

Texturní vlastnosti pečiva připraveného z komerčních bezlepkových směsí

Bc. Eliška Musilová

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2018/2019

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

Jméno a příjmení: **Bc. Eliška Musilová**
Osobní číslo: **T18700**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Texturní vlastnosti pečiva připraveného z komerčních bezpečkových směsí**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Technologie výroby bezpečkového pečiva.
2. Problémy s kvalitou bezpečkového pečiva.
3. Nabídka komerčních bezpečkových směsí na českém trhu.

II. Praktická část

1. Popis (složení) použitých bezpečkových směsí.
2. Postup přípravy pečiva podle návodu výrobce.
3. Popis změřených hodnot texturních charakteristik vyrobeného pečiva a jejich diskuse s očekáváním a zjištěními publikovanými jinými autory.
4. Formulace závěrů práce.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] GALLAGHER, E., GORMLEY, T. R., ARENDT, E. K. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering*. 2003, 56 (2-3). DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00244-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00244-3).
- [2] GALLAGHER, E., T. R. GORMLEY a E. K. ARENDT. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*. 2004, 15 (3-4). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012>.
- [3] MORREALE, F., GARZÓN, R., ROSELL, C. M. Understanding the role of hydrocolloids viscosity and hydration in developing gluten-free bread. A study with hydroxypropylmethylcellulose. *Food Hydrocolloids*. 2018, 77, 629-635. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.11.004>.
- [4] HAROS, C. M., SCHONLECHNER R. Pseudocereals in Gluten-Free Products, 2017. *Chemistry and Technology*. 193-216. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118938256.ch9>.

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **2. února 2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **3. května 2019**

Ve Zlíně dne 2. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jiří Mítek, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

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 užit 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, považuji 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

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

ABSTRAKT

Kvůli rozšíření alergií a intolerancí na lepek bylo nutné trh přizpůsobit novým konzumentům. Bohužel bezlepkové pečivo nedosahuje stejných kvalit jako to lepkové. Jak v chuti, tak i v texturních vlastnostech. Má nižší údržnost než pečivo s lepkem, rychleji tvrdne, a zhoršuje se i chuťově. Záleží, z jakých surovin a v jakém poměru je pečivo vyrobené a díky tomu lze ovlivnit a případně zlepšit jeho trvanlivost a organoleptické vlastnosti. V této práci byly zjišťovány změny texturních vlastností v závislosti na čase a tím i jejich trvanlivost. Testováno bylo šest vzorků bezlepkových směsí, kdy se jako nejméně trvanlivé ukázaly vzorky, které obsahovaly přísady, které zapříčinily tvrdost chleba.

Klíčová slova: lepek, bezlepkové pečivo, celiakie, alergie na lepek, texturní vlastnosti, pseudocereálie, obiloviny, luštěniny, bezlepkové směsi

ABSTRACT

Due to the spread of allergies and intolerance to gluten, it was necessary to adapt the market to new consumers. Unfortunately, gluten-free pastry does not reach the same qualities as the gluten products, neither in taste or texture. It is less durable than gluten pastry, it hardens faster, and the taste as such gets worse as well. Depending on the choice of raw materials and in what proportion the pastry is made, its durability and organoleptic properties can be influenced and, consequently, improved. In this thesis, changes in textural properties with respect to time together with their durability were investigated. Six samples of gluten-free mixtures were tested, with the result that the samples containing ingredients causing the bread hardness proved to be the least durable.

Key words: gluten, gluten-free pastry, celiac disease, gluten allergy, textural properties, pseudocereals, cereals, legumes, gluten-free mixture

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce doc. RNDr. Ivě Burešové Ph.D. za její pomoc, rady, trpělivost a vstřícnost. A velké díky patří mé rodině a přátelům za jejich obrovskou podporu po celou dobu mého studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 OBILNÉ BÍLKOVINY	12
1.1 LEPEK.....	13
2 POTRAVINOVÉ ALERGIE A INTOLERANCE TÝKAJÍCÍ SE LEPKU.....	14
2.1 ALERGIE NA LEPEK.....	14
2.2 INTOLERANCE NA LEPEK	14
2.3 JINÁ ONEMOCNĚNÍ.....	16
3 SUROVINY PRO PŘÍPRAVU BEZLEPKOVÉHO PEČIVA	17
3.1 OBILNINY	17
3.1.1 Kukuřice.....	17
3.1.2 Rýže.....	17
3.1.3 Čirok.....	18
3.1.4 Proso.....	18
3.1.5 Laskavec - Amarant	18
3.1.6 Merlík chilský - Quinoa	18
3.1.7 Milička habešská - Tef.....	19
3.1.8 Oves.....	19
3.2 LUŠTĚNINY.....	19
3.2.1 Hrách.....	19
3.2.2 Fazol obecný	19
3.2.3 Čočka.....	20
4 TECHNOLOGIE VÝROBY BEZLEPKOVÉHO PEČIVA.....	21
5 SORTIMENT BEZLEPKOVÉHO PEČIVA NA ČESKÉM TRHU.....	22
5.1 MOUKY	22
5.2 SMĚSI NA SLANÉ PEČIVO (MIMO TĚCH, Z KTERÝCH JSME PEKLI, A JSOU ZMÍNĚNÉ V PRAKTICKÉ ČÁSTI).....	22
5.3 SMĚSI NA SLADKÉ PEČIVO	22
5.4 ČERSTVÉ PEČIVO	23
II PRAKTICKÁ ČÁST	24
6 CÍL A DÍLČÍ CÍLE PRÁCE.....	25
7 METODIKA	26
7.1 POUŽITÉ BEZLEPKOVÉ SMĚSI.....	26
7.1.1 Bezlepkový chléb energy s chia.....	26
7.1.2 Bezlepkový chléb talián s amarantem.....	26
7.1.3 Bezlepkový chléb delikates se směsí semínek	26
7.1.4 Bezlepkový chléb everyday s čirokem a dýní.....	27
7.1.5 Bezlepkový chléb benefit s quinoou	27
7.1.6 Bezlepkový chléb slim s teffem	27

7.2	PŘÍPRAVA PEČIVA.....	28
7.2.1	Bezlepkový chléb energy s chia.....	28
7.2.2	Bezlepkový chléb talián s amarantem.....	28
7.2.3	Bezlepkový chléb delikates se směsí semínek.....	28
7.2.4	Bezlepkový chléb everyday s čirokem a dýní.....	28
7.2.5	Bezlepkový chléb benefit s quinoou.....	28
7.2.6	Bezlepkový chléb slim s teffem.....	29
7.3	MĚŘENÍ TPA.....	30
8	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	31
8.1	SROVNÁNÍ VZORKŮ MEZI SEBOU V ZÁVISLOSTI NA ČASE.....	31
8.2	SROVNÁNÍ STEJNÝCH VZORKŮ V RŮZNÝCH ČASOVÝCH INTERVALECH.....	36
8.3	DALŠÍ MĚŘENÉ PARAMETRY.....	39
8.4	DISKUZE.....	40
9	ZÁVĚR.....	43
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	47
	SEZNAM TABULEK.....	48

ÚVOD

V posledních letech došlo ke zvýšení výskytu potravinových alergií a intolerancí. Mezi ně patří i celiakie a alergie na lepek. Lidé s těmito zdravotními problémy jsou odkázáni na dodržování bezlepkové diety a musí si tak potraviny bez lepku kupovat. Největší problém je ovšem s pečivem. Výzkumy prokázaly, že bezlepkové pečivo má nižší kvalitu. Hlavně co se týká trvanlivosti tohoto pečiva. Na trhu je široká škála různých mouk a směsí na pečení, která mají ve svém složení mnoho druhů bezlepkových surovin, ale ne všechny mají stejné vlastnosti. Tato práce by měla pomoci konzumentům s výběrem pečiva, které bude den po upečení měkké a tak dobře konzumovatelné i pro děti. Vybraly jsme šest komerčních druhů směsí na pečení chleba a to díky rozdílnosti jejich složení, abychom zjistily, zda má na údržnost pečiva vliv.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBILNÉ BÍLKOVINY

Obsah bílkovin v zrně se podle stupně zralosti a druhu pohybuje mezi 9 – 16 %. Uloženy jsou v endospermu a aleuronové vrstvě. Hlavní aminokyselinou, která je v obilných bílkovinách nejvíce zastoupená je kyselina glutamová ve formě aminu glutaminu. Dále je zde prolin, lysin, treonin a tryptofan. (Kučerová, 2004, s.13)

To, jak se bílkoviny dělí, záleží na mnoha faktorech. Dělení podle morfologického původu se zaměřuje na stavbu obilného zrna, kde má logicky každá část jiné složení a zastoupení bílkovin. Dělení podle biologické funkce rozděluje bílkoviny na ty, které se aktivně zapojují do metabolismu a na ty, které mají čistě zásobní funkci a vyskytují se ve dvou frakcích - nízkomolekulární a vysokomolekulární. Dalším aspektem dělení je chemické složení samotných jednoduchých komplexních bílkovin. Nejčastějším dělením je dělení podle rozpustnosti bílkovin v různých typech rozpouštědel. Albuminy jsou rozpustné ve vodě, globuliny v rozpustné v solích, prolaminy v 70 a více procentním etylalkoholu, gluteliny jsou zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad. Všechny tyto bílkovinné frakce se vyskytují u všech druhů obilovin, jen v rozdílných poměrech. Toto dělení není tak přesné, jako předchozí, protože se porovnává pouze rozpustnost bílkovin, kterou může změnit složitá stavba molekuly. (Příhoda, 2003, s.35)

Bílkoviny mohou být ve formě jednoduché či složené, kde jsou kromě bílkovin obsažené i nebílkovinné látky, jako jsou sacharidy i lipidy.

Jednoduché bílkoviny jsou děleny na protoplasmatické a zásobní. Protoplasmatické jsou tvořeny hlavně stavebními a metabolicky aktivními bílkovinami jako jsou albuminy a globuliny. Obsah v obilovinách se různí. V pšenici je jejich obsah jen 15 – 20 % a není závislý na okolních vlivech. U žita je obsah vyšší.

Zásobní bílkoviny plní v obilce funkci biologickou, nutriční i krmnou. Tvoří je prolaminy a gluteliny. Prolaminy se vyskytují ve všech typech obilovin, v pšenici je to gliadin, v ječmenu hordein, v ovsu avenin a v kukuřici zein. Frakce glutelinů je nejméně prozkoumaná. (Kučerová, 2004, s.14)

1.1 Lepek

Lepek je technologicky nejvýznamnější složkou obilovin, hlavně pšenice. Skládá se z gliadinu a gluteninu. Ty tvoří typickou trojrozměrnou síť peptidových řetězců, kdy gliadin dodává těstu tažnost a glutenin pružnost a bobtnavost. (Kučerová, 2004, s.15) Žádná jiná obilovina takový gel netvoří. (Příhoda, 2003, s.43) Gliadinové frakce mohou u citlivých jedinců způsobovat alergie a intolerance. (Kučerová, 2004, s.15) Vzniká při zpracování těsta, kdy je nutná mechanická energie, přítomnost kyslíku a spojení rozdrčeného endospermu s vodou. Lepek lze získat vypíráním z vody, kdy získáváme tzv. mokrý lepek. Ten tvoří z 90 % proteiny, z 8 % lipidy a z 2 % sacharidy. Hlavními složkami lepku jsou prolamín a glutelín. (Příhoda, 2003, s.43)

2 POTRAVINOVÉ ALERGIE A INTOLERANCE TÝKAJÍCÍ SE LEPKU

Bílkoviny obsažené v mouce mohou způsobovat různé druhy imunologických reakcí, ať už zprostředkované či nezprostředkované IgE. Zrno je tvořeno třemi částmi. Otruby, které jsou na povrchy se skládají z nestravitelné vlákniny, vitaminů a minerálů a tvoří 15 % celkové plochy obilky. Klíček je tvořen hlavně tuků a tvoří 5 % plochy. Zbytek zabírá jádro, jež je tvořeno z škrobů a bílkovin, které způsobují alergické a imunologické reakce. (Fuchs, 2013, s.27)

2.1 Alergie na lepek

Zprostředkovanou IgE alergickou reakcí může vyvolat jakákoli moučná bílkovina. Projevy jsou různé, nejčastěji je to kožní vyrážka, trávicí potíže a nebo problémy s dýcháním. V nejtěžších případech může po konzumaci mouky dojít i k anafylaxi. U kožních projevů je patrná přecitlivělost ke gliadinům, u dýchacích problému je to k albuminům a globulinům. (Fuchs, 2013, s.28) Ke vzniku alergie může přispět nezavedení lepkové stravy v období okna imunologické tolerance, kdy se zamezí riziku vzniku senzibilizace. Alergie na pšeničné bílkoviny se nejčastěji projevuje u dětí, u kterých se mohou objevit i další alergie na jiné složky potravy a ty se projeví jako atopický ekzém. (Fuchs, 2016, s.294)

Tepelná úprava neničí alergenní složky v pečivu, jen snižuje jejich agresivní projevy. (Fuchs, 2013, s.28)

2.2 Intolerance na lepek

Celiakie je chronické, imunitně zprostředkované onemocnění, které je způsobeno přecitlivělostí na prolaminu, kam patří lepek. (Ali, 2015, s.47-51) Sklon k celiakii je dědičný, a pokud s v rodině objeví, tak se k ní ve výjimečných případech může přidružit i herpetiformní dermatitida. Má obdobné projevy jako celiakie, ale poškození střevní sliznice není tak vážné, naopak se ale objevuje vyrážka. Obě nemoci způsobuje stejný gen, který vyvolává tvorbu protilátek proti tělu vlastnímu enzymu transglutamináze, který se podílí na trávení lepku. Pokud se ve stravě lepek nevyskytuje, není vyvolána imunitní reakce. V opačném případě se na enzym naváže peptid pocházející z lepkových bílkovin, a to vyvolá autoimunitní reakci, při které je vážně poškozena střevní stěna.

Diagnóza se provádí odběrem střevní sliznice. Je nutné tento odběr provést před nasazením bezlepkové diety. Je to nezbytné z důvodu, že po vynechání lepku ze stravy se střevní sliznice začne hojit, a tak by tam již změny způsobené lepkem nebyly patrné. (Gamlin, 2003, s.71)

Celiakie se objevuje v několika od sebe se lišících formách. Klasická celiakie začíná v dětství a příznaky jsou různé. Pacienti mohou mít velmi závažné problémy, nebo naopak skoro žádné nepocítují. Další formou je atypická celiakie, která se rozvíjí u dospělých jedinců a je závažnější než klasická forma, protože se nemusí objevit klasické příznaky v gastrointestinálním traktu. Tak vzniká riziko, že si nemocní až pozdě všimnou malnutrice a mohou jim tak hrozit vážné zdravotní problémy. Tichá celiakie se také objevuje v dospělosti a nijak se neprojevuje. Což může pacienta ohrozit na životě, protože kvůli vysoké míře poškození tenkého střeva může dojít až k rakovině. Latentní celiakie je velmi podobná té tiché, ale neohrožuje zdraví a život pacienta, jelikož poškození tenkého střeva je minimální. Malnutrice se u každého projevuje individuálně.

Klasickými příznaky celiakie jsou problémy s trávicím traktem. Typickými příznaky jsou křeče, nadýmání, průjemy, zácpy. Těmto problémům se dá předcházet pouze dodržováním bezlepkové diety. Problémem může být nedostatek nutričních látek, které se nevstřebávají tak, jako u zdravých lidí, což se dá řešit zařazením doplňků stravy do jídelníčku. (Ali, 2015, s.47-51)

Prevence se dělí na primární a sekundární. Primární je pouze o předpokladech na základě výzkumů. Z těch vyplývá, že pokud je dítě delší dobu kojené a oddálí se přechod na stravu obsahující lepek, tak to může mít vliv na snížení výskytu celiakie. Sekundární prevence spočívá v dodržování bezlepkové diety, aby nedošlo ke zhoršení stavu pacienta.

Ze stravy pacienti nemohou přijmout všechny živiny, proto je nutné dodávat vitaminy a minerální látky ve formě doplňků stravy. (Kohout, 1999, s.22) Tímto problémem se ve svém článku zabývala i Jnawali a kol. (2016, s.1-8), kdy jako řešení navrhuje přidat nutrienty přímo do bezlepkových potravin.

Potraviny určené pro celiaky, označené jako bezlepkové obsahují nejvýše 20 mg/kg lepku v potravině ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli. Potraviny označené jako s velmi nízkým obsahem lepku nesmí obsahovat více jak 100 mg/kg lepku v potravině ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli. (Dostálová, 2016, s.15-16)

2.3 Jiná onemocnění

Neceliakální glutenová senzitivita (NCGS), jiným názvem také nesnášenlivost lepku. Neexistuje test, který by tuto citlivost prokázal, ale pokud člověk netrpí celiakií ani alergií na lepek a přesto mu bezlepková strava pomáhá, může se jednat právě o NCGS. Lidé s tímto onemocněním nemají poškozené tenké střevo a ani se jim v těle neprodukuje protilátky typické pro celiakii. Má velkou škálu příznaků, od těch, co souvisí s gastrointestinálním traktem až po bolest hlavy, kloubů a únavu. Mohlo by se zdát, že jde o další z reakcí na lepek, ale nemusí to být jen jím. Významnou roli mohou zastávat i jiné bílkoviny. Zda se toto onemocnění může dědit je také otázkou dalšího výzkumu, zatím se to nedá jednoznačně potvrdit či vyvrátit. (Green, 2018, s.195-197)

3 SUROVINY PRO PŘÍPRAVU BEZLEPKOVÉHO PEČIVA

Mezi přirozeně bezlepkové obilniny patří rýže setá, kukuřice setá, proso seté, čirok zrnový, pohanka setá, quinoa, teff a amarant. Z dalších surovin se dají využít luštěniny jako čočka jedlá, fazol obecný, hrách setý, cizrna či sója.

Pro bezlepkové pečivo jsou vhodné směsi mouky z pololoupené a loupané rýže. Kukuřičná mouka se využívá hlavně díky barvě a dobré kombinovatelnosti s dalšími moukami. Čirok je možno využívat ve dvou formách. U bílých zrn je nutné kontrolovat obsah taninů, kvůli hořké chuti. Tmavá zrna je nutná zbavit slupek a obsah taninů se sníží fermentací. Pohanka se do bezlepkového pečiva přidává ve formě mouky, sladu či koncentrovaných bílkovin. Amarant se prodává samostatně jako mouka či ve směsích na přípravu pečiva. Mouka z quinoi se hodí pro sladké i slané výrobky. (Dostálová, 2016, s.15)

3.1 Obilniny

3.1.1 Kukuřice

Patří mezi jednoděložné jednoleté trávy s místem původu v tropických a subtropických oblastech Jižní a Střední Ameriky. Kukuřice je využívána do pekárenského průmyslu a na výrobu extrudovaných výrobků. U nás se nejvíce pěstuje kukuřice setá tvrdozrná a kukuřice setá koňský zub. Rozšířená je i kukuřice cukrová, která obsahuje méně škrobu a lipidů, ale je v ní více bílkovin. (Burešová, 2013, s.54)

3.1.2 Rýže

Jednoletá vodomilná tráva, pěstovaná převážně v Asii, ale i Africe a Americe. Rýžové zrno je pluchaté. (Burešová, 2013, s.53) Dělí se na dva kulturní druhy, pro naše účely významnou je rýže setá, která se dělí na tři poddruhy – japonskou, indickou a javanskou. Z pěstitelského hlediska jsou důležité první dvě zmiňované. Rýže je dobře stravitelná a nutričně hodnotná potravina. Je teplomilná a náročná na vodu. (Tauferová, 2014, s.58) Pokud je neopracované, tak se rýže označuje jako neloupaná, pokud se pluchy částečně odstraní, tak je to rýže pololoupaná a po obroušení obalových vrstev včetně zárodku získáváme rýži loupanou. Ovšem tímto zákrokem zrno zbavíme vitaminů a minerálních látek. Podle tvaru

a velikosti se rýže dělí na dlouhozrnnou, s délkou zrna 6 mm, střednězrnnou s délkou zrna od 5,2 mm až 6 mm a kulatozrnnou s délkou zrna pod 5,2 mm. (Burešová, 2013, s.53)

3.1.3 Čirok

Pochází z Afriky, ale rozšířil se i do Asie kdy byl využíván hlavně k pečení. Celé zrno je možno vařit jako rýži a konzumovat tak jako přílohu. Významný je obsah lyzinu, ale nežádoucí přítomnost taninu, který negativně ovlivňuje stravitelnost čiroku. Obsah škrobu může být 70 %, bílkovin cca 16 % a přítomné jsou i další nutričně významné složky. (Burešová, 2013, s.83) Způsobem pěstování je podobný kukuřici. Využívá se nejen k výrobě potravin, ale i k výrobě škrobu a lihu. (Taufarová, 2014, s.58)

3.1.4 Proso

Je to jednoletá, teplomilná obilnina. (Prugar, 2008, s.151) Patří k nejstarším konzumovaným obilovinám a pochází z Asie a Afriky. (Burešová, 2013, s.79) Hlavními produkty po zpracování prosa jsou jáhly, které se dají konzumovat po tepelné úpravě v mnoha formách, či prosná mouka, krupice a vločky. (Prugar, 2008, s.152) Škrob zastupuje ve složení až 76 %, dále jsou zde bílkoviny, vláknina, tuk a minerální látky. (Burešová, 2013, s.79)

3.1.5 Laskavec - Amaranth

Pochází ze Střední a Jižní Ameriky, u nás je využívána až posledních 30 let. Obsahuje cca 60 % škrobu, 16 % bílkovin a obsah tuku a minerálních látek je také poměrně vysoký. Objevuje se zde i vitamin C, který se jinak u obilovin nevyskytuje. Je také zdrojem antioxidantů. Semena se připravují několika způsoby. Mohou se pražit, vařit nebo drtit na mouku a následně jsou přidávány do pečiva, těstovin a do potravin pro děti. (Burešová, 2013, s.86-87)

3.1.6 Merlík chilský - Quinoa

Je to jednoletá, dvouděložná rostlina z čeledi merlíkovitých. (Prugar, 2008, s.162) Pochází také ze Střední a Jižní Ameriky jako amarant a má také podobně nutričně bohaté složení. Semeno existuje ve více barevných variantách, ale ve světlých je obsaženo méně saponinů. (Burešová, 2013, s.87-88) Podobně jako laskavec má vysokou výživovou hodnotu, ale byl v historii pěstován a využíván pouze v dobách nedostatku klasických obilovin. (Prugar, 2008, s.162) Obsah škrobu je 60 %, bílkovin 16 %, z nichž je velké množství zastoupeno

esenciálními aminokyselinami. Obsahuje i vysoké množství vlákniny a minerálních látek. (Burešová, 2013, s.88)

3.1.7 Milička habešská - Tef

Pochází z Afriky, jak ostatně napovídá její název. Složení je podobné prosu, ale obsahuje více minerálních látek a aminokyselin. Škrob může dosahovat obsahu až 80 %. Využívá se pro na výrobu pečiva, kaší a alkoholických nápojů. Obilka se díky vysokému obsahu minerálních látek používá i s dalšími obilovinami pro výrobu dětské výživy. (Burešová, 2013, s.83-84)

3.1.8 Oves

Oves je spornou obilovinou. I odborná veřejnost se nemůže shodnout, zda je vhodný pro celiaky či ne. Některé studie hovoří ve prospěch ovsa jako bezlepkové potraviny, ale jsou i takové, které tvrdí, že na něj celiaci reagují negativně. Oves obsahuje spoustu nutričně významných látek, jako jsou bílkoviny, minerální látky a vláknina, která by pomohla regenerovat poškozené střevo. Z posledních výzkumů vyplývá, že by čistý oves, tedy ten, který neobsahuje příměsi jiných obilovin by měl být pro celiaky bezpečný a nezhoršovat jejich zdravotní stav. Problémem je kontaminace ovsa lepkovými obilovinami. (Bajerová, 2015, s.35)

3.2 Luštěniny

3.2.1 Hrách

Je to jednoletá rostlina, v našich podmínkách nejvíce pěstovaná. (Ošťádalová, 2014, s.28) Je snadno ovlivnitelný počasím, což má za příčinu výkyvy ve výnosech. Sledovanými technologickými vlastnostmi jsou u hrachu bobtnavost, vařivost a stejnoměrnost vaření. (Prugar, 2008, s.200) Hrách se konzumuje syrový, či se dá konzervovat v nálevkách či zamrazit, anebo se semena vysuší a pak je možné ho přidat do jiných pokrmů. Z hrachu dřevného se díky vysokému podílu amylózy vyrábí škrob. (Ošťádalová, 2014, 29)

3.2.2 Fazol obecný

Je u nás pěstován ve dvou formách - v keříčkové a popínavé. V polních podmínkách je pěstován převážně keříčkový typ. (Taufarová, 2014, s.65) Celosvětově je nejrozšířenější

luskovinou, u nás už se ovšem pěstuje jen okrajově. (Prugar, 2008, s.201) Nevýhodou je nízká stravitelnost bílkovin, kterou snižují polyfenoly. Ty jsou soustředěny ve slupce fazolí, proto je lepší zpracovávat a konzumovat odslupkovaný fazol. (Ošťádalová, 2014, s.36) Také fazol prokazatelně snižuje hladinu cholesterolu. (Prugar, 2008, s.201)

3.2.3 Čočka

Patří k nejstarším kulturním plodinám. Má vysokou nutriční hodnotu, je dobře stravitelná i bez namáčení. Má vysoký obsah bílkovin a to až 30 %. Semeno obsahuje vitaminy A a B a minerální látky. (Ošťádalová, 2014, s.36) Nejméně nadýmavá a nejlépe stravitelná je červená čočka. Čočka se nejčastěji konzumuje vařená, jako sušená do mouk a kaší. Má nízký glykemický index, a proto je vhodná jako prevence pro léčbu diabetu a je vhodná i do jídelníčku diabetiků. (Prugar, 2008, s.200-201)

4 TECHNOLOGIE VÝROBY BEZLEPKOVÉHO PEČIVA

Leppek může u některých konzumentů způsobovat zdravotní problémy, ale co se týká jeho technologického významu je nenahraditelný. Lepkové bílkoviny ovlivňují viskoelastické vlastnosti těsta a dávají mu typickou texturu a barvu.

Bezlepkové pečivo je vyráběno z přirozeně bezlepkových surovin, ať už z obilovin, pseudocereálií a luštěnin. Bezlepkové těsto nemůže dosáhnout kvality lepkového kvůli tomu, že není schopno tvořit vzduchové póry, které obvykle zadržují kypřící plyn v těstě. Je také hůř zpracovatelné a má horší údržnost než pečivo klasické. Aby se bezlepkové těsto co nejvíce podobalo tomu s lepkem, je nutný přídavek látek, které zlepší organoleptické vlastnosti bezlepkového pečiva. Takovými látkami jsou hydrokoloidy. Už v 70. letech minulého století byl popsán případ přídavku xantanové gumy do pečiva z čištěného pšeničného škrobu. Později se zjistilo, že díky hydroxypropylmethylcelulóze těsto získalo lepší viskoelastické vlastnosti, díky kterým se přiblížilo vlastnostem klasického pečiva. V dalších letech byly kromě xantanové gumy přidávány další hydrokoloidy i do rýžové mouky. Poté se začal zkoumat vliv směsí hydrokoloidů a směsí bezlepkových surovin. Kombinací těsta z rýžové mouky, vajec, mléčných bílkovin, xantanové gumy a hydroxypropylmethylcelulózy se povedlo vytvořit síť s rozptýlenými škrobovými granulemi, která se velmi podobala lepkové síti. (Burešová, 2013, s.195-198)

Přídavkem vhodným hydrokoloidů do bezlepkového pečiva se zabývají i další autoři. Ziobro a kol. (2013, s.1-8) se zabývali přídavkem proteinů z hrachu, sóji, lupiny, albuminu a kolagenu do bezlepkového těsta, aby zlepšili jeho vlastnosti.

Mír a kol. (2016, s.1-9) se také zabývá zlepšením kvality bezlepkových chlebů přídavkem hydrokoloidů do různě zastoupených surovinových směsí.

5 SORTIMENT BEZLEPKOVÉHO PEČIVA NA ČESKÉM TRHU

Na českém trhu je zastoupeno mnoho bezlepkových výrobků, ale zde jsou zmíněny jen ty, které se týkají pečiva a pekárenských výrobků.

5.1 Mouky

Ovesná mouka bez lepku, teffová mouka světlá i tmavá, amarantová mouka, banánová mouka, cizrnová mouka hladká, čiroková mouka, dýňová mouka, jáhlová mouka, karobová mouka, kaštanová mouka, kokosová mouka, kurakkanová mouka, lněná mouka, mouka z bílé lepkivé rýže, mouka z černé rýže, mouka z červené rýže, mouka z hnědé rýže, rýžová mouka hladká a polohrubá, mouka z červené čočky, mouka ze žlutého hrachu, ostropestřecová mouka, pohanková mouka, slzovková mouka (www.bezlepkova.com)

5.2 Směsi na slané pečivo (mimo těch, z kterých jsme pekli, a jsou zmíněné v praktické části)

Bezlepkový chléb BODYGUARD s proteiny a vlákninou, bezlepkový GENTLEMAN kváskový, bezlepkový chléb PARTY bílý nebo bagety, bezlepkový chléb AZTÉK s nopálem, bezlepkový chléb BEAUTY s amarantem, bezlepkový chléb BEHAPPY konopný, bezlepkový chléb DETOX s ostropestřcem, bezlepkový chléb KAŠTÁNEK s kaštanem, bezlepkový chléb OBSESSION s kaštanem, bezlepková směs na (nejen) slané pečení SIMPLY ADVENI (www.bezlepkova.com), směs na bezlepkový bílý, tmavý, slunečnicový a vícezrný chléb Jizerka, směs na bezlepkový světlý, tmavý a slunečnicový chléb Labeta, směs na chléb s pohankovou vlákninou, chléb s lněnou vlákninou a chléb rustikální Nominal (www.bezlepkovepotraviny.cz), krekry se špenátem a cibulkou, krekry s proteiny, krekry s chilli, krekry s chia semínky a brokolicovými klíčky, krekry s olivami, krekry s mákem a řasou Nori (www.bezlepkova.com)

5.3 Směsi na sladké pečivo

Bezlepková samokypřící směs na pečení BISCUITS & COOKIES, bezlepková směs na (nejen) sladké pečení BAKE-A-CAKE, muffiny s čokoládou pro vegany, muffiny proteiny & čokoláda, muffiny banán & karamel, muffiny bílá čokoláda & čaj Matcha, muffiny bílý mák & švestky, muffiny čokoláda & chilli (www.bezlepkova.com)

5.4 Čerstvé pečivo

Slané i sladké, balené pečivo - slané i sladké, vánoční cukroví, jiné pečivo - piškoty, bábovky, tyčinky, chipsy, keksy (www.bezlepkovepotravy.cz)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL A DÍLČÍ CÍLE PRÁCE

Porovnání texturních vlastností pečiva připraveného z daných druhů komerčních bezlepkových směsí a jejich změny v určitých časových intervalech.

Dílčí cíle:

- Měření texturních vlastností daných druhů komerčních bezlepkových směsí
- Měření v různých časových intervalech
- Srovnání texturních vlastností u všech směsí, a to i v závislosti na čase
- Srovnání vlastností jednotlivých směsí v závislosti na čase
- Seznámit konzumenty s vlastnostmi a trvanlivostí vybraného bezlepkového pečiva připraveného z komerčních směsí

7 METODIKA

7.1 Použité bezlepkové směsi

Všechny použité směsi pocházely od společnosti Adveni Medical, spol. s.r.o.

7.1.1 Bezlepkový chléb energy s chia

Složení: kukuřičný škrob, bramborový škrob, tapiokový modifikovaný škrob, chia mouka – mleté výlisky ze semen chia – šalvěže hispánské (*Salvia Hispanica*) (6 %), dextróza, jedlá sůl, slunečnicový lecitin (emulgátor), guarová guma (zahušřovadlo), kmín drcený, kyselina askorbová (látka zlepšující mouku), kyselina citronová (regulátor kyselosti).

Může obsahovat stopy sezamu.

Bez: lepku, mléka, vajec, sójové mouky, sójového lecitinu, lupinové mouky, deproteinovaného pšeničného škrobu, barviv, aromat, konzervačních látek

7.1.2 Bezlepkový chléb talián s amarantem

Složení: kukuřičný škrob, bramborový škrob, amarantová mouka - mleté výlisky ze zrn amarantu (15 %), tapiokový modifikovaný škrob, cibule sušená, dextróza, kousky rajčat sušené, guarová guma (zahušřovadlo), jedlá sůl, slunečnicový lecitin (emulgátor), bazalka sušená, kyselina askorbová (látka zlepšující mouku), kyselina citronová (regulátor kyselosti).

Může obsahovat stopy sezamu.

Bez: lepku, mléka, vajec, sójové mouky, sójového lecitinu, lupinové mouky, deproteinovaného pšeničného škrobu, barviv, aromat, konzervačních látek

7.1.3 Bezlepkový chléb delikates se směsí semínek

Složení: kukuřičný škrob, směs semínek 30 % (slunečnicová semínka loupaná, dýňová semínka loupaná, lněná semínka zlatá, lněná semínka hnědá, konopná semínka loupaná), bramborový škrob, tapiokový modifikovaný škrob, mleté výlisky semen chia – šalvěže hispánské (*Salvia hispanica*), dextróza, jedlá sůl, slunečnicový lecitin (emulgátor), kmín

drcený, guarová guma (zahušťovadlo), karobový prášek, kyselina askorbová (látka zlepšující mouku), kyselina citronová (regulátor kyselosti).

Může obsahovat stopy sezamu.

Bez: lepku, mléka, vajec, sójové mouky, sójového lecitinu, lupinové mouky, deproteinovaného pšeničného škrobu, barviv, aromat a konzervačních látek.

7.1.4 Bezlepkový chléb everyday s čírokem a dýní

Složení: kukuřičný škrob, bramborový škrob, čiroková mouka (10 %), tapiokový modifikovaný škrob, lněná semínka, dýňová mouka - mleté výlisky ze semen tykve (4 %), slunečnicová semínka loupáná mletá, dextróza, jedlá sůl, guarová guma (zahušťovadlo), slunečnicový lecitin (emulgátor), kmín drcený, kyselina citronová (regulátor kyselosti), kyselina askorbová (látka zlepšující mouku)

Může obsahovat stopy seznamu.

Bez: lepku, mléka, vajec, sójové mouky, sójového lecitinu, lupinové mouky, deproteinovaného pšeničného škrobu, barviv, aromat, konzervačních látek

7.1.5 Bezlepkový chléb benefit s quinoou

Složení: kukuřičný škrob, quinoová mouka (20 %), bramborový škrob, tapiokový modifikovaný škrob, slunečnicová semínka loupáná mletá, dextróza, kukuřičný modifikovaný škrob, guarová guma (zahušťovadlo), jedlá sůl, slunečnicový lecitin (emulgátor), kyselina askorbová (látka zlepšující mouku), kyselina citronová (regulátor kyselosti).

Může obsahovat stopy sezamu.

Bez: lepku, mléka, vajec, sójové mouky, sójového lecitinu, lupinové mouky, deproteinovaného pšeničného škrobu, barviv, aromat, konzervačních látek

7.1.6 Bezlepkový chléb slim s teffem

Složení: Teffová mouka (25 %), kukuřičný škrob, bramborový škrob, tapiokový modifikovaný škrob, rozpustná vláknina inulin, LUPINOVÁ MOUKA, dextróza, slunečnicová semínka loupáná, lněná semínka, guarová guma (zahušťovadlo), jedlá sůl, slunečnicový leci-

tin (emulgátor), rozpustná vláknina psyllium, kmín drcený, koriandr mletý, fenykl mletý, kyselina askorbová (látka zlepšující mouku), kyselina citronová (regulátor kyselosti).

Může obsahovat stopy sezamu.

Bez: lepku, mléka, vajec, sójové mouky, sójového lecitinu, deproteinovaného pšeničného škrobu, barviv, aromat, konzervačních látek

7.2 Příprava pečiva

Příprava směsi je definována výrobcem, my poměry surovin upravili, jelikož jsme pracovali s 250 g směsi, což bylo na výrobu vzorků k měření odpovídající množství a nedošlo tak k plýtvání materiálem.

7.2.1 Bezlepkový chléb energy s chia

K přípravě jednoho chleba potřebujeme 500 g směsi. K tomu přidáme 380 ml vlažné vody, 5 g sušeného nebo 21 g čerstvého droždí.

7.2.2 Bezlepkový chléb talián s amarantem

K přípravě jednoho chleba potřebujeme 500 g směsi. K tomu přidáme 370 ml vlažné vody, 5 g sušeného nebo 21 g čerstvého droždí.

7.2.3 Bezlepkový chléb delikates se směsí semínek

K přípravě jednoho chleba potřebujeme 500 g směsi. K tomu přidáme 340 ml vlažné vody, 5 g sušeného nebo 21 g čerstvého droždí.

7.2.4 Bezlepkový chléb everyday s čirokem a dýní

K přípravě jednoho chleba potřebujeme 500 g směsi. K tomu přidáme 370 ml vlažné vody, 5 g sušeného nebo 21 g čerstvého droždí.

7.2.5 Bezlepkový chléb benefit s quinoou

K přípravě jednoho chleba potřebujeme 500 g směsi. K tomu přidáme 360 ml vlažné vody, 5 g sušeného nebo 21 g čerstvého droždí.

7.2.6 Bezlepkový chléb slim s teffem

K přípravě jednoho chleba potřebujeme 500 g směsi. K tomu přidáme 360 ml vlažné vody, 5 g sušeného nebo 21 g čerstvého droždí.

Postup pečení byl pro všechny vzorky stejný:

Návod k přípravě v domácí pekárně: Do mísící nádoby nalijeme vlažnou vodu. Dále do nádoby přisypeme směs. Uprostřed směsi vytvoříme důlek, do kterého nasypeme sušené droždí. Pečeme na krátký program cca 2 hodiny (např. 2 hodiny a 10 minut). Není nutno péct na bezlepkový program, který je obvykle tříhodinový. To je zbytečně dlouho, chléb by byl vysušený.

Návod k přípravě v klasické troubě: V míse důkladně smícháme „suché“ ingredience – směs a droždí. Přilijeme vlažnou vodu a vařečkou hněteme do hladka (cca 5 minut). Těsto přesuneme do nádoby, ve které budeme péct, a necháme kynout v troubě předehřáté na 35–40 °C po dobu cca 45 minut. Pečeme cca 1 hodinu nejlépe takto:

1. Troubu předehřejeme na 250 °C, vložíme do ní vykynutý chléb a zároveň vhodíme na dno trouby kostky ledu – jeden plný hrnek (v troubě se vytvoří pára). Při teplotě 250 °C pečeme 15 minut.
2. Pak teplotu stáhneme na 180 °C a dopékáme ještě cca 45 minut.
3. Přibližně 10 minut před koncem pečení můžeme troubu vyvětrat – otevřít a zase zavřít.

Všechny popisy směsí a způsob přípravy těsta a pečení byly převzaty z www.bezlepkova.com

Tento postup jsme upravili, jelikož jsme pekli z menšího množství, než bylo deklarováno, a navíc jsme těsto nepekli v jednom kuse, ale rozdělené do menších forem. Proto jsme si podmínky zvolili pro nás vhodnější.

Hotové těsto bylo důkladně strojově prohněteno a rozděleno do čtyř forem o přibližně stejné hmotnosti. Hodinu bylo těsto ponecháno v kynárně o teplotě 50 °C a po této době vlo-

ženo do trouby vyhřáté na 200 °C a pečení trvalo 20 minut. Teplot a časů jsme se striktně drželi. Po vyjmutí chlebů z trouby byly ponechány samovolnému zchladnutí, které trvalo přibližně 2 hodiny. Po této době byla u pečiva zjištěna hmotnost a změřen objem každého vzorku chleba.

7.3 Měření TPA

Texturní profilová analýza (TPA) je využívána pro měření texturních vlastností nejen potravin. Principem TPA jsou dvě komprese (stlačení) vzorku, které simulují chování potravin v ústech a následně jsou ve formě píků vyhodnoceny změny, které se během měření udály. Hlavní výhodou je, že během jednoho měření dochází k hodnocení více parametrů jako jsou tvrdost, soudržnost, elasticita, žvýkatelnost a pružnost. (www.texturetechnologies.com)

Po provedení všech uvedených úkonů byly vzorky podrobeny měření na texturometru. Chléb byl nakrájen na stejně silné plátky a odebrány požadované vzorky na měření. Každý vzorek byl měřen 3x. Další měření probíhalo po 24 hodinách od prvního měření a po 48 hodinách od prvního měření. Postup měření byl stejný.

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 Srovnání vzorků mezi sebou v závislosti na čase

Nejprve byly mezi sebou porovnávány všechny vzorky upečené v daném časovém intervalu. Díky tomu jsme získaly představu o parametrech vzorků a jejich změnách v průběhu času, což se poté odrazilo v hodnocení jejich trvanlivosti.

Tab. 1 Hodnoty daných parametrů ihned po upečení

Vzorek	Tvrдость [N]	Soudržnost [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnost [%]
Chléb s quinoou	3,0 ± 0,1 a	87 ± 1 c	99 ± 1 b	2,0 ± 0,1 a	56 ± 2 d
Chléb s chia	5 ± 2 a	80 ± 3 b	98 ± 1 b	4 ± 1 a	48 ± 5 c
Chléb s teffem	9 ± 1 b	79 ± 2 b	89 ± 6 a	6,0 ± 0,5 b	43 ± 2 b
Chléb s amarantem	10 ± 3 b	73 ± 2 a	95 ± 1 b	7 ± 2 b	39 ± 3 a
Chléb s čírokem a dýní	12 ± 3 b	77 ± 4 b	86 ± 18 a	8 ± 3 b	46 ± 5 b
Chléb se směsí semínek	29 ± 4 c	69 ± 2 a	93 ± 8 b	18 ± 2 d	37 ± 2 a

Nejměkčí střída byla zjištěna u chleba s quinoou (3,0 N) a pečiva s chia (5 N), které se mezi sebou průkazně nelišily (tab. 1). Na základě složení směsi je možné předpokládat, že důvodem byla absence hrubých a výrazných přísad, které by mohly tvrdost pečiva zvyšovat. Průkazně tvrdší byla střída pečiva vyrobeného ze směsi s obchodním názvem chléb s teffem (9 N), chléb s amarantem (10 N) a chléb s čirokem a dýní (12 N), v jejichž složení byly další ingredience (drcený kmín, lněná semínka, sušená rajčata a cibule), které tvrdost chleba mohly ovlivnit. Průkazně nejtvrdší byl chléb se směsí semínek, což se dalo vzhledem k přítomnosti celých, nepodrcených semen slunečnice, dýně a dalších předpokládat.

Největší soudržnost se ukázala u chleba s quinoou (87 %), ostatní chleby byly v porovnání s ostatními srovnatelné a vykazovaly soudržnost nižší, ale ne moc výraznou. Nejnižší soudržnost měl vzorek se směsí semínek (69 %), což se vzhledem k textuře pečiva dalo předpokládat.

Elasticita měla nejvyšší hodnoty, kdy skoro 100% elasticity dosahoval chléb s quinnou (99 %) a srovnatelně na tom byl chléb s chia semínky (98 %). Dalšími byl chléb s amarantem (95 %) a chléb se směsí semínek (93 %). Nejnižší hodnoty v poměru k ostatním měl chléb s teffem (89 %) a chléb s čirokem a dýní (86 %).

Žvýkatelnost byla srovnatelná u vzorků s quinoou (2) a chia semínky (4). Dále byl srovnatelný chléb s teffem (6), chléb s amarantem (7) a chléb s čirokem a dýní (8). Nejhorší byla u chleba se směsí semínek (18), což je následek jeho textury, o které jsem se zmiňovala u předchozích parametrů.

Nejvyšší pružnost měl chléb s quinoou (56 %), následoval chléb s čirokem a dýní (46 %) a nejnižší chléb se směsí semínek (37 %).

Tab. 2 Hodnoty daných parametrů po 24 hodinách

Vzorek	Tvrdost [N]	Soudržnost [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnost [%]
Chléb s quinoou	11 ± 1 a	64 ± 3 c	94 ± 2 c	6 ± 1 a	36 ± 3 b

Chléb s chia	13 ± 2 a	65,0 ± 0,4 c	98 ± 1 d	8 ± 1 a	38,0 ± 0,4 b
Chléb s teffem	36 ± 10 b	58 ± 3 b	86 ± 2 a	18 ± 6 c	28 ± 2 a
Chléb s amarantem	29 ± 6 b	54 ± 3 b	91 ± 2 b	15 ± 4 b	27 ± 2 a
Chléb s čirokem a dýní	45 ± 3 c	50 ± 5 a	86 ± 4 a	20 ± 4 c	25 ± 4 a
Chléb se směsí semínek	73 ± 13 d	55 ± 3 b	91 ± 2 b	36 ± 9 d	29 ± 2 a

Největší rozdíl mezi měřenými vzorky byl u tvrdosti, kde se jako nejtvrdší ukázal chléb se směsí semínek (73 N), což nebylo překvapivé, ovšem hodnota byla velmi vysoká a žádný jiný z chlebů takto vysokých hodnot nedosahoval (tab. 2). Druhým nejtvrdším chlebem byl s čirokem a dýní (45 N) a následoval chléb s teffem (36 N) a chléb s amarantem (29 N). Chléb s chia (13 N) a chléb s quinnou (11 N) měly nejnižší hodnoty. Po 24 hodinách od prvního měření se nejvyšší nárůst tvrdosti ukázal u chleba s teffem, chleba s quinoou a chleba s čirokem a dýní, kde byl čtyřnásobný u chleba s amarantem a chleba s chia trojnásobný a u chleba se směsí semínek tvrdost vzrostla nejméně, jen 2,5x.

U soudržnosti byly naměřeny nejvyšší hodnoty u chleba s chia (65,0 %) a chleba s quinoou (64 %). Nižší hodnoty byly postupně u chleba s teffem (58 %), chleba se směsí semínek (55 %) a chleba s amarantem (54 %). Nejnižší hodnota byla naměřena u chleba s čirokem a dýní (50 %). Po 24 hodinách od prvního měření byl pokles soudržnosti u všech vzorků mírný, stěží dvojnásobný.

Elasticitu měl ze všech nejvyšší chléb s chia (98 %), poté chléb s quinoou (94 %), chléb s amarantem (91 %) a chléb se směsí semínek (91 %). Nejnižší měl chléb s teffem (86 %) a chléb s čirokem a dýní (86 %). Po 24 hodinách od prvního měření byly hodnoty některých chlebů stejné, anebo jen nepatrně nižší.

U žvýkatelnosti byla nejvyšší hodnota naměřena u chleba se směsí semínek (36). Poté byly hodnoty chleba s čirokem a dýní (20), u chleba s teffem (18) a u chleba s amarantem (15). Nejnižší hodnoty byly u chleba s chia (8) a chleba s quinoou (6). Po 24 hodinách od prvního měření se hodnoty u chleba s chia, chleba s amarantem a chleba se směsí semínek zvýšily dvojnásobně, u chleba s čirokem a dýní až 2,5násobně a u chleba s quinoou a chleba teffem až trojnásobně.

Pružnost byla nejvyšší u chleba s chia (38,0 %) a u chleba s quinoou (36 %), nižší byla u chleba se směsí semínek (29 %), chleba s teffem (28 %) a chleba s amarantem (27 %). Chléb s čirokem a dýní (25 %) byl nejméně pružný. Po 24 hodinách od prvního měření nebyl pokles pružnosti u žádného vzorku chleba ani dvojnásobný.

Tab. 3 Hodnoty daných parametrů po 48 hodinách

Vzorek	Tvrдость [N]	Soudržnost [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnost [%]
Chléb s quinoou	17 ± 1 a	56 ± 6 a	92 ± 1 b	9 ± 1 a	30 ± 5 c
Chléb s chia	19 ± 4 a	67 ± 4 b	97 ± 1 c	12 ± 3 b	39 ± 3 d
Chléb s teffem	49 ± 11 b	52 ± 3 a	80 ± 2 a	20 ± 5 b	24 ± 2 a

Chléb s amarantem	63 ± 7 c	55 ± 4 a	93 ± 3 b	33 ± 7 d	28 ± 3 b
Chléb s čirokem a dýní	58 ± 11 c	49 ± 4 a	91 ± 3 b	26 ± 6 c	25 ± 3 a
Chléb se směsí semínek	85 ± 12 d	55 ± 4 a	90 ± 4 b	43 ± 9 e	30 ± 3 b

Nejvyšší rozdíl byl prokazatelně v tvrdosti byl mezi chlebem s quinoou (17 N) a chlebem se směsí semínek (85 N). Srovnatelné hodnoty byly u chleba s quinoou a chleba s chia (19 N), tvrdší byl chléb s teffem (49 N), chléb s amarantem (63 N), chléb s čirokem a dýní (58 N). Nejvyšší hodnotu měl chléb se směsí semínek (tab. 3). Po 48 hodinách od prvního měření byl nejvyšší nárůst tvrdosti u chleba s quinoou a chleba s amarantem a to šestinásobný, u chleba s teffem a chleba s čirokem a dýní byl nárůst pětinasobný, u chleba s chia skoro čtyřnásobný a u chleba se směsí semínek trojnásobný

Soudržnost byla nejvyšší u chleba s chia (67 %), nižší, ale srovnatelná byla u chleba s quinoou (56 %), chleba se směsí semínek (55 %), chleba s amarantem (55 %) a chleba s teffem (52 %) a nejnižší byla u chleba s čirokem a dýní (49 %). Po 48 hodinách od prvního měření se nejvíce snížila soudržnost u chleba s quinoou, chleba s teffem, chleba s čirokem a dýní a chleba s amarantem a to 1,5násobně, chléb s chia a se směsí semínek klesl jednonásobně.

Elasticita byla nejvyšší u chleba s chia (97 %), poté srovnatelná u chleba s amarantem (93 %), chleba s quinoou (92 %), chleba s čirokem a dýní (91 %) a chleba se směsí semínek (90 %). Nejnižší byla u chleba s teffem (80 %). Po 48 hodinách od prvního měření nenastal významný pokles u žádného měřeného chleba.

Nejvyšší hodnoty žvýkatelnosti byly u chleba se směsí semínek (43), další vysoké hodnoty byly u chleba s amarantem (33) a chleba s čirokem a dýní (26). Další nižší hodnoty byly naměřeny u chleba s teffem (24) a chleba s chia (12). Nejnižší hodnota byla u chleba s qui-

noou (9). Po 48 hodinách od prvního měření se hodnota nejvíce zvýšila u chleba s amarantem, a to skoro 5x, u chleba s quinoou 4,5x, u chleba s chia, chleba teffem a chleba s čirokem a dýní trojnásobně a u chleba se směsí semínek více než dvojnásobně.

Pružnost byla nejvyšší u chleba s chia (39 %), poté u chleba s quinoou (30 %), chleba se směsí semínek (30 %) a chleba s amarantem (28 %). Nejnižší byla u chleba s čirokem a dýní (25 %) a chleba s teffem (24 %). Po 48 hodinách od prvního měření se nejvíce snížila pružnost u chleba a quinoou a chleba s čirokem a to skoro dvojnásobně, u chleba s teffem to bylo 1,5násobně a u chleba s chia, chleba s amarantem a chleba se směsí semínek více než jednonásobně.

8.2 Srovnání stejných vzorků v různých časových intervalech

U jednotlivých vzorků byly porovnávány měřené parametry v závislosti na čase. Z výsledků jsme tak můžeme vidět v jakém časovém intervalu chléb nejvíce změnil své texturní vlastnosti, což nám tak pomůže určit nejzazší dobu jeho trvanlivost.

Tab. 4 Chléb s quinoou

Čas měření	Tvrдость [N]	Soudržnost [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnost [%]
Ihned	3,0 ± 0,1 a	87 ± 1 c	99 ± 1 b	2,0 ± 0,1 a	56 ± 2 d
Po 24 hod.	11 ± 1 a	64 ± 3 c	94 ± 2 c	6 ± 1 a	36 ± 3 b
Po 48 hod.	17 ± 1 a	56 ± 6 a	92 ± 1 b	9 ± 1 a	30 ± 5 c

Největší změny v tvrdosti byly zaznamenány během prvních 24 hodin, kdy byl skokový nárůst až pětinašobný (tab. 4). Soudržnost podle předpokladu s postupem času klesala, nejvíce také v prvních 24 hodinách, poté byl pokles plynulejší. Snížení elasticity bylo pozvolné. Žvýkatelnost se v prvních 24 hodinách 3x zvýšila, a i v dalších hodinách mírně

vzrostla. Pružnost nejvíce poklesla v prvních 24 hodinách. Nebyly zaznamenány žádné neobvyklé hodnoty ani výkyvy v měření.

Tab. 5 Chléb s chia semínky

Čas měření	Tvrдость [N]	Soudržnost [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnost [%]
Ihned	5 ± 2 a	80 ± 3 b	98 ± 1 b	4 ± 1 a	48 ± 5 c
Po 24 hod.	13 ± 2 a	65,0 ± 0,4 c	98 ± 1 d	8 ± 1 a	38,0 ± 0,4 b
Po 48 hod.	19 ± 4 a	67 ± 4 b	97 ± 1 c	12 ± 3 b	39 ± 3 d

Tvrдость se v prvních 24 hodinách zvýšila více než dvojnásobně, v následujících 24 hodinách už byl nárůst mírnější (tab. 5). Soudržnost by měla postupem času klesat, ovšem v našem měření vyšla u posledního vzorku vyšší hodnota než u předchozího měření. Jedním z důvodů může být konzistence vzorku, kdy nebyl vybrán homogenní vzorek. To stejné nastalo u pružnosti, což vysvětlujeme stejně. Žvýkatelnost se v prvních 24 hodinách zvýšila dvojnásobně a při dalším měření 1,5násobně.

Tab. 6 Chléb s teffem

Čas měření	Tvrдость [N]	Soudržnost [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnost [%]
Ihned	9 ± 1 b	79 ± 2 b	89 ± 6 a	6,0 ± 0,5 b	43 ± 2 b
Po 24 hod.	36 ± 10 b	58 ± 3 b	86 ± 2 a	18 ± 6 c	28 ± 2 a
Po 48 hod.	49 ± 11 b	52 ± 3 a	80 ± 2 a	20 ± 5 b	24 ± 2 a

Nárůst tvrdosti byl v prvních 24 hodinách více než čtyřnásobný, a i poté se pozvolna zvýšila (tab. 6). Soudržnost poklesla nejvíce v prvních 24 hodinách, poté byl pokles mírný. Pokles elasticity byl plynulý během obou měření. Žvýkatelnost se v prvních 24 hodinách zvýšila trojnásobně, poté se zvýšila jen mírně. Pružnost v prvních 24 hodinách snížila 1,5násobně, v dalších hodinách klesla málo.

Tab. 7 Chléb s amarantem

Čas měření	Tvrdość [N]	Soudržnosť [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnosť [%]
Ihned	10 ± 3 b	73 ± 2 a	95 ± 1 b	7 ± 2 b	39 ± 3 a
Po 24 hod.	29 ± 6 b	54 ± 3 b	91 ± 2 b	15 ± 4 b	27 ± 2 a
Po 48 hod.	63 ± 7 c	55 ± 4 a	93 ± 3 b	33 ± 7 d	28 ± 3 b

Tvrdość se po 24 hodinách zvýšila bezmála trojnásobně a v dalších 24 hodinách se zvýšila více než dvojnásobně (tab. 7). Soudržnosť nejvíce poklesla v prvních 24 hodinách, při dalším měření nastala změna a soudržnosť se velmi mírně navýšila, ale ve statistickém hodnocení je tento výkyv zanedbatelný. Totéž se ukázalo i u měření elasticity a pružnosti. Důvodem může být výběr vzorku, který neodpovídal předchozím měřením. V prvních 24 hodinách se žvýkatelnost zvýšila dvojnásobně a následujících 24 hodinách taktéž.

Tab. 8 Chléb s čirokem a dýní

Čas měření	Tvrdość [N]	Soudržnosť [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnosť [%]
Ihned	12 ± 3 b	77 ± 4 b	86 ± 18 a	8 ± 3 b	46 ± 5 b
Po 24 hod.	45 ± 3 c	50 ± 5 a	86 ± 4 a	20 ± 4 c	25 ± 4 a

Po 48 hod.	58 ± 11 c	49 ± 4 a	91 ± 3 b	26 ± 6 c	25 ± 3 a
-------------------	-----------	----------	----------	----------	----------

Nárůst tvrdosti byl v prvních 24 hodinách skoro čtyřnásobný, poté byl nárůst pozvolný (tab. 8). Soudržnost v prvních 24 hodinách klesla 1,5násobně, poté už téměř ne. Elasticita se oproti ostatním měřením a jiným vzorkům zvýšila. Důvodem může být méně vhodný vzorek či chyba při měření. Žvýkatelnost se v prvních 24 hodinách zvýšila více než 2,5násobně a pak se zvýšila jen pozvolně. Pružnost v prvních 24 hodinách klesla 1,5násobně a už se do dalšího měření nezměnila.

Tab. 9 Chléb se směsí semínek

Čas měření	Tvrdost [N]	Soudržnost [%]	Elasticita [%]	Žvýkatelnost	Pružnost [%]
Ihned	29 ± 4 c	69 ± 2 a	93 ± 8 b	18 ± 2 d	37 ± 2 a
Po 24 hod.	73 ± 13 d	55 ± 3 b	91 ± 2 b	36 ± 9 d	29 ± 2 a
Po 48 hod.	85 ± 12 d	55 ± 4 a	90 ± 4 b	43 ± 9 e	30 ± 3 b

Dvojnásobný nárůst tvrdosti v prvních 24 hodinách byl dán pravděpodobně surovinovou skladbou, ve které se nacházela spousta celých, nedrcených semen, takže tvrdost byla vysoká oproti jiným vzorkům už na počátku měření (tab. 9). Soudržnost klesala pozvolně a mezi 2. a 3. měřením už zde nenastaly žádné změny. Elasticita se snížila velmi mírně. Žvýkatelnost v prvních 24 hodinách vzrostla dvojnásobně, poté plynule zvýšila. Pružnost se postupně snižovala a při 3. měření byl výsledek o něco vyšší než při 2. měření, ale tento rozdíl je statisticky zanedbatelný.

8.3 Další měřené parametry

Ztráty pečením se obvykle pohybují kolem 15 % z hmotnosti těsta. Vliv na ně má velikost pečiva (větší má nižší ztráty pečením), druh mouky (např. žitná mouka více poutá vodu, a proto má nižší ztráty pečením než pšeničné). Zabránit ztrátám pečením lze aplikací látek

zlepšujících vaznost vody. Měření se vyjadřuje v cm^3 na 100 g pečiva. (Pospiech, 2012, s.21)

Specifický objem pečiva je měřen vložení pečiva do kádinky či jiné nádoby, který je vyplněna řepnými semínky (v našem případě umělohmotným granulátem) o známém objemu a poté se změří přebytečná semínka (granulát). (Pospiech, 2012, s.21)

Tab. 10 Hodnoty ztrát pečením a specifického objemu bochníku

Vzorek	Ztráty pečením	Specifický objem bochníku (ml/g)
Chléb s quinoou	20 ± 1 b	$2,0 \pm 0,2$ c
Chléb s chia	23 ± 1 c	$3,0 \pm 0,1$ e
Chléb s teffem	18 ± 4 b	$2,0 \pm 0,1$ a
Chléb s amarantem	22 ± 5 c	$2,0 \pm 0,2$ d
Chléb s čirokem a dýní	18 ± 1 b	$2,0 \pm 0,1$ a
Chléb se směsí semínek	14 ± 1 a	$1,0 \pm 0,1$ b

Jak je patrné z výsledků, nejvyšší ztráty pečením byly zjištěny u chleba s chia a chleba s amarantem. Nejnižší ztráty pečením byly zjištěny u chleba s čirokem a dýní a chleba se směsí semínek (tab. 10)

Hodnoty specifického objemu byly u většiny vzorků vyrovnané, ale nejvyšší specifický objem měl chléb s chia a nejnižší chléb se směsí semínek (tab. 10).

8.4 Diskuze

Naměřené výsledky byly porovnány s již publikovanými články zabývajícími se měřením texturních vlastností u bezlepkového pečiva.

Dvořáková a kol. (2012, s.1-8) ve svém článku měřila texturní vlastnosti u pečiva z pohankové a žitné mouky. A to jak samotných, a tak i v různě smíchaných poměrech a porovnávala rozdíl vlastností v závislosti na čase, tak jako je tomu u mého měření. Ovšem v článku

bylo srovnáváno měření po 24 hodinách od upečení a po 72 hodinách. Při porovnání vlastností pečiva 24 hodin po upečení (tab. 2) je zřejmé, že naše pečivo má nižší tvrdost, a to v rozpětí 11-73 N, zatímco to pohankovo-žitné má nejnižší hodnoty kolem 50 N a nejvyšší převyšují hodnotu 170 N, což jsou oproti našim výsledkům vysoké hodnoty. V soudržnosti tak velké rozdíly nebyly, u našich vzorků (tab. 2) se hodnoty pohybovaly od 50 do 65 %, u vzorků pečiva pohankovo-žitného od 54 do 77 %. Žvýkatelnost ukázala nejvyšší rozdíly, kdy u našich vzorků (tab. 2) byla maximální hodnota 36, zatímco u vzorků z pohankovo-žitného pečiva byla nejvyšší hodnota skoro 450.

Sungchan a kol. (2017, s.1-8) se ve svém článku zabýval měřením texturních vlastností u pečiva z mixu rýžové mouky a lepku, kdy 74 % tvořila rýžová mouka, 16 % lepek. Ve vzorcích byl různě zastoupen poměr mouky a vody. Po provedení TPA byly výsledky následující: tvrdost se u rýžového pečiva pohybovala kolem 3–4 N. V námi měřených chlebech takových nízkých hodnot dosahovaly jen vzorky s quinoou a chia (tab. 1), v našich byly hodnoty vyšší, například u směsi semínek to bylo 29 N. U soudržnosti byly výsledky velmi podobné těm našim (± 80 %) (tab. 1), až na chléb se se směsí semínek, který měl nižší hodnotu (69 %). Žvýkatelnost u pečiva z rýžové mouky se pohybovala od 15 do 24, zatímco u našich vzorků (tab.1) se hodnoty pohybovaly od 2 do 18.

Monthe a kol. (2019, s.1-8) se zabýval pečivem vyrobeným z fermentované cassavy, sladkých brambor a xantanového gumy v různém poměru a jejich porovnání v závislosti na čase. Hodnoty tvrdosti se u tohoto pečiva v den upečení pohybovaly v hodnotách do 3 N, u našich vzorků (tab.1) takto nízkou hodnotu měl jen chléb s quinoou, ostatní měli i několikanásobně vyšší. Po 24 hodinách se hodnoty u pečiva z cassavy zvýšily, ale maximálně na hodnotu 6 N, zatímco naše vzorky (tab. 2) měly nejnižší hodnoty 11 N a nejvyšší hodnoty 73 N. Soudržnost byla u pečiva z cassavy v den upečení byla cca 80 %, u našeho pečiva (tab. 1) byly hodnoty soudržnosti velmi podobné, jen s drobnými odchylkami. Po 24 hodinách se hodnoty pohybovaly u pečiva z cassavy v rámci 70 %, zatímco u našich vzorků (tab. 2) to bylo 50-65 %. U elasticity hodnoty u pečiva s cassavy v den upečení dosahovaly skoro 100 %, což bylo stejné jako u našich měřených vzorků (tab. 1). Po 24 hodinách nedošlo k žádným statisticky významným změnám (tab. 2). Žvýkatelnost se u v den upečení u cassavy pohybovaly v hodnotách mezi 1-2, což se v našem případě (tab. 1) splňoval jen chléb s quinoou, ostatní vzorky ho převyšovaly, v jednom případě až na hodnotu 18. Po 24 hodinách došlo pečiva z cassavy k nárůstu až ke 4, u našich vzorků (tab. 2) měl nejnižší hodnotu chléb s quinoou a to 6 a nejvyšší chléb se směsí semínek (36).

Z těchto srovnání je patrné, že záleží na surovině, která je na výrobu pečiva použita a že každé bezlepkové pečivo nemá dlouhodobou údržnost nehledě na složení. Nejlepší výsledky ve srovnání s jinými druhy pečiva zaznamenal chléb s quinoou a částečně i chléb s chia. Není to jen díky surovinám, a jejich poměru ve směsi, ale i tím, že je směs čistá, bez obsahu dalších surovin, které by mohly narušit texturu a zhoršit i tak ostatní vlastnosti výrobku, což by bylo nežádoucí pro konzumenty. Ostatní vzorky vykazovaly v porovnání s ostatními velké změny, a je to nejspíše kvůli složení. Je možné, že po vyloučení některých složek z něj, by mohlo k prodloužení trvanlivosti, ale pravděpodobně by došlo ke zhoršení organoleptických vlastností. Bylo by dobré testovat další druhy mouk a upravovat surovinovou skladbu u existujících směsí, aby se dosáhlo požadovaných vlastností.

9 ZÁVĚR

Z naměřených výsledků jsme došli k závěru, že záleží na složení směsi a na tom, zda a v jakém množství jsou přítomny další suroviny a že k největším změnám dochází v prvních 24 hodinách skladování. Určitě svou roli hraje i množství surovin, podle nichž jsou směsi pojmenovány. Při jiném poměru by se pečivo jistě chovalo jinak, a proto by bylo do budoucna dobré provést výzkumy, které by se tímto zabývaly. Pro konzumenty z toho plyne, že bezlepkové pečivo má nejlepší vlastnosti pouhých několik hodin po upečení a pak jeho kvalita prudce klesá. Nejlepší je samozřejmě jíst čerstvě upečené pečivo, což ovšem není vždy možné, jelikož péct každý den je nejen náročné časově, ale i finančně. Tyto výsledky snad pomohou konzumentům ve výběru pečiva, které bude mít i den po upečení vhodnou konzistenci a přijatelnou chuť.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALI, Naheed. *Kniha pro celiaky: nové poznatky pro nemocné, lékaře a pacienty*. Hodkovičky [Praha]: Pragma, c2015, s 47-51. ISBN 978-80-7349-434-6.

BAJEROVÁ, Eva a kol. *Obiloviny v lidské výživě*. 1. Praha: Potravinářská komora České republiky, 2016, s 35. ISBN 978-80-88019-16-9.

Bezlepkova.com [online]. 2015 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: www.bezlepkova.com

BUREŠOVÁ, Iva a Eva LORENCOVÁ. *Výroba potravin rostlinného původu: zpracování obilovin*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, s 53-54, 79, 83-84, 86- 88, 195-198. ISBN 978-80-7454-278-7.

DIA - BIO - RACIO - BEZLEPEK [online]. 2007 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: www.bezlepkovepotraviny.cz

DOSTÁLOVÁ, Radmila, Jiří HORÁČEK, Pavel SKŘIVAN a Marcela SLUKOVÁ. *Obiloviny a luštěniny*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú., [2016]. Jak poznáme kvalitu? s. 15-16. ISBN 978-80-87719-35-0.

DVOŘÁKOVÁ, P., I. BUREŠOVÁ a S. KRÁČMAR. Textural properties of bread formulations based on buckwheat and rye flour. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012, (5), 8.

FUCHS, Martin. *Potravinová alergie a intolerance*. Praha: Mladá fronta, 2016. Edice postgraduální medicíny., s 294. ISBN 978-80-204-3757-0.

FUCHS, Martin. *Potravinové alergie*. Praha: Maxdorf, c2013. Edice ČIPA, s. 27-28. ISBN 978-80-7345-335-0.

GAMLIN, Linda. *Alergie od A do Z*. Praha: Reader's Digest Výběr, 2003, s 71. ISBN 80-86196-44-5.

GREEN, Peter H. R. a Rory JONES. *Lepek odhalen!*. Přeložil Vojtěch KUDELA. Olomouc: ANAG, [2018]., s 195-197. ISBN 978-80-7554-176-5.

JNAWALI, Prakriti, Vikas KUMAR a Beenu TANWAR. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. *Food Science and Human Wellness*. 2016, (5), 8.

KOHOUT, Pavel a Jaroslava PAVLÍČKOVÁ. *Celiakie: bezpečná dieta a rady lékaře*. 2. rozšířené vydání. Čestlice: Medica Publishing, 1999. Dieta (Medica Publishing), s 22. ISBN 80-85936-29-1.

KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie cereálií*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, s 13-15. ISBN 80-7157-811-8.

MIR, Shabir Ahmad, Manzoor Ahmad SHAH, Haroon Rashid NAIK a Imtiyaz Ahmad ZARGAR. Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology*. 2016, (51), 9.

MONTHE, Orissa Charlene, Lidwine GROSMIRE, Richard Marcel NGUIMBOU, Loyal DAHDOUH, Julien RICCI, Thierry TRAN a Robert NDJOUENKEU. Rheological and textural properties of gluten-free doughs and breads based on fermented cassava, sweet potato and sorghum mixed flours. *Food Science and Technology*. 2019, (101), 8.

OŠTÁDALOVÁ, Martina a Jana POKORNÁ. *Hygiena a technologie brambor, škrobu, luštěnin, olejnatých semen a tuků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014, s. 28-31, 36-37. ISBN 978-80-7305-709-1.

POSPIECH, Matej a Vladimír PAŽOUT. *Hygiena a technologie vegetabilních produktů*. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012, s 21. ISBN 978-80-7305-619-3.

PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, s. 151-152, 162, 200-201. ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍHODA, Josef. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Praha: VŠCHT, 2003, s 35, 43. ISBN 80-7080-530-7.

SUNGCHAN, Kim, Kwak HAN SUB a Jeong YOONHWA. Effect of water roux starter (Tangzhong) on texture and consumer acceptance of rice pan bread. *Journal of Texture Studies*. 2016, (48), 8. ISSN 1745-4603.

TAUFEROVÁ, Alexandra. *Rostlinná produkce*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014, s. 57-59, 64-67. ISBN 978-80-7305-716-9.

Texture technologies [online]. 2019 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: www.texturetechnologies.com

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

IgE Imonoglobulin E

NCGS Non-celiac gluten sensitivity, neceliakální glutenová sensitivita

TPA Texturní profilová analýza

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Hodnoty daných parametrů ihned po upečení

Tab. 2 Hodnoty daných parametrů po 24 hodinách

Tab. 3 Hodnoty daných parametrů po 48 hodinách

Tab. 4 Chléb s quinoou

Tab. 5 Chléb s chia semínky

Tab. 6 Chléb s teffem

Tab. 7 Chléb s amarantem

Tab. 8 Chléb s čirokem a dýní

Tab. 9 Chléb se směsí semínek

Tab. 10 Hodnoty ztrát pečením a specifického objemu bochníku