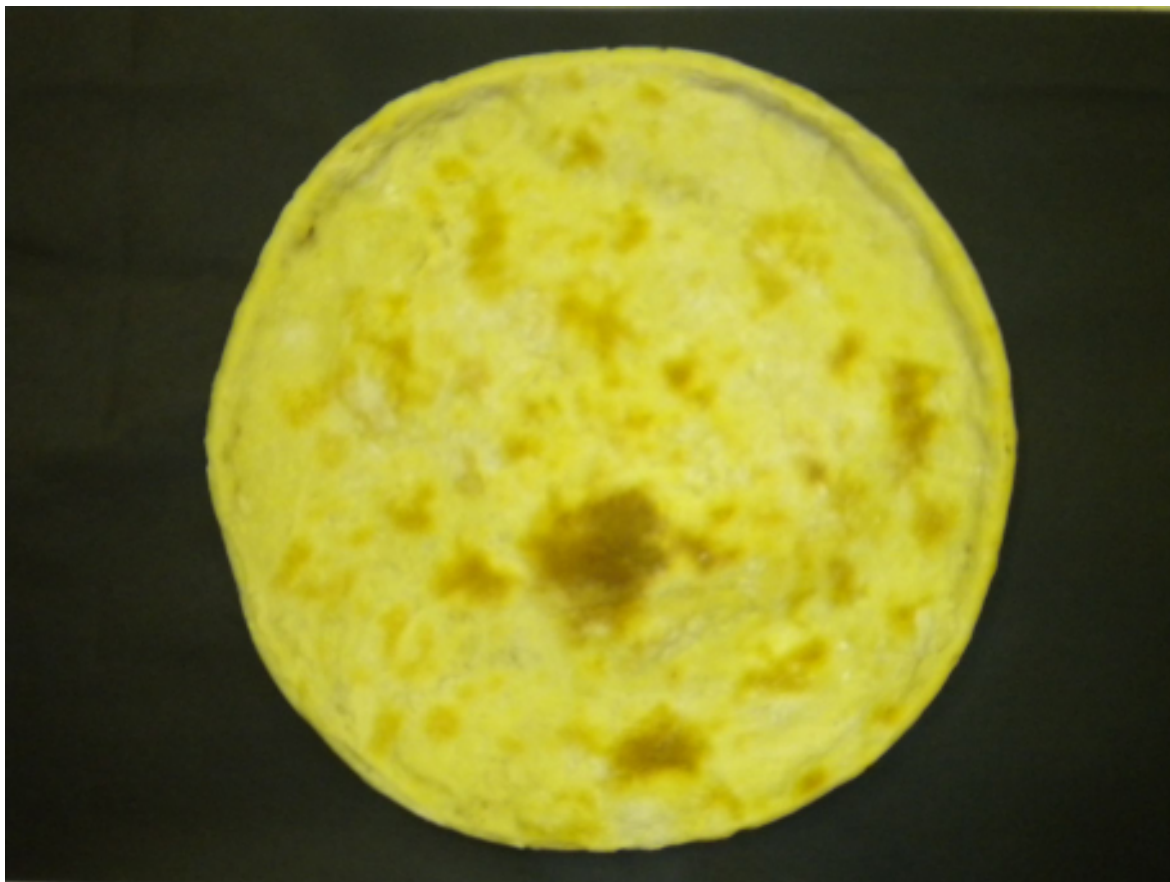
|                         | vzorek |   |   |   |
|-------------------------|--------|---|---|---|
|                         | A      | B | C | D |
| <b>1 – vynikající</b>   |        |   |   |   |
| <b>2 – dobrá</b>        |        |   |   |   |
| <b>3 – průměrná</b>     |        |   |   |   |
| <b>4 – špatná</b>       |        |   |   |   |
| <b>5 – nevyhovující</b> |        |   |   |   |

## HODNOTITELSKÁ STUPNICE

- pro senzorické hodnocení pizz

| Stupeň | Označení stupně | Definice stupně  |
|--------|-----------------|--|
| 1      | Vynikající      | Pizza má chuť po použitých surovinách, bez cizích pachů a příchutí. Má dostatečně výraznou, jemnou a lahodnou chuť. Pizza je vláčná a velmi křehká.                |
| 2      | Dobrá           | Chuť pizzy je harmonická, čistá, bez cizích pachů a příchutí. Připouští se méně výrazná chuť. Textura je vláčná, nadýchaná, homogenní a dosti křehká.              |
| 3      | Průměrná        | Pizza má průměrnou jakost. Chuť je prázdnější, málo výrazná a málo harmonická. Textura je mírně sušší nebo mazlavější. Pizza je středně křehká.                    |
| 4      | Špatná          | Chuť pizzy je neharmonická, kyselejší, slanější nebo s cizí příchutí. Textura je suchá nebo příliš mazlavá. Středka je nepropečená. Pizza je málo křehká.          |
| 5      | Nevyhovující    | Výrobek je netypické chuti (např. příliš kyselý, přesolený, s kvasničnou nebo cizí příchutí). Textura je suchá, rozpadavá nebo silně mazlavá. Pizza je houževnatá. |

**PŘÍLOHA P III: GRAFICKÁ DOKUMENTACE VYROBENÝCH  
PIZZOVÝCH KORPUSŮ**



*Obr. 16. Pizzový korpus bez přídavku hydrokoloidů – kontrolní vzorek.*



*Obr. 17. Srovnání vzorku pizzy bez přídavku hydrokoloidů (vlevo) a s přídavkem jablečného pektinu 1,0 % w/w.*



*Obr. 18. Pizzový korpus s přídavkem jablečného pektinu 1,0 % w/w.*





*Obr. 19. Srovnání vzorku pizzy bez přídavku hydrokoloidů (vlevo) a s přídavkem jablečného pektinu 1,5 % w/w.*



*Obr. 20. Pizzový korpus s přídavkem jablečného pektinu 1,5 % w/w.*



*Obr. 21. Srovnání vzorku pizzy bez přídavku hydrokoloidů (vlevo) a s přídavkem jablečného pektinu 2,0 % w/w.*



*Obr. 22. Pizzový korpus s přídavkem jablečného pektinu 2,0 % w/w.*



*Obr. 23. Srovnání vzorku pizzy bez přídavku hydrokoloidů (vlevo) a s přídavkem arabské gummy 1,25 % w/w.*



*Obr. 24. Pizzový korpus s arabské gummy 1,25 % w/w.*



*Obr. 25. Srovnání vzorku pizzy bez přídavku hydrokoloidů (vlevo) a s přídavkem arabské gumy 2,50 % w/w.*



*Obr. 26. Pizzový korpus s arabské gumy 2,50 % w/w.*



*Obr. 27. Srovnání vzorku pizzy bez přídavku hydrokoloidů (vlevo) a s přídavkem arabské gumy 3,75 % w/w.*



*Obr. 28. Pizzový korpus s arabské gumy 3,75 % w/w.*

