

Texturní charakteristiky bezlepkového laminovaného těsta

Silvie Minaříková

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Silvie Minaříková**

Osobní číslo: **T14823**

Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Texturní charakteristiky bezlepkového laminovaného těsta**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Suroviny pro výrobu bezlepkového laminovaného těsta.
2. Technologie výroby laminovaného těsta.

II. Praktická část

1. Charakteristika použité bezlepkové mouky.
2. Postup přípravy bezlepkového laminovaného pečiva.
3. Metody hodnocení kvality pečiva.
4. Popis získaných výsledků a jejich diskuse s literaturou.
5. Závěry plynoucí z práce.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- [1] BUREŠOVÁ, I., KRÁČMAR, S., DVOŘÁKOVÁ, P., STŘEDA, T. (2014). The relationship between rheological characteristics of gluten-free dough and the quality of biologically leavened bread. *Journal of Cereal Science*, vol. 60, issue 2, 271–275 p., ISSN 0733–5210.
- [2] DEMIRKESEN, I., MERT, B., SUMNU, G., SAHIN, S. (2010). Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, vol. 96, issue 2, 295–303 p., ISSN 0260–8774.
- [3] LAZARIDOU, A., DUTA, D., PAPAGEORGIOU, M., BELC, N., BILIADERIS, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, vol. 79, issue 3, 1033–1047 p., ISSN 0260–8774.
- [4] COURTIN, C.M., DELCOUR, J.A. (2002). Arabinoxylans and Endoxylanases in Wheat Flour Bread-making. *Journal of Cereal Science*, vol. 35, issue 3, 225–243 p., ISSN 0733–5210.
- [5] KAUR, M., SANDHU, K.S., ARORA, A., SHARMA, A. (2015) Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: Physicochemical and sensory properties. *LWT – Food Science and Technology*, vol. 62, issue 1, 628–632 p., ISSN 0023–6438.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

2. února 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. května 2016

Ve Zlíně dne 2. února 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 2. 5. 2016

Silvie Minaříková

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

V práci byla zkoumána možnost výroby bezlepkového laminovaného těsta a následně výroba croissantů. Na základě texturních charakteristik (tvrdost, elasticita, kohezivnost a žvýkatelnost) byly jednotlivé hodnoty bezlepkových croissantů srovnány s výsledky texturní analýzy u croissantu pšeničného. Bylo zjištěno, že vzhledem ke všem testovaným parametrům byl nejpodobnější kontrolnímu pšeničnému croissantu croissant z rýžové výběrové a cizrnové instantní mouky.

Klíčová slova: laminované těsto, croissant, bezlepkové pečivo, texturní analýza

ABSTRACT

The aim of the work was to test the possibility of producing gluten-free laminated dough and croissants. Textural properties of gluten-free croissant crumb (hardness, elasticity, cohesiveness and gumminess) were compared with the properties of the wheat one. The product prepared from blend of rice native and chickpea instant flour was found to have the characteristics of wheat product.

Keywords: laminated dough, croissant, gluten free bakery products, texture analysis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce doc. RNDr. Ivě Burešové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady během vypracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Soni Kulhanové a Ing. Lucii Masaříkové za pomoc při realizaci a zpracování praktické části mé bakalářské práce.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SUROVINY PRO VÝROBU BEZLEPKOVÉHO LAMINOVANÉHO TĚSTA	11
1.1 MOUKA	11
1.1.1 Rýže.....	12
1.1.2 Kukuřice.....	13
1.1.3 Pohanka	14
1.1.4 Cizrna	15
1.1.5 Proso.....	16
1.1.6 Lupina.....	16
1.2 KYPŘICÍ SLOŽKA	17
1.3 VODA	18
1.4 PŘIDATNÉ LÁTKY	19
1.4.1 Hydrokoloidy.....	19
2 TECHNOLOGIE VÝROBY LAMINOVANÉHO TĚSTA	21
2.1 LISTOVÉ TĚSTO	21
2.2 PLUNDROVÉ TĚSTO	23
II PRAKTICKÁ ČÁST	25
3 CÍLE PRÁCE	26
4 MATERIÁL A METODIKA	27
4.1 MATERIÁL	27
4.2 METODY	27
4.2.1 Výroba bezlepkových croissantů.....	27
4.2.2 Texturní analýza croissantů.....	29
4.2.3 Statistická analýza	29
5 VÝSLEDKY A DISKUZE	30
ZÁVĚR	35
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	36
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	40
SEZNAM OBRÁZKŮ	41
SEZNAM TABULEK	42
SEZNAM PŘÍLOH	43

ÚVOD

V současnosti se nejen v České republice, ale i celosvětově zvyšuje počet osob, u nichž byla diagnostikována celiakie. Jedná se o vrozenou celoživotní nesnášenlivost lepku. U vnímavých jedinců lepek přijatý potravou poškodí především sliznici tenkého střeva v oblasti lačníku a způsobí vymizení (atrofii) slizničních klků.

Tato geneticky podmíněná nemoc může propuknout v každém věku. Osoby trpící celiakií nemohou konzumovat potraviny obsahující lepek a jedinou možnou léčbou je celoživotní dodržování bezlepkové diety. U této diety je nutné vyloučit veškeré potraviny obsahující pšeničnou mouku.

S rostoucím počtem celiaků roste taktéž poptávka po bezlepkových potravinách, které jsou zejména ze sensorického hlediska srovnatelné s běžnými výrobky. Avšak kvalita bezlepkových výrobků často nedosahuje úrovně potravin obsahujících lepek.

Protože pečivo představuje velmi důležitou roli v naší stravě, bylo nutné nahradit pšeničnou mouku jinými alternativami. Proto se můžeme setkat s pečivem například z rýžové, kukuřičné či cizrnové mouky. Výroba bezlepkového pečiva s sebou nese technologické problémy a nutnost přidavku aditivních látek upravujících viskoelastické vlastnosti těsta.

Na trhu bohužel stále nejsou zastoupeny všechny typy pečiva. Například výrobky z listového a plundrového těsta v nabídce chybí. Z toho důvodu bylo cílem práce pokusit se vyrobit bezlepkové laminované těsto a následně pečivo z tohoto těsta. K výrobě croissantů byly použity různé druhy mouk z bezlepkových cereálií, pseudocereálií či luštěnin.

Teoretická část práce je zaměřena na možné alternativy náhrady pšeničné mouky v pekařských výrobcích a na další základní suroviny potřebné pro přípravu bezlepkového laminovaného těsta. Taktéž je zde uvedena technologie výroby. Praktická část obsahuje přehled a srovnání jednotlivých výrobků s pšeničným croissantem.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SUROVINY PRO VÝROBU BEZLEPKOVÉHO LAMINOVANÉHO TĚSTA

Mezi základní složky bezlepkových pekařských výrobků patří mouka, voda, suroviny zodpovědné za nakypření pečiva, přídatné látky upravující reologické vlastnosti bezlepkového těsta a sůl. Kromě těchto složek mohou být použity také pomocné suroviny - cukr, tuky [1, 2, 3].

1.1 Mouka

Mouka je základní surovinou pro výrobu těsta. Tato složka v pekařských výrobcích často tvoří 60 a více procent hmotnosti těsta. Pro těsto z pšeničné mouky jsou typické specifické reologické vlastnosti, které jsou dány přítomností lepkové sítě. Lepková síť se vytváří z pšeničných zásobních bílkovin v průběhu hnětení těsta. Její přítomnost ovlivňuje viskoelastické vlastnosti těsta a přispívá také k dosažení požadovaného vzhledu pečiva [1, 2, 3].

Základními strukturami lepkové sítě jsou zásobní bílkoviny – prolaminy a gluteliny. Prolaminy ovlivňují viskozitu a gluteliny se podílí na elasticitě a kohezivnosti těsta. Pšeničné prolaminy se nazývají gliadiny a gluteliny se nazývají gluteniny [1, 2, 4, 5].

Některým konzumentům způsobují zásobní bílkoviny pšenice, žita, ječmene, ovsa a jejich kříženců zdravotní komplikace. Tito lidé jsou odkázáni na konzumaci bezlepkových potravin, nebo potravin s nízkým obsahem lepku. Nařízení (ES) č. 41/2009, platné od 1. ledna 2012, stanovuje u potravin pro zvláštní výživu rozdílné požadavky na označování a obsah lepku v závislosti na použité surovině [2, 6]:

- **„Velmi nízký obsah lepku“** označuje potraviny ze speciálně upravených složek vyrobených z pšenice, žita, ječmene, ovsa nebo jejich kříženců, u kterých byl obsah lepku zpravidla snížen technologickou úpravou. Obsah lepku může činit maximálně 100 mg/kg v potravine ve stavu, v němž je prodávána konečném spotřebiteli [6].
- Označení **„Bez lepku“** je primárně určeno pro potraviny, které neobsahují pšenici, ječmen, žito, oves nebo jejich křížence a obsahují jiné složky nahrazující zmíněné cereálie (tzn. přirozeně bezlepkové suroviny). Obsah lepku může činit maximálně 20 mg/kg v potravine ve stavu, v němž je prodávána konečném spotřebiteli [6].

Použití bezlepkových mouk však představuje významný technologický problém. Těsto vyrobené z mouky neobsahující lepek je tekuté a pečivo se vyznačuje drobitostí, tvrdnutím, nevýraznou chutí a vůní [1, 5, 7].

Mezi přirozeně bezlepkové cereálie, pseudocereálie či luštěniny, které jsou vhodné pro výrobu mouk, je řazena rýže, kukuřice, pohanka, cizrna, merlík, amarant, lupina či jáhly [7].

1.1.1 Rýže

Rýže (*Oryza sativa*) je nejrozšířenější plodina pěstovaná pro přímou konzumaci. Jedná se o jednu nejstarších a nejdůležitějších kulturních plodin, která je z výživového hlediska velmi významná. Pro více než 60 % světové populace představuje základní potravinu a pro 50 % populace je stěžejní potravinou - zejména v Asii, Americe a Evropě. Její zrna jsou pluchatá a obsahují tuhé celulózové obaly. Dle tvaru a velikosti zrna se rýže dělí na dlouhozrnnou (zrno má průměrně 6 mm), krátkozrnnou (5,2 – 6,0 mm) a kulatozrnnou (délka zrna do 5,2 mm). S tvarem zrna jsou spojeny některé fyzikální vlastnosti - krátká a kulatá zrna jsou více lepivá a rozvářivá [8, 9, 10].

V současné době existuje velký počet rýžových odrůd a to v převážné většině z druhu *Oryza sativa* L. [10].

Rýže se řadí mezi hodnotné potraviny, protože více než 85 % energie je tvořeno komplexními cukry. Tato plodina je lehce stravitelná, neobsahuje cholesterol ani sodík a tuk se zde vyskytuje pouze ve stopovém množství [9].

Rýže neobsahuje lepek a je tedy řazena mezi bezlepkové potraviny. Z tohoto a také z důvodu její snadné stravitelnosti je využívána u různých druhů diet - zejména u osob trpících celiakií [8, 10].



Obr. 1: Obilka rýže dlouhozrnné [11]

1.1.2 Kukuřice

Kukuřice je jednoletá jednoděložná tráva původně pocházející z Jižní Ameriky - Mexika. Amerika (konkrétně USA) stále zůstává jejím hlavním producentem [9, 10].

U veškeré pěstované kukuřice se jedná o druh *Zea Mays L.* vyskytující se v široké škále odrůd, které se liší tvarem zrna, obsahem polysacharidů - škrobu a bílkovin [10].

Nejvíce se kukuřice používá ke krmným účelům. V potravinářském průmyslu má významné zastoupení kukuřice koňský zub, kukuřice pukancová, kukuřice cukrová a kukuřice škrobnatá. Na přímé použití jako potraviny se spotřebuje 21% zrna ze světové produkce [3, 8, 10].

Kukuřice je využívána zejména jako zdroj škrobu, dále oleje či glukózy a k výrobě alkoholů a speciálních druhů lihovin. Kukuřice taktéž slouží k výrobě mouky a kukuřičné krupice. Z těchto surovin je dále vyráběno především extrudované pečivo a bezlepkové pekařské čerstvé i trvanlivé výrobky. Také je součástí snídaňových cereálií a hlavní surovinou pop cornu [3, 8, 9, 10].

V současné době je velmi diskutována geneticky modifikovaná (GM) kukuřice. Typickým zástupcem je Bt-kukuřice, jejíž genom obsahuje vložený gen bakterie *Bacillus thuringiensis*, díky kterému má kukuřice odolnost vůči škůdcům, jako je zavíječ kukuřičný a bázlivec kukuřičný [9].



Obr. 2: Obilka kukuřice [11]

1.1.3 Pohanka

Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum* Moech.) je dvouděložná rostlina patřící do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*). Jedná se o nejrozšířenější pseudocereálii, jejímž plodem tedy není obilka jako u obilovin, ale nažka [7, 8, 10].

Pohanka pochází z jihovýchodní Asie. V současnosti se mezi největší producenty řadí Čína a Rusko. V Čechách se ve větším množství začala pěstovat v 90. letech minulého století [9].

Nažka pohanky se vyznačuje charakteristickým bílkovinným komplexem obsahujícím malé množství prolaminů a glutelinů. Z tohoto důvodu je vhodné její využití pro bezlepkové produkty. Pro pohanku je také typický obsah významných bioaktivních látek. Obsahuje fyziologicky aktivní steroly snižující vstřebávání cholesterolu a minerální látky - především zinek, měď, draslík a hořčík. Značné množství přírodních antioxidantů, mezi nimiž převládá rutin, působí pozitivně na cévní a imunitní systém a taktéž má významné antimutagenní a protizánětlivé účinky [7, 9, 10].



Obr. 3: Nažka pohanky [11]

1.1.4 Cizrna

Cizrna (*Cicer*) je rod bobovitých rostlin, který zahrnuje 43 druhů. Nejvýznamnějším druhem je cizrna beraní (*Cicer arietinum*), která se někdy označuje jako římský hrách. Jedná se o třetí nejrozšířenější luštěninu na světě po hrachu setém a fazolu obecném [12].

Původně pochází z Turecka a Sýrie. Tradičně se pěstuje v Asii, dále na Blízkém východě, v severní Africe a v Mexiku. V současné době je jejím největším producentem Indie [12, 13].

Cizrna se vyznačuje vysokým obsahem sacharidů, bílkovin, tuků, minerálních látek a vitaminů. Tato luštěnina je zdrojem vápníku, železa, fosforu, hořčíku a zinku. Mezi vitaminy převládá vitamin B₁₅, který se vyznačuje výbornými antioxidačními vlastnostmi. Kromě tohoto vitamínu jsou v cizrně obsaženy také vitaminy B₂, B₆, C, E a provitamin A [12, 13].

Tato plodina je lehce stravitelná, má pozitivní účinek na trávicí trakt, imunitní systém, nervovou soustavu a kardiovaskulární systém. Také upravuje hladinu cholesterolu v krvi [12].

Z důvodu nepřítomnosti lepku a vysoké výživové hodnoty je využívána jako náhrada obilovin u potravin určených pro konzumenty trpící celiakií. Bílkoviny cizrny poskytují dobré pekařské vlastnosti výrobkům čistě cizrnovým či připraveným ze směsi cizrnové mouky s jinými druhy [13].

1.1.5 Proso

Proso (*Panicum*) je rod jednoletých vytrvalých bylin z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Tento rod zahrnuje přibližně 500 druhů, z nichž je nejrozšířenější proso seté (*Panicum miliaceum* L.). Proso je pěstováno zejména v polosuchých tropických oblastech Asie a Afriky (v Indii, Mali, Nigérii a Nigeru). Tato plodina je oblíbená díky své produktivitě a krátké vegetační době v suchých, vysokoteplotních podmínkách [9, 14].

Proso je bohatým zdrojem kyseliny fytové, vlákniny, železa, vápníku a vitaminů (B₁, B₂, karotenoidy). Poměr bílkovin, sacharidů a tuků se blíží doporučenému optimu [7, 14].

Z hlediska výživy jsou významné především loupané obilky prosa označované jako jáhly. Jáhly jsou lehce stravitelné a neobsahují lepek. Díky tomu jsou vhodnou surovinou pro bezlepkovou dietu celiaků. Zejména souží k přípravě kaší a nákypů, pekařských výrobků, těstovin či sušenek [9, 14].



Obr. 4: Obilka prosa [11]

1.1.6 Lupina

Lupina (*Lupinus*) je rod rostlin z čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Často bývá označována jako vlčí bob. Rod lupina zahrnuje asi 200 druhů, z nichž se většina vyskytuje především v Severní a Jižní Americe. V menší míře se lupina pěstuje také v Středomoří, vý-

chodní Africe a na Blízkém východě. V České republice je nejvíce známá lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*) a lupina bílá (*Lupinus albus*) [15].

Lupina je významným zdrojem bílkovin a vlákniny. Některé druhy lupiny však obsahují sloučeniny, které se vyznačují hořkou chutí a toxicitou. Jedná se o alkaloidy (lupinin, spartein) a neproteinové aminokyseliny (lathyrin). Lupina, u které je odhalena přítomnost těchto látek, není použita do potravinářských výrobků [15, 16].

Semena lupiny bílé jsou konzumována v mnoha podobách. Velkou oblibu má lupina ve slaném nálevu, veganské klobásy, náhražky masa (tofu) či náhražky kravského mléka. Taktéž je z této luštěniny vyráběna mouka sloužící jako základní surovina bezlepkových výrobků [16, 17].

U některých konzumentů se může objevit alergie. Toto riziko je zvýšené u pacientů alergických na arašídny [15, 17].

1.2 Kypřicí složka

Každé pečivo je kypřeno. Pečivo může být kypřeno biologicky, chemicky, mechanicky a termomechanicky. Nejčastěji využívaným způsobem kypření pečiva je biologické kypření, kdy kypřicí plyn, což je oxid uhličitý, vzniká činností kvasinek [18].

Kvasinky jsou eukaryotní heterotrofní mikroorganismy, které se řadí mezi houby (*Fungi*). Rozmnožují se dvěma způsoby - pučením nebo sporami. Při použití v potravinářském průmyslu se využívá především rozmnožování pučením. Jsou využívány nejen v pekárenství, ale také v pivovarnictví, při výrobě lihovin a vína [19, 20].

Pekařské kvasnice je označení kmenů kvasinek běžně používaných jako kypřicí prostředek. Pro výrobu pečiva se využívají zejména kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*. Jedná se o fakultativně anaerobní mikroorganismy, které mohou svůj metabolismus přizpůsobit vnějším podmínkám dle přítomnosti kyslíku. V anaerobním prostředí dochází k etanolovému kvašení, kdy kvasinky přeměňují sacharidy na etanol a oxid uhličitý. Oxid uhličitý následně difunduje do vzduchových pórů těsta a způsobuje zvětšení objemu. Použití cukru při výrobě těsta poskytuje potravu pro růst kvasinek, nicméně příliš velké množství jejich růst inhibuje [18, 19].

Při výrobě pečiva se využívají kvasinky ve formě droždí. V současnosti je k dispozici řada různých forem [18]:

- **Tekuté droždí** bylo používáno zejména do 19. století. Jeho použití je v dnešní době typické spíše pro pekárny v zahraničí - v USA a Austrálii. Teplota uchovávání je 0-10 °C [20].
- **Lisované droždí** je z ekonomických důvodů nejvíce využívanou formou droždí. Vyznačuje se formováním do liberek o hmotnosti 500 a 1000 g. Barva a konzistence se v jednotlivých státech liší. V České republice má bílou barvu a drobivou strukturu. Teplota skladování je 4-6 °C [20, 21].
- **Aktivní sušené droždí** se skládá z hrubých podélných granulí ve tvaru válečků. Tato forma droždí musí být před použitím rehydratována a z tohoto důvodu jsou použity specifické kmeny kvasinek odolné k dehydrataci. Může být skladováno při pokojové teplotě po dobu jednoho roku [19, 21].
- **Instantní droždí** je velmi podobné jako aktivní sušené droždí, ale má menší granulace. Nevyžaduje rehydrataci před vlastním použitím a obvykle se přidává přímo do těsta. Instantní droždí obsahuje malé množství kyseliny askorbové přidané jako konzervační prostředek. Uchovává se při pokojové teplotě [19, 21].

1.3 Voda

Voda je nezbytnou složkou pro výrobu těsta. Prostřednictvím vodíkových vazeb reaguje s přítomnými proteiny a polysacharidy, především škrobem. V případě použití mouky s poškozenými škrobovými granulemi je vázáno větší množství vody [18, 21].

Pro výrobu pečiva může být použita pouze zdravotně nezávadná voda. Důraz je také kladen na tvrdost a kyselost, resp. alkalitu vody. V pekařském průmyslu je ideální středně tvrdá voda. V případě přípravy těsta z měkké vody je těsto velmi lepkavé a vykazuje sníženou vaznost vody. Naopak tvrdá voda obsahuje soli, které mohou zpomalovat činnost kvasinek a výsledné těsto je tužší. Zpomalení fermentačních procesů nastává také při použití alkalické vody. Kvasinkám v droždí vyhovuje spíše mírně kyselé prostředí, a proto výsledné pečivo z vody s vyšší kyselostí má požadovaný objem [19, 21, 22].

1.4 Přídavné látky

Velmi důležitou součástí bezlepkových výrobků jsou přídavné látky umožňující zlepšení pekárenské kvality a nahrazení vlastností pšeničného lepku. Také je kladen důraz na zvýšení výživové hodnoty přidáním vlákniny, jelikož bezlepková dieta neposkytuje její dostatečný příjem [1, 2].

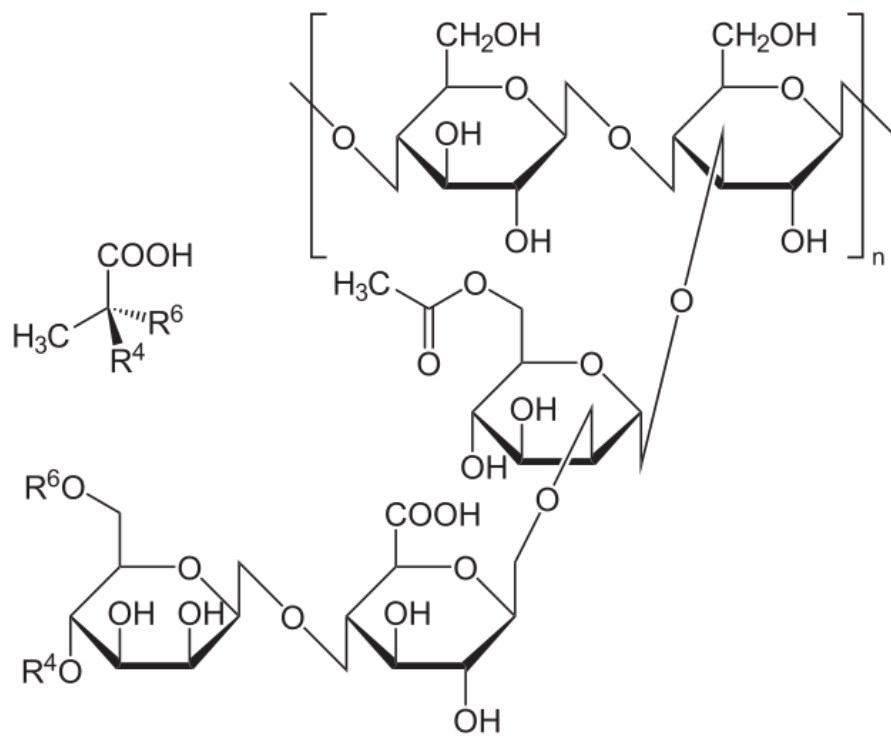
1.4.1 Hydrokoloidy

Hydrokoloidy jsou hydrofilní polymery rostlinného, živočišného, mikrobiálního nebo syntetického původu. V potravinách se vyskytují jako přirozená součást, případně jsou záměrně přidávány za účelem ovlivňování funkčních vlastností. Mezi tyto vlastnosti se řadí zejména úprava viskozity, tedy zahušťování a tvorba gelů, vaznost vody a stabilizace emulze [1, 23, 24].

U pečiva s použitím bezlepkových surovin je žádoucí, aby těsto zadržovalo určité množství kypřicího plynu. Toho je možno dosáhnout pouze přidáním hydrokoloidů či jiných látek, které jsou schopné tvořit gel a zadržovat kypřicí plyn [1, 2].

Nejčastěji využívaným hydrokoloidem při výrobě bezlepkového pečiva je xantánová guma. Taktéž je možné použití hydroxypropylmethylcelulózy či xantánové gumy smíchané s jinými rostlinnými gumami [1, 2, 24].

- **Xantánová guma** (E415) je polysacharid produkovaný bakterií *Xanthomonas campestris*. Tento polysacharid je složen z opakujících se jednotek zahrnujících glukózu, manózu a kyselinu glukuronovou v molárním poměru 2: 2: 1 (obr. 5). Xantánová guma vzniká fermentací glukózy, sacharózy či laktózy činností *Xanthomonas campestris*. Po ukončení fermentace se přidáním izopropylalkoholu polysacharid vysráží z růstového media. Následně se získaná sraženina suší a drtí či mele na jemný prášek [23, 25].



Obr. 5: Chemická struktura xantanové gumy [26]

2 TECHNOLOGIE VÝROBY LAMINOVANÉHO TĚSTA

Laminované těsto se vyznačuje charakteristickou strukturou, která se označuje jako listování a je tvořena několika horizontálními oddělenými vrstvami. Tyto vrstvy jsou vytvořeny střídáním základního a tukového těsta a následným překládáním a válcováním [27, 28].

V důsledku vyšších dávek tuku jsou výrobky z laminovaného těsta oproti kynutým výrobkům křehčí [21].

Existují dva typy laminovaných výrobků - listové a plundrové těsto. Jednodušší je příprava listového těsta, mezi hlavní suroviny patří pouze mouka, voda a tuk. K přípravě plundrového těsta je nutný přídavek také kypřicí složky [27].

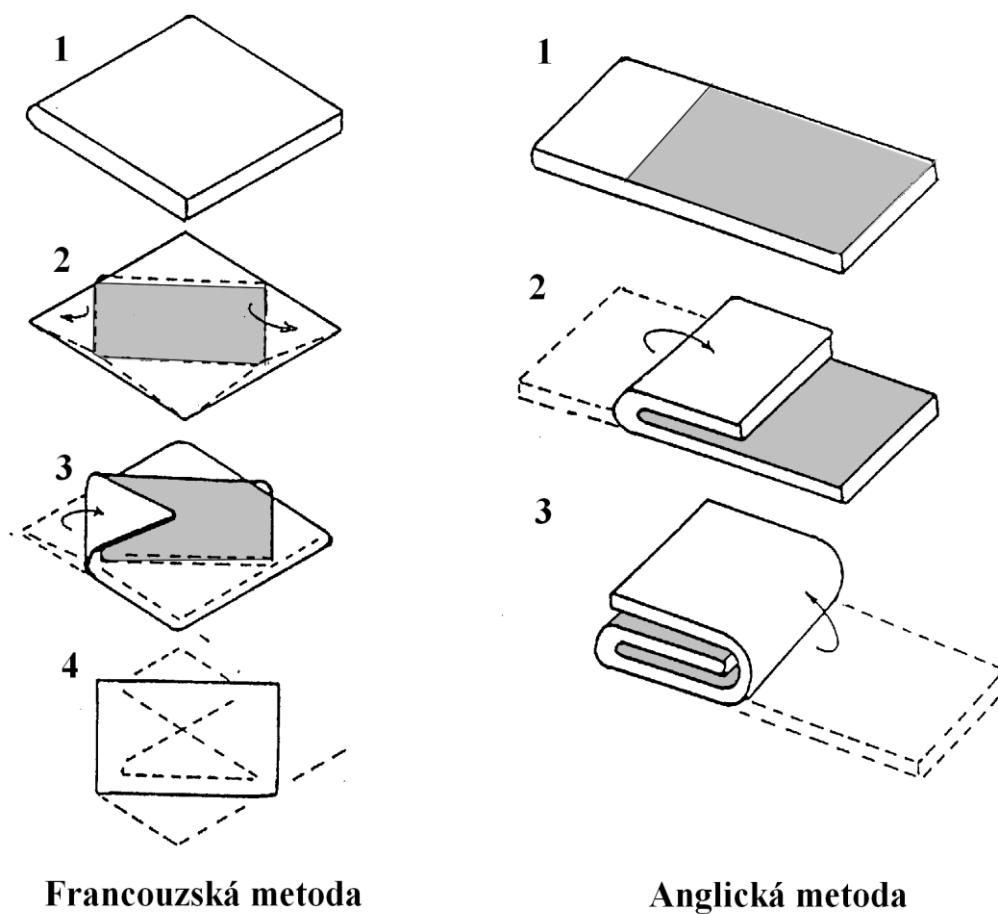
2.1 Listové těsto

Listové těsto je tvořeno ideálně 50 - 100 vrstvami základního a tukového těsta [11].

Mezi hlavní suroviny základního těsta patří mouka, voda a sůl. V případě pšeničné mouky je kladen důraz na použití mouky s větším množstvím bílkovin, aby byl lepek pevný a tažný. Výroba listového těsta z bezlepkových mouk je složitější a vyžaduje přídavek aditivních látek na úpravu reologických vlastností těsta. Všechny suroviny základního těsta se vyhnětou do hladké hmoty, která se následně rozválí na obdélníkový či čtvercový plát [27, 29].

Tukové těsto je ve většině případů tvořeno tažným margarinem, avšak může být použito i máslo. Margarin je pro přípravu laminovaného těsta vhodnější, jelikož se vyznačuje vyšším bodem tání a nižším obsahem vody. Margarin se převážně používá v tuhé konzistenci. Druhou možností je rozpuštění margarinu a smíchání s malým množstvím mouky do podobné konzistence, jako má těsto základní [28, 29].

Na rozválené základní těsto se nanese tukové těsto buď v tuhé, nebo polotuhé podobě a zabalí se odpovídajícím způsobem. Existuje několik variant balení těsta. Nejčastěji se používají 2 způsoby - anglická či francouzská metoda (obr. 6) [21, 29].



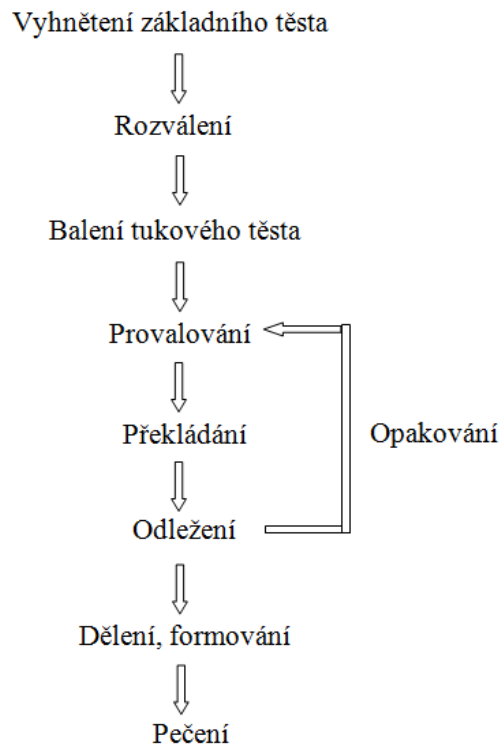
Francouzská metoda

Anglická metoda

Obr. 6: Způsoby balení laminovaného těsta

Zabalené těsto se rozvaluje ručně nebo na rozvalovačkách, následně se ručně přelozí a nechá odležet v chladu, aby tuk nezačal tát a nevsakoval se do těsta základního. Rozvalování, překládání a chlazení se provádí několikrát po sobě, aby vznikl požadovaný počet vrstev [28, 29].

Výrobky z listového těsta se pečou při teplotě 210 - 220 °C. Ze základního těsta se v průběhu pečení uvolňuje vodní pára, která těsto nakypří. Tuk se rozpustí, dodá výrobku požadovanou křehkost a dojde k oddělení jednotlivých vrstev [28, 29].



Obr. 7: Schéma výroby listového těsta

2.2 Plundrové těsto

Stejně jako u listového těsta je i plundrové těsto tvořeno základním a tukovým těstem. Typickým zástupcem výrobku z plundrového těsta je croissant [28].

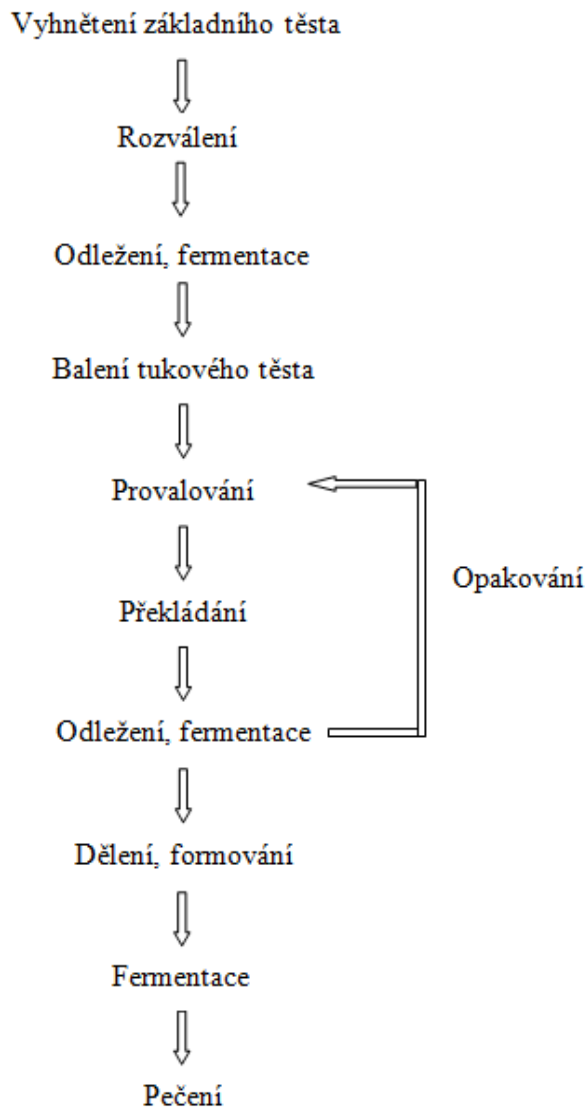
Základní těsto je tvořeno moukou, vodou, droždím, cukrem a solí. Obvykle se volí mouka s vyšším obsahem bílkovin. Croissanty jsou pekařské výrobky kypřené biologickým způsobem. Důležitou ingrediencí je proto kypřicí složka - droždí. Droždí se podílí nejen na kypření těsta, ale také na výsledné chuti. Množství kypřicí složky se liší v závislosti na množství cukru, vody a na teplotě během zpracovávání těsta. Nízké teploty a nízký přírůstek vody zpomalují fermentaci a je nutný vyšší přírůstek droždí [28, 30, 31].

Kvůli správnému průběhu fermentace, barvě kůrky a výsledné nasládlé chuti se do těsta přidává přibližně 10 % cukru. Také přírůstek soli (1 %) ovlivňuje chuť a průběh fermentace [11, 30].

Všechny suroviny základního těsta se důkladně prohnětou při teplotě v okolí 19 °C a zpracují se do hladkého těsta. Těsto se rozválí a požadovanou dobu se nechá kynout [28, 30].

Tukové těsto je tvořeno tažným margarinem. Velmi důležitá je jeho konzistence, protože není vhodné, aby se při přeložení tvořily trhliny. Z tohoto důvodu se margarin často ručně zpracovává a následně tvaruje do podoby obdélníku či čtverce [30, 31].

Do základního těsta se zabalí tažný margarin jako u listového těsta a také následující postup je shodný s průběhem výroby listového těsta. Na konec se těsto rozkrájí na trojúhelníky, aby výška byla přibližně dvojnásobná oproti šířce. Takto nařezané těsto se smotá do podoby croissantů a nechá se kynout. Croissanty se pečou při teplotě 165 - 200 °C [28, 30, 31].



Obr. 8: Schéma výroby plundrového těsta

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo experimentálně ověřit možnost výroby bezlepkových croissantů a následně otestovat vliv použité suroviny na texturní charakteristiky bezlepkových croissantů.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Materiál

Práce byla provedena na bezlepkových mlýnských výrobcích poskytnutých společností Extrudo Bečice, s.r.o. Bližší specifikace mouk není možno uvést, protože podléhají know-how poskytovatele vzorku. Budou uvedeny při obhajobě práce.

Xantanová guma byla poskytnuta společností Brenntag ČR, s.r.o. Tažný margarín byl poskytnutý společností Vandemoortele Česká republika, o.z.

Další suroviny - droždí Lesaffre Česko, a.s., komerční sůl a cukr byly zakoupeny v tržní síti.

4.2 Metody

4.2.1 Výroba bezlepkových croissantů

Základem pro přípravu těsta byla rýžová výběrová mouka, která byla míchána s cizrnovou instantní moukou, lupinovou nativní moukou, rýžovou instantní moukou, kukuřičnou instantní moukou, pohankovou instantní kaší, rýžovou instantní kaší a jáhlovou instantní kaší.

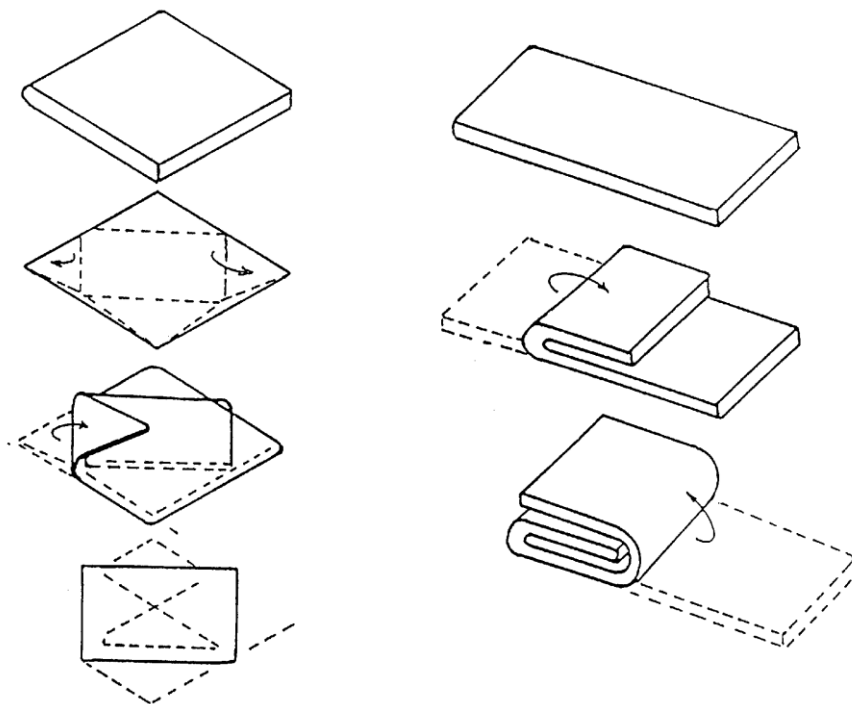
- Základní těsto bylo vyrobeno z:

Rýžová výběrová mouka a bezlepková instantní mouka či bezlepková instantní kaše v definovaném poměru, cukr krystal (6,7/100 g mouky), xantanová guma (0,6/100 g), kuchyňská sůl (1,8/100 g), pitná voda (77,5/100 g), droždí (2,2/100 g).

- Tukové těsto: Tažný margarín (35/100 g).

Přesná receptura podléhá vlastnictví zadavatele práce - společnosti Extrudo Bečice, s.r.o. Receptura bude součástí obhajoby práce.

Droždí a poloviční množství cukru krystal bylo rozmícháno ve 100 g vody a následně ponecháno 10 ± 1 minut v kynárně při teplotě 32 ± 2 °C. Mezitím byly bezlepkové mouky, xantanová guma, sůl, zbylé množství cukru a vody ručně smíchány. Po aktivaci kvasinek byly všechny suroviny ručně zpracovány do hladkého těsta. Po vyhnětení bylo těsto rozváleno na čtvercový plát silný $1,0 \pm 0,5$ cm. Doprostřed byl úhlopříčně položen plát tažného margarínu (obr. 9). Okraje vyváleného těsta byly přeloženy jako obálka a následně byla takto složená hmota rozválena. Vzniklý plát byl přeložen na třetiny, zabalen do potravinářské folie a ponechán v lednici při teplotě 8 ± 2 °C po dobu 30 ± 2 minut. Po 30 minutách bylo těsto opět rozváleno, přeloženo na třetiny a uloženo do lednice. Tento postup byl opakován 3 krát. Poté bylo těsto vyváleno na dlouhý úzký plát, který byl nožem rozkrájen na trojúhelníky. Základna trojúhelníků byla uprostřed nařezána asi $1,0 \pm 0,5$ cm pro lepší manipulaci. Trojúhelník byl smotán od základny do tvaru croissantu a konce byly mírně stočeny. Vytvarované croissanty byly vloženy na 30 ± 1 minut do kynárny a následně pečeny v zapařené peci při 170 ± 10 °C po dobu 20 ± 5 minut.



Obr. 9: Postup laminování těsta

4.2.2 Texturní analýza croissantů

Texturní charakteristiky croissantů byly testovány na texturometru TA.XT plus (Stable Micro Systems Ltd., UK). Croissant byl nakrájen kráječem na plátky silné 10 mm. Z každého plátku byl vykrojen střed kovovým kulatým vykrajovátkem, aby měl testovaný vzorek stejný tvar jako použitá sonda P/36 R (36,0 mm). Vzorek byl vložen do texturometru a následně dvakrát vystaven 70% kompresi. Rychlost sondy před testem byla 1,00 mm/s, během testování 5,00 mm/s a po testování 5,00 mm/s.

Výsledné parametry (tvrdość, elasticita, kohezivnost a žvýkatelnost) byly stanoveny pomocí ExponentLite software.

4.2.3 Statistická analýza

Významnost rozdílů mezi charakteristikami textury byla testována pomocí analýzy variance (ANOVA) na hladině průkaznosti $p < 0,05$.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Základ zkoumané receptury byl tvořen rýžovou výběrovou moukou. Tato mouka je v bezlepkových výrobcích preferována kvůli její bezbarvosti, nevýrazné chuti, nutričním vlastnostem a nízké alergenicitě (Gujral & Rosell, 2004). Její tažnost je ze všech bezlepkových mouk nejvíce podobná tažnosti mouky pšeničné, což je předpokladem listování (Burešová & Kubínek, 2016).

Další důležitou součástí zkoumané receptury byla xantanová guma, která netvoří gely, ale její pseudoplastické chování ovlivňuje reologické charakteristiky bezlepkového těsta a napodobuje vlastnosti lepku (Anton & Artfield, 2007; Lazaridou et al., 2007). Přídavek xantanové gumy zlepšuje objem, texturu, zadržování vlhkosti a sensorickou přijatelnost bezlepkového pečiva (Rosell, Rojas & Benedito de Barber, 2001; Shittu, Aminu & Abulude, 2009).

Na základě naměřených výsledků uvedených v tab. 1 byly zjišťovány podobnosti bezlepkových croissantů s croissantem z pšeničné mouky (obr. 10).



Obr. 10: Pšeničný croissant

Tab. 1: Texturní charakteristiky bezlepkových croissantů

Vzorek	Tvrdość [N]	Elasticita [mm]	Kohezivnost [N]	Žvýkatelnost [N]
rýžová výběrová mouka - cizrnová instantní mouka	69 ± 9 ^b	15 ± 1 ^c	0,20 ± 0,02 ^b	200 ± 20 ^{ab}
rýžová výběrová mouka - lupinová nativní mouka	100 ± 20 ^c	13 ± 4 ^{ab}	0,10 ± 0,01 ^a	100 ± 20 ^a
rýžová výběrová mouka - rýžová instantní mouka	130 ± 50 ^c	13 ± 2 ^{ab}	0,40 ± 0,01 ^c	600 ± 20 ^{bc}
rýžová výběrová mouka - kukuřičná instantní mouka	120 ± 10 ^c	13 ± 4 ^{ab}	0,21 ± 0,02 ^b	300 ± 20 ^{ab}
rýžová výběrová mouka - pohanková kaše instantní	170 ± 30 ^d	16 ± 1 ^{cd}	0,22 ± 0,01 ^b	500 ± 40 ^b
rýžová výběrová mouka - rýžová kaše instantní	190 ± 30 ^e	18 ± 2 ^d	0,24 ± 0,02 ^b	800 ± 70 ^c
rýžová výběrová mouka - jáhlová kaše instantní	190 ± 20 ^e	12 ± 2 ^a	0,26 ± 0,01 ^b	500 ± 30 ^b
pšeničná mouka	15 ± 4 ^a	15,5 ± 0,5 ^c	0,47 ± 0,07 ^c	100 ± 30 ^a

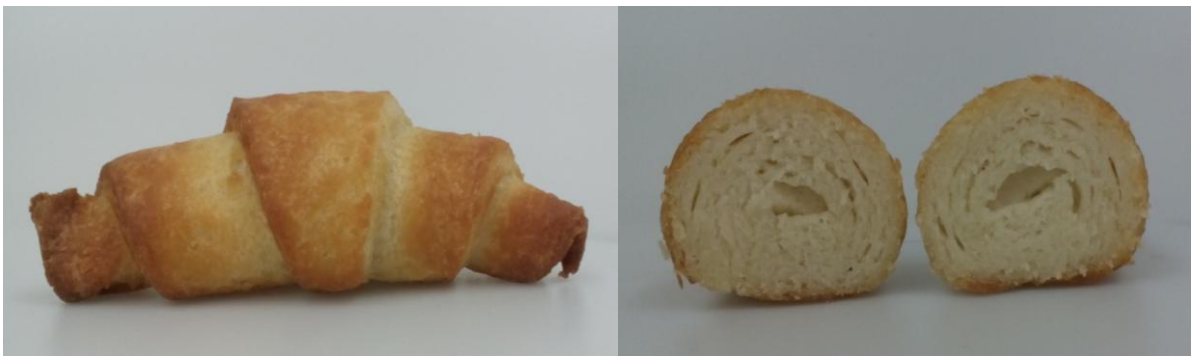
Hodnota tvrdosti vyjadřuje maximální sílu, která vznikne při stlačení. Pro většinu výrobků je typické, že nastane v okamžiku nejhlubší komprese [32]. Tvrdość všech bezlepkových výrobků (69-190 N) byla průkazně vyšší než u croissantu pšeničného (15 N). Z bezlepkových výrobků bylo prokazatelně nejměkčí pečivo vyrobené ze směsi rýžové výběrové a cizrnové instantní mouky (69 N). Tvrdość u croissantu ze směsi rýžové výběrové a lupinové nativní mouky byla 100 N. Vyšší hodnoty bez statisticky významného rozdílu byly naměřeny u výrobků ze směsi rýžové výběrové s rýžovou instantní moukou (130 N) a rýžové výběrové mouky s kukuřičnou instantní moukou (120 N). Vyšší tvrdost se statisticky významným rozdílem vykazovalo pečivo z rýžové instantní mouky a pohankové in-

stantní kaše (170 N). Nejvyšší rozdíl vzhledem k pšeničnému croissantu byl zjištěn u pečiva z rýžové výběrové mouky a rýžové (190 N) či jáhlové instantní kaše (190 N). Z hlediska tvrdosti byl nejpodobnější pšeničnému croissantu croissant vyrobený ze směsi rýžové výběrové mouky a cizrnové instantní mouky (obr. 11).



Obr. 11: Rýžovo-cizrnový croissant

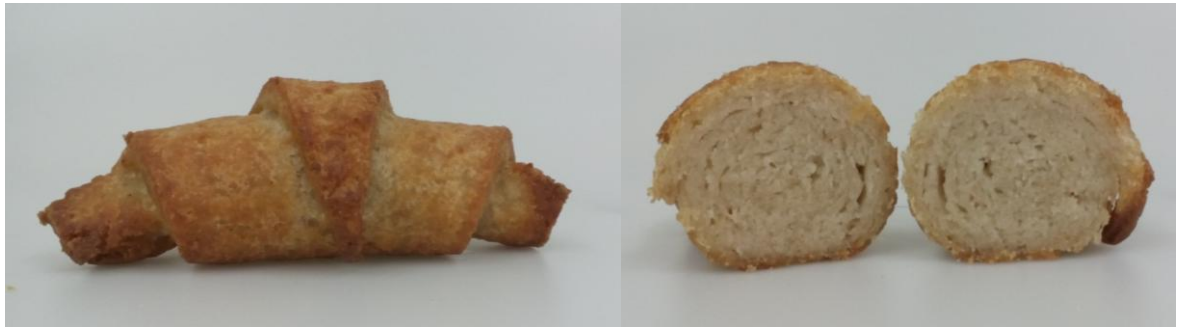
Elasticita vyjadřuje schopnost produktu vrátit se do původního stavu poté, co byl deformován během komprese [32]. Elasticita croissantu z rýžové výběrové a cizrnové instantní mouky (15 mm) byla velmi blízká hodnotě pšeničného croissantu (15,5 mm). Průkazně nižší hodnoty elasticity byly změřeny u pečiva ze čtyř směsí – nejméně elastické byly croissanty z rýžové výběrové mouky s jáhlovou instantní kaší (12 mm), velmi podobné hodnoty byly zjištěny u pečiva ze směsi rýžové výběrové mouky s rýžovou instantní moukou (13 mm), kukuřičnou instantní moukou (13 mm) a lupinovou nativní moukou (13 mm). Naopak vyšší elasticitu bez statisticky významného rozdílu vykazoval croissant z rýžové výběrové mouky a pohankové instantní kaše (16 mm). Průkazně nejvíce elastický byl výrobek z rýžové výběrové mouky a jáhlové instantní kaše (18 mm) - (obr. 12).



Obr. 12: Rýžovo-jáhlový (kaše) croissant

Nejbližší hodnota elasticity vzhledem k pšeničnému croissantu byla zjištěna u croissantu ze směsi rýžové výběrové mouky a pohankové instantní kaše (obr. 13).

Pohanková mouka byla použita, protože je dobrým zdrojem polyfenolových sloučenin a slouží ke zlepšení nutriční kvality bezlepkových výrobků (Alvarez-Jubete, Wijngaard, Arendt & Gallagher, 2010).



Obr. 13: Rýžovo-pohankový croissant

Kohezivní je produkt, jehož strukturní integrita odolává tlaku nebo napětí v tahu. Pečivo je kohezivní, pokud se nepotrhá při roztírání plátku studeného másla [32]. Croissant z rýžové výběrové mouky a lupinové nativní mouky měl průkazně nejnižší kohezivnost (0,10 N). Všechny ostatní testované směsi měly vyšší kohezivnost se statisticky významným rozdílem. Velmi blízké hodnoty kohezivnosti byly naměřeny u pečiva z rýžové výběrové mouky s cizrnovou instantní moukou (0,20 N), kukuřičnou instantní moukou (0,21 N) a pohankovou instantní kaší (0,22 N). Vyšší kohezivnost bez statisticky významného rozdílu byla u croissantu z rýžové výběrové mouky a rýžové (0,24 N) či jáhlové instantní kaše (0,26 N). Průkazně nejvyšší kohezivnost byla naměřena u croissantu z rýžové výběrové a rýžové instantní mouky (0,40 N) a pšeničného croissantu (0,47 N). V porovnání s pšeničným croissantem byla nejpodobnější kohezivnost u croissantu z rýžové výběrové a rýžové instantní mouky (obr. 14).



Obr. 14: Rýžovo-rýžový (mouka) croissant

Žvýkatelnost se vztahuje pouze na pevné výrobky [32]. Většina testovaných bezlepkových výrobků měla vyšší hodnoty žvýkatelnosti než pšeničný výrobek (100 N). Téměř shodná žvýkatelnost byla zjištěna u croissantu z rýžové výběrové mouky s lupinovou nativní moukou (obr. 15).



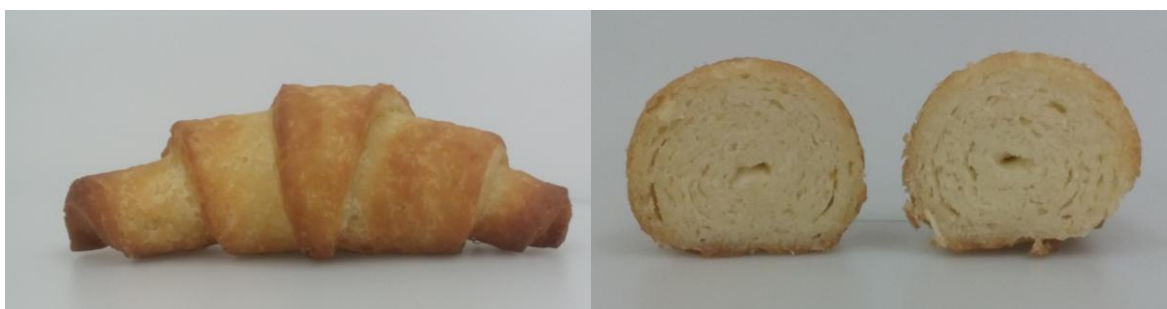
Obr. 15: Rýžovo-lupinový croissant

Vzhledem k hodnotám testovaných texturních charakteristik se nejvíce podobal kontrolnímu pšeničnému croissantu výrobek z rýžové výběrové a cizrnové instantní mouky. Významné rozdíly u všech testovaných charakteristik byly naměřeny u croissantu z rýžové výběrové mouky a rýžové instantní kaše (obr. 16).



Obr. 16: Rýžovo-rýžový (kaše) croissant

Také u croissantu ze směsi rýžové výběrové mouky a kukuřičné instantní mouky (obr. 17) byly všechny naměřené hodnoty velmi rozdílné od hodnot pšeničného croissantu.



Obr. 17: Rýžovo-kukuřičný croissant

ZÁVĚR

Experimentálně bylo zjištěno, že lze vyrobit bezlepkové laminované těsto za použití směsi rýžové výběrové mouky s cizrnovou instantní moukou, lupinovou nativní moukou, rýžovou instantní moukou, kukuřičnou instantní moukou, pohankovou instantní kaší, rýžovou instantní kaší a jáhlovou instantní kaší.

Jednotlivé croissanty byly testovány pomocí texturní analýzy a výsledné parametry tvrdosti, elasticity, kohezivnosti a žvýkatelnosti byly porovnávány s hodnotami pšeničného croissantu. Bylo zjištěno, že z hlediska tvrdosti byl nejpodobnější pšeničnému croissantu croissant vyrobený ze směsi rýžové výběrové mouky a cizrnové instantní mouky. Nejbližší hodnotu elasticity vzhledem k pšeničnému croissantu vykazoval croissant ze směsi rýžové výběrové mouky a pohankové instantní kaše. Velmi blízká kohezivnost byla u croissantu z rýžové výběrové a rýžové instantní mouky. Croissant z rýžové výběrové mouky s lupinovou nativní moukou měl téměř shodnou žvýkatelnost jako pšeničný croissant.

Vzhledem ke všem hodnotám testovaných texturních charakteristik byl nejvíce podobný kontrolnímu pšeničnému croissantu croissant z rýžové výběrové a cizrnové instantní mouky. Naopak velmi významné rozdíly u všech testovaných charakteristik byly zjištěny u croissantu z rýžové výběrové mouky a rýžové instantní kaše a ze směsi rýžové výběrové a kukuřičné instantní mouky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GALLAGHER, E., GORMLEY, T. R., ARENDT, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 15, issue 3-4, 143-152 p., ISSN
- [2] LAZARIDOU, A., DUTA, D., PAPAGEORGIOU, M., BELC, N., BILIADERIS, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, vol. 79, issue 3, 1033-1047 p., ISSN 0260-8774
- [3] TAUFEROVÁ, A., OŠŤÁDALOVÁ, M., JAVŮRKOVÁ, Z., PETRÁŠOVÁ, M., ČÁSLAVKOVÁ, P. (2014). Technologie a hygiena potravin rostlinného původu I., II., Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 1. vydání, 168 s., ISBN 978-80-7305-693-3
- [4] DEMIRKESEN, I., MERT, B., SUMNU, G., SAHIN, S. (2010). Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, vol. 96, issue 2, 295-303 p., ISSN0260-8774
- [5] COURTIN, C. M., DELCOUR, J. A. (2002). Arabinoxylans and Endoxylanases in Wheat Flour Bread-making. *Journal of Cereal Science*, vol. 35, issue 3, 225-243 p., ISSN 0733-5210
- [6] ANONYM. (2009). Nařízení ES č. 41/2009 ze dne 20. ledna 2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku
- [7] PETR, J., CAPOUCHOVÁ, I., KALINOVÁ, J. (2008). *Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty ekologického zemědělství* In PRUGAR, J., (Ed.) *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský*, Praha, 327 s., ISBN 978-80-86576-28-2
- [8] BUREŠOVÁ, I., KUBÍNEK, R. (2016). The behavior of amaranth, chickpea, millet, corn, Quita, buckwheat and rice doughs under shear oscillatory and uniaxial elongational tests simulating proving and baking. *Journal of Texture Studies*, ISSN 1745-4603

- [9] KOPÁČOVÁ, O. (2007). *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 54 s., ISBN 978-80-7271-184-0
- [10] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. (2003) *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1. vydání, 200 s., ISBN 80-7080-530-7
- [11] BUREŠOVÁ, I., LORENCOVÁ, E. (2013) *Výroba potravin rostlinného původu, Zpracování obilovin*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 1. vydání, 302 s., ISBN 978-80-7454-278-7
- [12] SHARIFNIA, F., FARHANI, T., SALIMPOUR, F. (2006). Micro-macromorphological study of the genus *Cicer* L. (*Fabaceae*) in Iran. *Iran. J. Bot.*, vol. 12, issue 2, 147-162 p.
- [13] AGUILAR, N., ALBANELL, E., MIÑARRO, B., CAPELLAS, M. (2015). Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 62, issue 1, 225-232 p., ISSN 0023-6438
- [14] McDONOUGH, C. M., ROONEY L. W., SERNA-SALDIVAR S. O. (2000). The Millets, *Food Science and Technology: Handbook of Cereal Science and Technology*, 2nd ed: 177–210 p., ISBN 978-0824782948
- [15] DRUMMOND, C. S., et al. (2012). Multiple continental radiations and correlates of diversification in *Lupinus* (Leguminosae): Testing for key innovation with incomplete taxon sampling. *Systematic Biology*, vol. 61, issue 3, 443-60 p., ISSN 1063-5157
- [16] VALÍČEK, P. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. (2002). Praha: Academia, 2. vydání, ISBN 80-200-0939-6
- [17] EFSA (2005). Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the Commission related to the evaluation of lupin for labelling purposes. *The European Food Safety Authority Journal*, 302 p.

- [18] CAUVAIN, S. P., YOUNG, L. S. (2007). *Technology of breadmaking*. New York: Springer, 2nd ed., 79 p., ISBN 0-387-38563-0
- [19] FELDMANN, H. (2010). *Yeast: molecular and cell biology*. Weinheim: Wiley-VCH, 334 p., ISBN 3-527-32609-X
- [20] REINHART, P. (2001) *The bread baker's apprentice: mastering the art of extraordinary bread*. Berkeley: Ten Speed Press, 320 p., ISBN 1-58008-268-8
- [21] KUČEROVÁ, J. (2004) *Technologie cereálií*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1. vydání, 141 s., ISBN 80-7157-811-8
- [22] The bakery network [online]. [cit. 25. 2. 2016]. Dostupný z WWW: <http://www.thebakerynetwork.com/baking-science>
- [23] Water Structure and Science [online]. [cit. 26. 2. 2016]. Dostupný z WWW: http://www1.lsbu.ac.uk/water/hydrocolloids_gums.html
- [24] KAUR, M., SANDHU, K. S., ARORA, A., SHARMA, A. (2015) Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: Physico-chemical and sensory properties. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 62, issue 1, 628-632 p., ISSN 0023-6438
- [25] BUREŠOVÁ, I., MASAŘÍKOVÁ, L., HŘIVNA, L., KULHANOVÁ, S., BUREŠ, D. (2016). The comparison of the effect of sodium caseinate, calcium caseinate, carboxymethyl cellulose and xanthan gum on rice-buckwheat dough rheological characteristics and textural and sensory quality of bread. *LWT - Food Science and Technology*, issue 68, 659-666 p., ISSN 0023-6438
- [26] SWORN G. (2000). Xanthan gum In Phillips, G.O. & Williams, P.A. (Eds.), *Handbook of Hydrocolloids*, 186-203 p. [online]. [cit. 18. 7. 2014]. Dostupný z WWW: <http://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0017U5C1/handbook-hydrocolloids-2/xanthan-gum>.
- [27] SAUVAGE J. (2015). *Gluten-free Wish List*. Chronicle Books San Francisco, California, 252 p., ISBN 978-1-4521-4389-7
- [28] King Arthur Flour [online]. [cit. 13. 4. 2016]. Dostupný z WWW: <http://www.kingarthurflour.com/blog/2014/07/29/flaky-buttery-fabulous/>

- [29] The Baking Industry Research Trust [online]. [cit. 13. 4. 2016]. Dostupný z WWW: <http://www.bakeinfo.co.nz/Facts/Pastry/Puff-pastry>
- [30] The Baking Industry Research Trust [online]. [cit. 17. 4. 2016]. Dostupný z WWW: http://www.bakeinfo.co.nz/files/file/435/Bake+Info_Info_Croissants.pdf
- [31] The Kitchn [online]. [cit. 17. 4. 2016]. Dostupný z WWW: <http://www.thekitchn.com/how-to-make-croissants-138921>
- [32] ANONYM. *An Overview of Texture Profile Analysis (TPA)*. [online]. [cit. 16. 2. 2016]. Dostupný z WWW: <http://texturetechnologies.com/texture-profile-analysis/texture-profile-analysis.php>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ES	Evropské společenství
č.	Číslo
mg	Jednotka váhy - miligram
kg	Jednotka váhy - kilogram
tzn.	To znamená
mm	Jednotka délky - milimetr
GM	Geneticky modifikovaný
°C	Jednotka teploty - stupeň Celsia
g	Jednotka váhy - gram
resp.	Respektive
cm	Jednotka délky - centimetr
N	Jednotka síly - Newton

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Obilka rýže dlouhozrná [11]</i>	13
<i>Obr. 2: Obilka kukuřice [11]</i>	14
<i>Obr. 3: Nažka pohanky [11]</i>	15
<i>Obr. 4: Obilka prosa [11]</i>	16
<i>Obr. 5: Chemická struktura xantanové gumy [26]</i>	20
<i>Obr. 6: Způsoby balení laminovaného těsta</i>	22
<i>Obr. 7: Schéma výroby listového těsta</i>	23
<i>Obr. 8: Schéma výroby plundrového těsta</i>	24
<i>Obr. 9: Postup laminování těsta</i>	28
<i>Obr. 10: Pšeničný croissant</i>	30
<i>Obr. 11: Rýžovo-cizrnový croissant</i>	32
<i>Obr. 12: Rýžovo-jáhlový (kaše) croissant</i>	32
<i>Obr. 13: Rýžovo-pohankový croissant</i>	33
<i>Obr. 14: Rýžovo-rýžový (mouka) croissant</i>	33
<i>Obr. 15: Rýžovo-lupinový croissant</i>	34
<i>Obr. 16: Rýžovo-rýžový (kaše) croissant</i>	34
<i>Obr. 17: Rýžovo-kukuřičný croissant</i>	34
<i>Obr. 18: Graf: rýžovo-cizrnový croissant</i>	44
<i>Obr. 19: Graf: rýžovo-lupinový croissant</i>	44
<i>Obr. 20: Graf: rýžovo-rýžový (mouka) croissant</i>	45
<i>Obr. 21: Graf: rýžovo-kukuřičný croissant</i>	45
<i>Obr. 22: Graf: rýžovo-pohankový croissant</i>	46
<i>Obr. 23: Graf: rýžovo-rýžový (kaše) croissant</i>	46
<i>Obr. 24: Graf: rýžovo-jáhlový croissant</i>	47
<i>Obr. 25: Graf: pšeničný croissant</i>	47

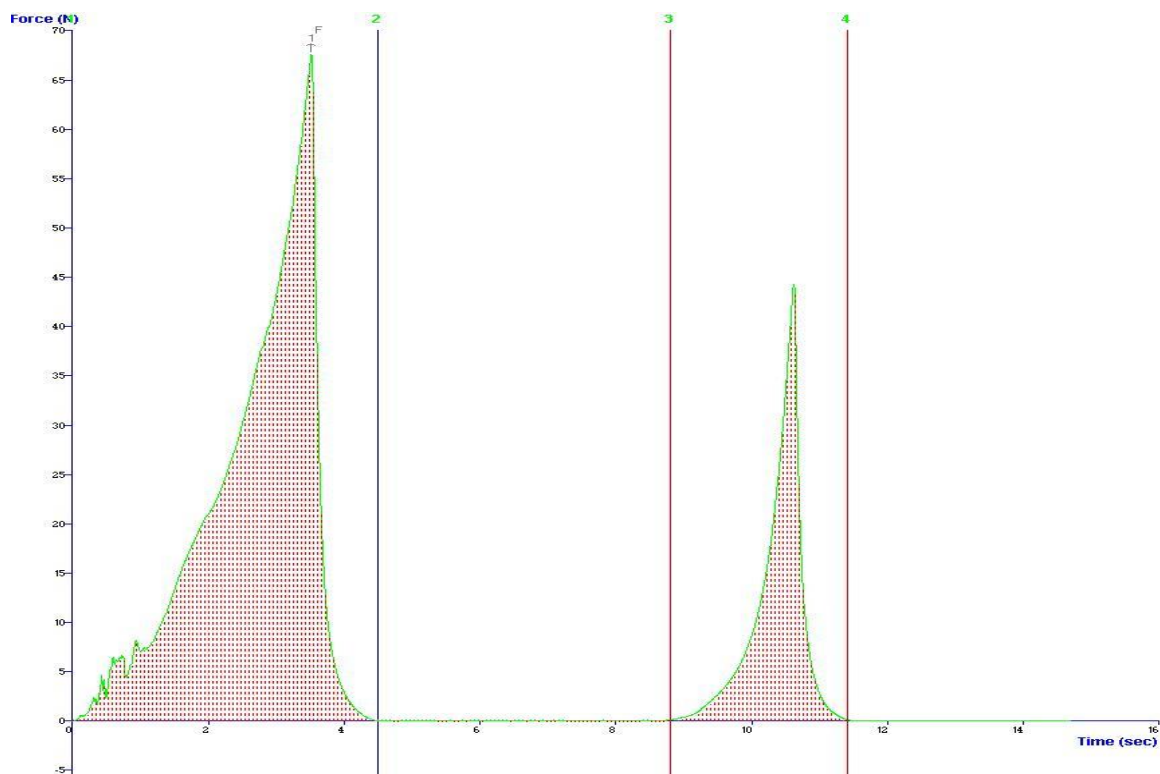
SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Texturní charakteristiky bezlepkových croissantů</i>	31
---	----

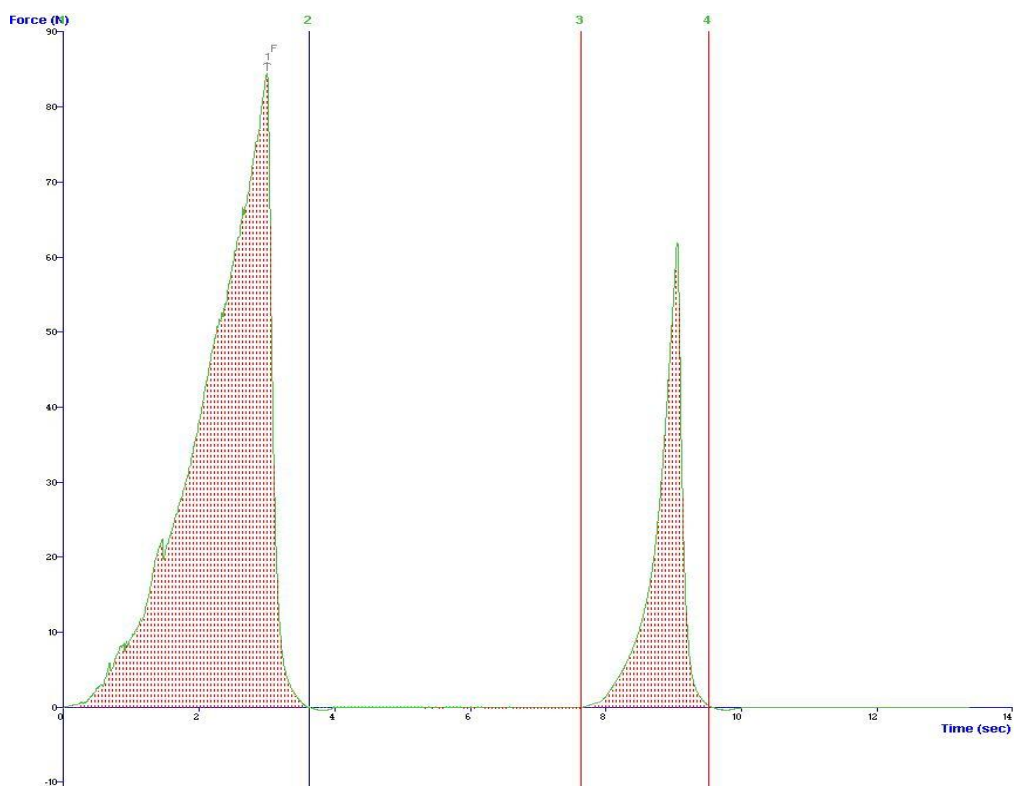
SEZNAM PŘÍLOH

I: TEXTURNÍ CHARAKTERISTIKY

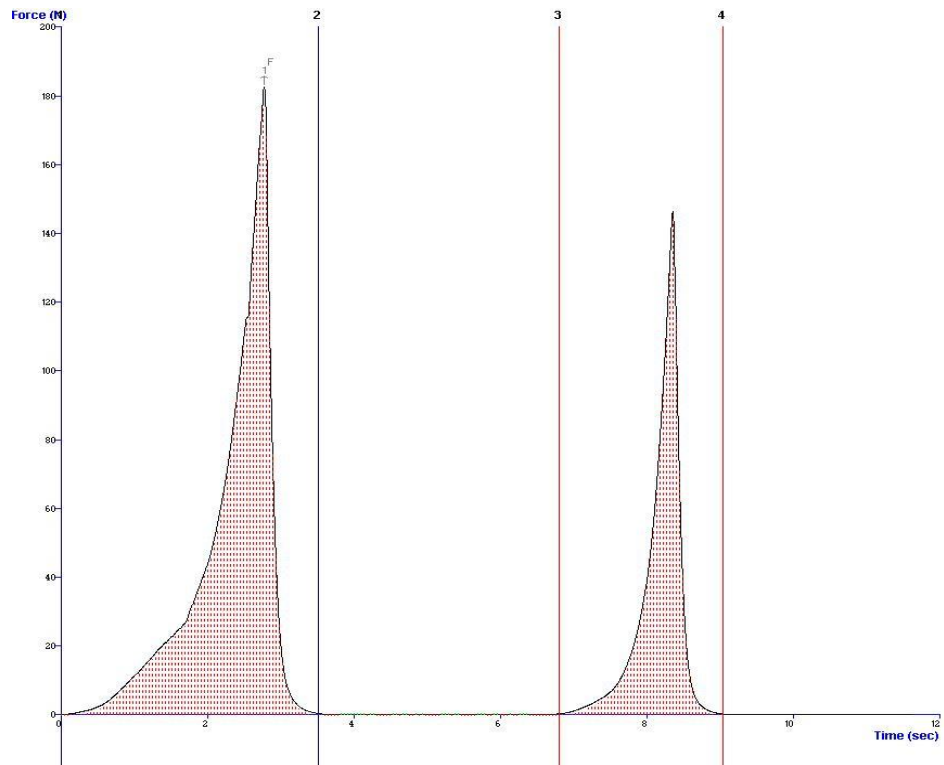
PŘÍLOHA P I: TEXTURNÍ CHARAKTERISTIKY



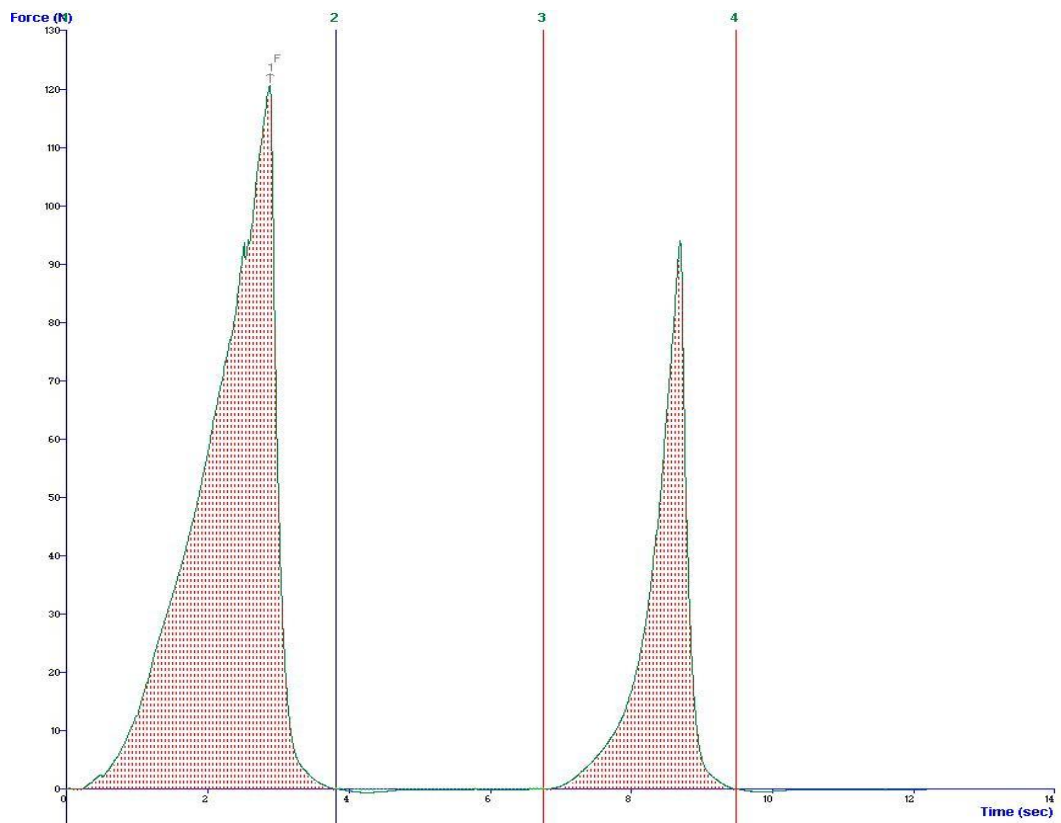
Obr. 18: Graf: rýžovo-cizrnový croissant



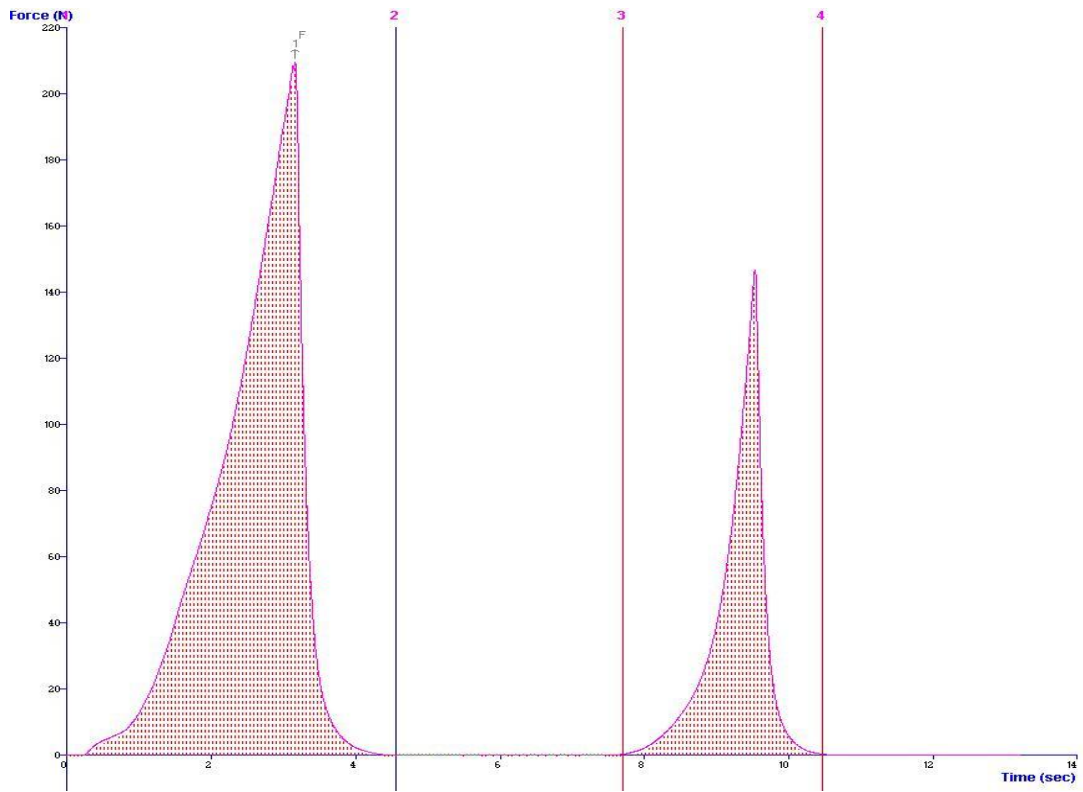
Obr. 19: Graf: rýžovo-lupinový croissant



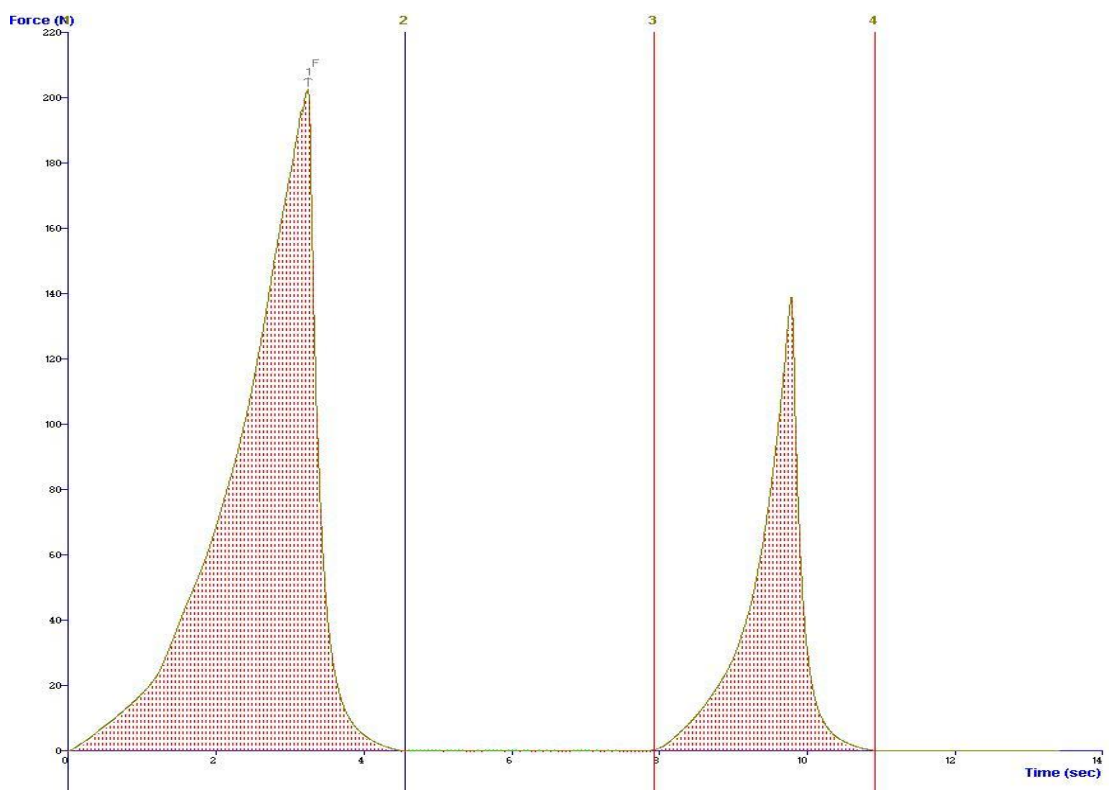
Obr. 20: Graf: rýžovo-rýžový (mouka) croissant



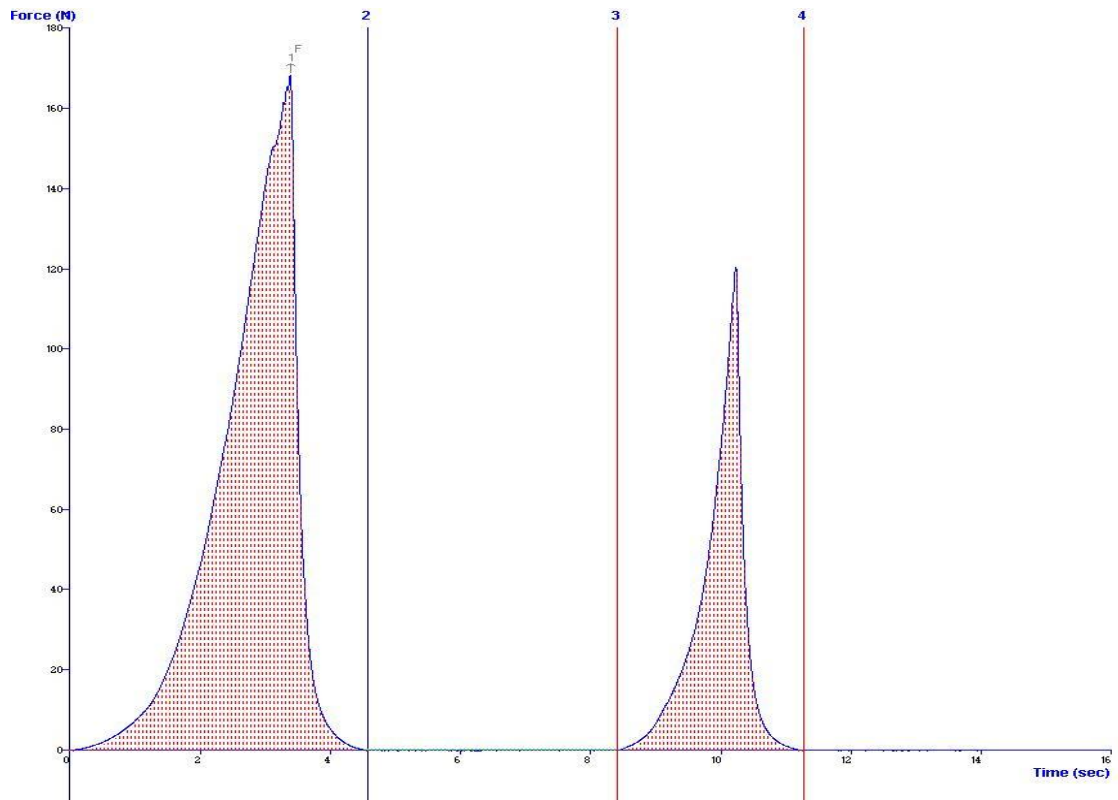
Obr. 21: Graf: rýžovo-kukuřičný croissant



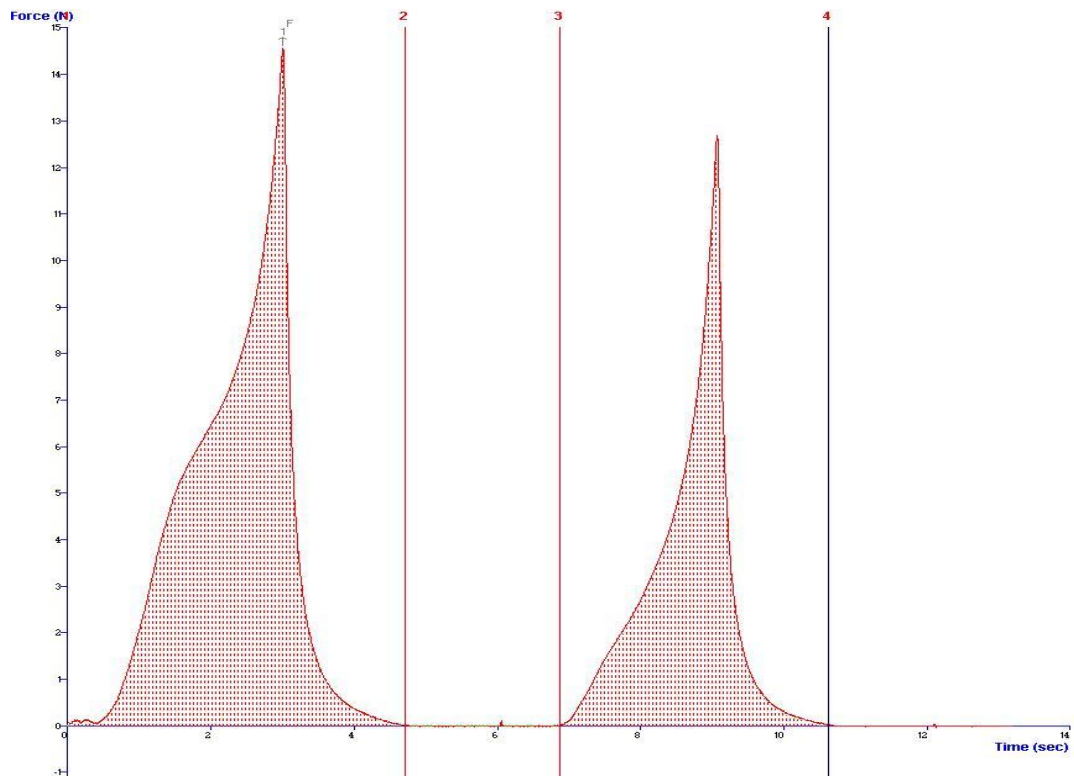
Obr. 22: Graf: rýžovo-pohankový croissant



Obr. 23: Graf: rýžovo-rýžový (kaše) croissant



Obr. 24: Graf: rýžovo-jáhlový croissant



Obr. 25: Graf: pšeničný croissant