

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101/ Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství - Prvovýroba

Katedra: Katedra kvality zemědělských produktů

Vedoucí katedry: Ing. Pavel Smetana Ph.D.

Diplomová práce

**Hodnocení bezpečných potravin se zaměřením na
pečivo**

Vedoucí práce: Ing. Dana Jirotková, Ph.D.

Autor: Bc. Aneta Brabencová

České Budějovice, duben 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Aneta BRABENCOVÁ**
Osobní číslo: **Z15452**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělské inženýrství - Prvovýroba**
Název tématu: **Hodnocení bezpečkových potravin se zaměřením na pečivo**
Zadávací katedra: **Katedra kvality zemědělských produktů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

V populaci přibývá počet lidí trpících intolerancí na lepek (celiakie) i lidí s alergií na některé obiloviny obsahující lepek. Běžně dostupné pečivo je nutné při dodržování diety nahradit pečivem vyrobeným z kukuřice, rýže, sóji, či jiných alternativních plodin. Vhodnou vzájemnou kombinací těchto surovin lze dosáhnout struktury pečiva velmi podobné pečivu s lepem.

Cílem práce je zhodnotit různé směsi těchto bezpečkových surovin u vybrané skupiny pečiva z hlediska ovlivnění sensorické jakosti.

Pomocí vybraných metod sensorické analýzy získáte data pro posouzení kvality bezpečkového pečiva. Získaná data zpracujete pomocí vhodných matematicko-statistických metod. Na základě získaných informací navrhnete další možnosti rozšíření nabídky pečiva v této oblasti.

Diplomová práce bude vypracována na základě pokynů uvedených na www.zf.jcu.cz/studenti/informace-pro-studující/ podle následující rámcové osnovy:

Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce

Literární přehled - současný stav poznání dané problematiky získaný studiem soudobé vědecké a odborné literatury

Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat navazující na cíl práce, jejich statistické vyhodnocení a porovnání s dostupnými literárními údaji.

Závěr - shrnutí získaných informací, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky

Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce).

Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 35-50 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury: viz příloha

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dana Jirotková, Ph.D.**
Katedra kvality zemědělských produktů
Konzultant diplomové práce: **doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.**
Katedra kvality zemědělských produktů
Datum zadání diplomové práce: **16. února 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2017**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Rudenská 1448, 370 05 České Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. února 2016

Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury:

- Nařízení (ES) č.41/2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku, které stanovuje jednotná evropská pravidla na složení a označování potravin z hlediska obsahu lepku.
- Norma ČSN 56 0115. Metody zkoušení těstovin. Praha: Český normalizační institut, 1970.
- BORTNOWSKA, G., KRUDOS, A., SCHUBE, V., KRAWCZYNSKA, W., KRZEMINSKA, N., MOJKA, K. (2016) Effects of waxy rice and tapioca starches on the physicochemical and sensory properties of white sauces enriched with functional fibre. Food Chemistry, 202, pp. 31-39.
- PRUGAR, J. a kol., 2008: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha,
- POKORNÝ, J., a kol., 1998: Senzorická analýza potravin, Praha: VŠCHT, 95 s.
- POKORNÝ, J., a kol., 1997: Senzorická analýza potravin - laboratorní cvičení, Praha: VŠCHT, 62 s.
- JAROŠOVÁ, A., 2001: Senzorické hodnocení potravin. Brno: MZLU, 84 s.
- Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění souvisejících předpisů.
- Databáze WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Publikace, dokumenty a informace v časopisech Výživa a potraviny , Potravinařská revue, European Food Research and Technology, Cereal Chemistry. popř. internetových portálů <http://www.uzei.cz/>, www.czso.cz, www.agronavigator.cz, www.agrocr.cz/ či www.mze.cz.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne:

Podpis studenta

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Daně Jirotkové, Ph.D. za její ochotu, odborné vedení a cenné rady při zpracování této práce.

Abstrakt

Cílem této práce je navrhnout bezlepkovou směs, která bude splňovat senzorické a technologické vlastnosti bezlepkového pečiva. Pro zlepšení struktury a současně jako náhrada lepku bylo do těsta přidáno chia semínko a chia mouka. Obě složky by měly posílit jak strukturu pečiva, tak nutriční hodnotu. Další složky, které tvořily směs, byly jednodruhové mouky - pohanková, rýžová a kukuřičná. Předmětem práce bylo najít vhodnou kombinaci množství těchto mouk, vytvořit návrh receptury a provést senzorické vyhodnocení.

Dále je zde uvedena problematika o celiakii, o označování bezlepkových výrobků a senzorickém hodnocení. Pomocí vybraných metod byla posouzena preference vzorků, textura, vůně a chuť. V závěru práce se nacházejí výsledky z dotazníkového šetření.

Klíčová slova

Bezlepkové pečivo, chia semínka, chia mouka, senzorické hodnocení.

Abstract

The aim of this thesis is to suggest a gluten-free mixture that will satisfy the sensory and technological properties of gluten-free pastry. To improve the structure and at the same time to substitute the gluten chia seed and chia flour were added to the dough. These two components should increase both pastry structure and nutritional value. The other ingredients that made up the mixture were one-kind flour: buckwheat, rice and corn one. The aim of the thesis was to find suitable combination of quantities of these kinds of flour, to create a draft of the recipe and to realize sensory evaluation.

The thesis also includes the issues of celiac disease, problematics of labelling of gluten-free products and sensory evaluation. Sample preferences, textures, smell and flavour have been assessed here using selected methods. At the end of the thesis the results of the questionnaire survey are presented.

Keywords

Gluten-free pastry, chia seeds, chia flour, sensory evaluation.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled.....	11
2.1	Lepek.....	11
2.2	Onemocnění vyvolaná nesnášenlivostí lepku.....	11
2.2.1	Celiakie.....	11
2.2.2	Alergie na lepek.....	13
2.2.3	Duhringova herpetiformní dermatitida.....	15
2.3	Potraviny vhodné a nevhodné pro celiakii.....	16
2.4	Bezlepkové suroviny.....	17
2.4.1	Pohanka obecná.....	18
2.4.2	Laskavec – amarant.....	20
2.4.3	Proso.....	22
2.5	Označování potravin.....	23
2.6	Výroba bezlepkového sortimentu.....	25
2.7	Suroviny pro výrobu bezlepkového pečiva.....	26
2.8	Potraviny nahrazující lepek.....	27
2.9	Bezlepkové směsi na trhu.....	31
2.10	Senzorická analýza.....	33
2.10.1	Vybavení laboratoře a podmínky analýzy.....	34
2.10.2	Metody senzorického hodnocení.....	35
3	Cíl práce.....	37
4	Materiál a metody.....	38
4.1	Použité suroviny.....	38
4.2	Pečicí pokus.....	41
4.2.1	Receptury.....	42
4.3	Příprava na senzorické hodnocení.....	43
4.4	Statistické vyhodnocení.....	44
5	Výsledky a diskuze.....	46
5.1	Hodnocení textury.....	46
5.2	Hodnocení vůně.....	47
5.3	Hodnocení chuti.....	48
5.4	Pořadová preferenční zkouška.....	49

5. 5	Trojúhelníková zkouška	52
6	Závěr	54
7	Seznam použitých zdrojů	55
8	Seznam tabulek a grafů	64
9	Seznam obrázků	65
10	Přílohy	66

1 Úvod

Diplomová práce je zaměřena na hodnocení kvality bezlepkového pečiva, které je v tržní síti pro tu část populace, jež nemůže konzumovat běžné pečivo a která musí dodržovat bezlepkovou dietu. Lepek tvoří strukturu pečiva, bez něj jsou výrobky ploché, nedrží tvar, a mají malý objem. Musí se proto nahradit jinými surovinami a technologické postupy podstatně upravit. Přesto lze nakoupit mouky z plodin nebo semena, která neobsahují žádnou bílkovinnou frakci, tedy alergizující složku. V dnešní době jsou na trhu i bezlepkové směsi, které jsou přímo vhodné pro průmyslové a domácí pečení. Tyto směsi nejsou nutričně vyrovnané, obsahují převážně škroby nebo jeho deriváty.

Celiak musí nahradit běžné pečivo a další potraviny (těstoviny, sladkosti, omáčky, čokolády, uzeniny i alkoholické nápoje a pivo) alternativními produkty bez obsahu lepku. Celiakie je dědičné autoimunitní onemocnění organismu. Při tomto onemocnění dochází k zánětlivému poškození určitých oblastí tenkého střeva, které vede k poruchám vstřebávání. K rozvinutí celiakie je zapotřebí tří faktorů: genetická predispozice, vystavení lepku přes trávicí systém a spouštěč, který zahájí tuto atypickou reakci imunitního systému. Pacienti trpící touto chorobou musí dodržovat přísnou bezlepkovou dietu.

Cílem této práce je navrhnout bezlepkovou směs, která bude splňovat sensorické a technologické vlastnosti bezlepkového pečiva. Pro vylepšení struktury a současně jako náhrada lepku bylo do těsta přidáno chia semínko a chia mouka. Obě složky by měly posílit jak strukturu pečiva, tak nutriční hodnotu. Další složky, které tvořily směs, byly jednodruhové mouky - pohanková, rýžová a kukuřičná. Předmětem práce bylo najít vhodnou kombinaci množství těchto mouk, vytvořit návrh receptury a provést sensorické vyhodnocení.

Pomocí vybraných metod byla posouzena preference vzorků, textura, vůně a chuť. Data byla zpracována pomocí vhodných matematicko – statistických metod.

2 Literární přehled

2.1 Lepek

Lepek je bílkovinný komplex obilných zrn. Štěpí se účinkem některých enzymů žaludku, břišní slinivky a tenkého střeva (FRÍČ A KOL., 2008). Lepek je bílkovina rozpustná v alkoholu a nerozpustná ve vodě. Gluten se skládá z gliadinu a gluteninu (RUJNER A KOL., 2010). Glutenin má velký vliv na kvalitu zpracování pšeničného těsta (GAO A KOL., 2016). Prolaminy pšenice se nazývají gliadiny, žito obsahuje hordeiny, ječmen secaliny, oves aveniny (KOHOUT A KOL., 2006). Škodlivé není jen syrové zrno, ale všechny výrobky z těchto obilovin (KOVÁŘOVÁ A KOL., 2013).

Lepek je silně elastický proteinový materiál nerozpustný ve vodě, je těžko zpracovatelný (DAHESH A KOL., 2016). Lepek je pro pekařský průmysl velmi důležitý (NAWROCKA A KOL., 2016). Význam lepku pro pekařskou technologii spočívá v tom, že při zadělávání těsta napomáhá vytvářet z něj tenké blanky, které zadržují kvasný plyn a umožňují nakynutí těsta, jeho správné propečení a pórovitou strukturu pekařského výrobku. Lepek tvoří strukturu těsta a pečiva, napomáhá jeho stravitelnosti (PELIKÁN A KOL., 1998). Důležitý je nejen obsah lepku, ale i kvalita (ČEPIČKA A KOL., 1995).

2.2 Onemocnění vyvolaná nesnášenlivostí lepku

2.2.1 Celiakie

Celiakie je geneticky podmíněné autoimunitní onemocnění dětí a dospělých, které je zapříčiněno absolutní nesnášenlivostí lepku. Při tom dochází k zánětlivému poškození určitých oblastí tenkého střeva, které vede k poruchám vstřebávání (VRÁNOVÁ A KOL., 2013). Toto onemocnění mohou doprovázet průjemy, ale i chudokrevnost (KOVÁŘOVÁ A KOL., 2013). Celiakie je nevyléčitelná a je třeba doživotně dodržovat bezlepkovou dietu (MOŽNÁ, 2006). Pokud pacient nedodržuje přísnou dietu, hrozí nebezpečí, že nedojde k uklidnění choroby nebo může dojít k novému vzplanutí choroby. Docházet může k progresi do celiakální krize s velkými průjemy a vyčerpáním pacienta (KOUHOUT A KOL., 2010).

Ačkoli je celiakie většinou dědičná, může být vyvolána faktory prostředí, jako jsou operace, vážné zranění, těhotenství, věk nástupu puberty, jiné autoimunitní nemoci, porod, virová onemocnění. K rozvinutí celiakie je zapotřebí tří faktorů:

genetická predispozice, vystavení lepku přes trávicí systém a spouštěč, který zahájí tuto atypickou reakci imunitního systému (MOHD A KOL., 2012).

Prvním krokem na testování celiakie je soubor krevních testů na specifické protilátky. Jedná se o protilátky proti tkáňové transglutamináze (tTG), endomysiu (EMA) a deaminovaným gliadinovým peptidům (DGP). Pokud jsou testy na jakoukoli z těchto protilátek pozitivní, následuje endoskopická biopsie. Při tomto vyšetření jsou odebrány vzorky sliznice horní části tenkého střeva. Vzorky slouží pro vyhodnocení případného poškození klků. Tento test je v současnosti jediným jednoznačným nástrojem pro diagnostikování celiakie (DUPIN, 2013).

V současné době lze použít i tzv. pomocná vyšetření, mezi ně můžeme zařadit sonografii, rtg, CT vyšetření, dechové testy, magnetickou rezonanci a další (FRÍČ, 2010).

Tabulka č. 1: Nemoci sdružené s celiakií (LEEDS, A KOL., 2008)

Sdružené nemoci	Prevalence u celiaků (%)
Dermatis herpetiformis	~70
Diabetes I. Typu	2 – 8
Nemoci štítné žlázy	2 – 6
Adisonova choroba	1 – 12
Ztráta vlasů nejasné příčiny	1 – 2
Primární biliární cirhóza	2 – 7
Autoimunitní hepatitida	3 – 5
Idiopatická ataxie	1 – 7
Zvýšená teplota	4 – 8
Downův syndrom	4 – 17
Anémie z deficitu železa	3 – 7
Dráždivé střevní symptomy	0 – 11
Periferní neuropatie	do 23

2. 2. 2 Alergie na lepek

Důležité je vědět, že onemocnění celiakie a alergie na lepek jsou dvě rozdílná onemocnění. Tělo alergické na lepek reaguje negativně ihned do pár hodin. Na rozdíl od celiaků, u kterých se příznaky objevují až po 3-6 měsících. Alergie na lepek může u člověka propuknout a pomínout v průběhu života (VRÁNOVÁ A KOL., 2013).

U alergie na lepek vytváří imunitní systém organismu protilátky proti běžným složkám potravy (lepek, laktóza a jiné), jako by se jednalo o látky patogenní. Alergie na lepek je tedy způsobena tvorbou protilátek - imunoglobulinu typu E - proti lepku. Tělo na něj reaguje okamžitě. Zatímco celiakie se projevuje po 3 až 6 měsících každodenního užívání lepku (ČERVENKOVÁ, 2006).

Nejvýraznějším rozdílem je to, že při alergii není poškozena sliznice tenkého střeva. Dále alergie nemusí být podmíněna geneticky a v průběhu života může kdykoliv propuknout a poté vymizet (KVASNIČKOVÁ, 1998).

Mezi příznaky alergie na lepek patří trávicí obtíže – plynatost, zácpa a průjemy bezprostředně po požití potravin s obsahem lepku. Mezi kožní obtíže související se zeslabeným vstřebáváním vitamínu A řadíme tzv. folikulární keratózu – drsné hrbolky na kůži (zejména na vnitřní a vnější straně paží, na stehnech a bocích, zřídka i v obličejí) (RUJNER A KOL., 2010).

Tabulka č. 2: Rozdíl mezi alergií na lepek a celiakií (PROALERGIKY.CZ, 2017)

	Atopická („klasická“) alergie na lepek	Celiakie – imunitní nesnášenlivost lepku
Původ reakce	je zprostředkována protilátkami typu IgE* zaměřenými proti lepku	je zprostředkována zejména protilátkami typu IgA** a má autoimunitní charakter (imunitní systém při konzumaci lepku napadá tenké střevo)
Příznaky	svědění v ústech a krku, bolest žaludku, zvracení, průjem, nadýmání, rýma, dušnost, anafylaxe, kopřivka, ekzém aj.	průjem, nadýmání, poruchy vstřebávání živin, únava, neprospívání a poruchy růstu u dětí, zvýšená kazivost zubů, afty, chudokrevnost aj.
Nástup příznaků	rychlý: jednotky až desítky minut po konzumaci lepku	pomalý: hodiny až dny po konzumaci lepku
Kde se léčí	alergologie	Gastroenterologie
Diagnostika	krevní nebo kožní imunologické testy	různá vyšetření střev, různé krevní testy
Trvání	nemusí být celoživotní, někdy dokonce sama odeznívá častější v útlém dětství	je celoživotní nezávisí na věku
Vyléčitelnost	je možné vyvolat toleranci organismu vůči lepku, a to zejména pomocí alergenové vakcinace	zatím není známa možnost úplného odstranění nemoci

2. 2. 3 Duhringova herpetiformní dermatitida

Další projev vyvolaný nesnášenlivostí lepku je Duhringova dermatitida. Jedná se o kožní autoimunitní onemocnění (BASS, 2013). Diagnostika bývá často obtížná a pacient musí projít několika vyšetřeními. Projevuje se puchýřkatým ložiskovým postižením kůže, které může, ale nemusí být spojeno s průjmy (ROSE A KOL., 2009).

Průkaz spočívá v nálezů depozit specifických protilátek v poškozené kůži při odběru kožní tkáně (KOHOUT A KOL., 2010). Klinické symptomy celiakální sprue, včetně maloabsorce, jsou závislé na tíži glutensenzitivního zánětu střeva (ČERNÁ A KOL., 2011). I když je dermatitida poměrně časté onemocnění v bělošské populaci, je vzácná v asijských populacích, včetně Japonců (SHIBAHARA A KOL., 2002). Základní léčba spočívá v nasazení bezlepkové diety a současně i medikamentů s obsahem kortikoidních hormonů či antihistaminik (CAPRONI, 2009).

2.3 Potraviny vhodné a nevhodné pro celiakii

Mezi potraviny vhodné pro celiaky můžeme zařadit pseudocereálie (pohanku, amarant, proso), kukuřici, rýži a luštěniny. Nevhodné pro výživu jsou obiloviny a výrobky z mouky (pečivo, sladkosti, těstoviny) (DOSTÁLOVÁ, 2011).

Aditiva

Potravinová aditiva neboli přídatné látky jsou přidávány k potravinám z důvodu obarvení, konzervace, želatinizace, oslazení atd. (KOHOUT A KOL., 2010). Konzumace přídatných látek lze považovat za minimální riziko vzhledem k množství, v jakém jsou v potravinách. Přesto vyhláška č. 113/2005 nařizuje, pokud potravina obsahuje takovou látku z řady 1400 – 1450, kdy se jedná o škroby, musí být na obale uveden původ rostlinného škrobu (BASS, 2013).

Pokud se jedná o škrob, který pochází z rostliny, která lepek neobsahuje, na obalu může být uvedeno pouze „škrob“ bez udání původu. Za bezpečnou můžeme považovat aditiva E 100 – E 1521 (NEVORAL, 2003).

Přídatné látky a aroma mohou být také vyrobeny z lepku. Jako příklad lze uvést přídatné látky patřící mezi tzv. modifikované škroby (E 1404, E 1410, E 1412, E 1413, E 1414, E 1420, E 1422, E 1440, E 1442, E 1450, E 1451). V případě, že byly vyrobeny z pšeničného škrobu, musí být ve složení uvedeno např.: E 1402 (z pšenice) (PAVELKOVÁ A KOL., 2012).

Vitaminy a minerální látky

Důležité je dbát na dostatečný příjem kyseliny listové, železa a vitamínu B₁₂ v jiné formě, čímž se zabrání vzniku anémie. Tyto živiny lze tělu zajistit následujícími způsoby:

- Denně užívat multivitaminové doplňky
- Jíst bezpečné celozrnné potraviny – obsah celozrnné složky nejméně 51 procent, ideálně 100 procent.
- Zařazovat do jídelníčku potraviny, které jsou na tyto živiny přirozeně bohaté (DUPIN, 2013).

Vláknina

Přírodní vláknina tvoří nestravitelnou složku rostlinných potravin. Prospívá našemu zdraví v mnoha směrech. Rozlišujeme dva druhy vlákniny - nerozpustnou a

rozpustnou. Nerozpustná vláknina se v těle nerozpouští a prochází neporušená, a tím čistí zažívací trakt. Rozpustná vláknina nasává vodu a vytváří hmotu připomínající želé. V tenkém střevě reguluje trávení a vstřebávání sacharidů, absorpci tuků a prodlužuje pocit sytosti (POZLER, 2009).

Doporučení americké organizace Institute of Medicine of the National Academies zní, že muži do padesáti let by měli konzumovat denně nejméně 38 gramů vlákniny, muži nad padesát let nejméně 30 gramů. U žen do padesáti let nejméně 25 gramů denně, nad padesát let nejméně 20 gramů (DUPIN, 2013).

Doporučuje se kupovat a připravovat pečivo z celozrnné bezlepkové mouky s vysokým obsahem vlákniny. Tato mouka se vyrábí například z hnědé rýže, quino, ovsa, cizrny, mandlí a kokosu (ALI, 2015).

Existuje celá řada obilnin, které neobsahují lepek, ale mají vysoký obsah vlákniny. Následující seznam obsahuje bezlepkové obilniny, které se mohou jíst celé nebo používat v podobě mouky:

- pohanka
- amarant
- proso
- čirok
- kukuřice
- oves (označený jako bezlepkový)
- hněda, divoká rýže
- quinoa (DUPIN, 2013).

2.4 Bezlepkové suroviny

Každý běžný pekařský výrobek z obvyklých druhů mouk obsahuje lepek, proto musí lidé s bezlepkovou dietou tyto potraviny vyloučit ze svého jídelníčku. Přírodně bezlepkové potraviny jsou složeny nebo vyrobeny pouze ze surovin, které neobsahují žádné složky z pšenice (všech jejích druhů), ječmene, žita, ovsa a jejich křížených odrůd; hodnota gliadinu ve finální potravíně není vyšší než 1 mg/ 100 g sušiny (GABROVSKÁ A KOL., 2006).

Existuje velká škála surovin bez lepku, které jsou použitelné v pekařském řemesle, je obtížné s nimi technologicky pracovat, ale i získat certifikát o bezlepkovosti. Přesto lze nakoupit semena nebo mouky z plodin, které neobsahují žádnou bílkovinnou frakci. Je to proso, rýže, brambory, kukuřice, pohanka, amarant. Tyto ingredience jsou velmi pečlivě seskládané do kompozic tak, aby se vzájemně doplňovaly ve svých vlastnostech v procesu zrání těsta, kynutí a pečení. Složení směsí bývá rozsáhlé, obvykle se v nich vyskytují tyto suroviny: kukuřičný škrob, bramborový škrob, modifikované škroby, rýžová mouka, sójové bílkoviny (NOVÁKOVÁ, 2015).

2. 4. 1 Pohanka obecná

Charakteristika

Pohanka (*Fagopyrum esculentum*) patří k nejmladším plodinám v Evropě. Dostala se sem ve středověku z původní oblasti Číny. Její pěstování začalo upadat až v 18. století, což souviselo se změnou stravovacích zvyklostí.

Pohanka je rostlinou teplomilnou, dvouděložnou a je potenciálně vhodným komponentem pro zdravé a funkční potraviny. Má vysokou nutriční hodnotu a průkazné pozitivní účinky na zdraví lidí (PRUGAR A KOL., 2008). Tato plodina potlačuje karcinogenezi tlustého střeva, snižuje hladinu krevního cholesterolu a působí proti vysokému krevnímu tlaku (TOMOTAKE A KOL., 2002).

V poslední době zájem o pohanku prudce vzrůstá. Jak mezi vegetariány, vegany, ale především u lidí s celiakií. Pohanka se používá loupaná a pražená do polévek nebo k přípravě lívanečků.

U nás se s pohankou setkáváme sporadicky, protože byla, až na lokality na Valašsku, zcela vytlačena z jídelníčku. V této době se stále více objevuje na českém trhu pohankové pečivo a chléb (IREKS ENZYMA, 2016).

Chemické složení

Bílkoviny, sacharidy, tuky a vláknina se nacházejí v pohankové kroupě ve vhodném poměru. Pohanka je ceněna jako zdroj specificky účinných látek. Chemické složení se mění vlivem růstových podmínek v jednotlivých letech (MOUDRÝ, 2005).

Obsah bílkovin se v nažce pohybuje kolem 12 %. Pohanka má ve srovnání s běžnými obilovinami téměř optimální zastoupení esenciálních aminokyselin zejména lysinu, threoninu, tryptofanu (PRUGAR A KOL., 2008).

Tato plodina je považována za vhodnou potravinu pro bezlepkovou dietu, protože mouka neobsahuje prolaminu toxickou pro celiakické pacienty (RADOVIC A KOL., 1999).

Škrob tvoří asi 55 % hmotnosti nažky, jeho vlastnosti určují konzistenci a chuť pohankových produktů (PRUGAR A KOL., 2008). Fagopyritoly tvoří asi 40 % celkových rozpustných sacharidů. Jsou obsaženy v zárodku a aleuronové vrstvě (STEADMAN A KOL., 2000).

Tuk se nachází především v embryu a endospermu, pohybuje se mezi 1,5 – 3,7 % (MICHALOVÁ A KOL., 1996). Z toho 81 – 85 % jsou tuky neutrální, 8 – 11 %

fosfolipidy a 3 – 5 % glykolipidy. Hlavní kyselinou je kyselina palmitová a linoleová (MAZZA A KOL., 1999).

Celkový obsah minerálních látek je v průměru 2 – 2,5 %. Z toho je jich asi 50 % v klíčku a významný podíl i ve slupce (MICHALOVÁ A KOL., 1996).

Vitaminy jsou zastoupeny především vitaminy B1, B2, B3, B6, E (GABROVSKÁ A KOL., 2006).

Flavonoidy jsou hlavní skupinou přírodních antioxidantů v pohance. Dominantním je rutin, ten je antioxidantem kyseliny askorbové, chrání před patologickými změnami v plicích při diabetes a snižuje obsah cholesterolu. Rutin má významné účinky na lidský organismus. Snižuje křehkost krevních kapilár (MOUDRÝ, 2005). Nažka obsahuje i antinutriční látky, inhibitory proteas a taniny. Vysoký podíl taninů snižuje stravitelnost bílkovin v různých pohankových produktech (STEADMAN A KOL., 2001).

Tabulka č. 3: Porovnání minerálů v pšeničné a pohankové mouce (AUFHAMMER A KOL., 2000)

Prvek	Pšeničná mouka	Pohanková mouka
P (%)	0,19	0,10
K (%)	0,15	0,15
Ca (%)	0,001	0,001
Mg (ppm)	0,03	0,09
Cu (ppm)	3,9	8,10
Fe (ppm)	38,0	67,0
Mn (ppm)	6,0	5,0
Zn (ppm)	35,0	34,0

Využití produktu

Pohanka se využívá pro tyto směry:

- konvenční a dietní potravina
- léčivá rostlina
- meziplodina
- krmivo

Pohanka nachází hlavní uplatnění v lidské výživě. Výkup zrna z ekologické produkce se řídí ON 461261, vlhkost do 14 %, příměsi do 5 % a nečistoty do 1 %. Před použitím v kulinářství je třeba loupáním oddělit tmavé tvrdé oplodí od endospermu (MICHALOVÁ A KOL., 2002).

Výrobky z pohanky

Na našem trhu jsou k dostání tyto výrobky:

- mouka
- vločky
- čaje
- směsi
- těstoviny
- sušenky (PRUGAR A KOL., 2008).

2. 4. 2 Laskavec – amarant

Charakteristika

Amarant v českých zemích známý spíše pod názvem laskavec. Stejně jako například pohanka se amarant řadí mezi pseudoobiloviny. Jeho semena se upravují stejně jako obilná a finálním produktem je amarantová mouka (JELÍNEK, 2005). Amarant je nově rozšiřován v České republice, kde se ověřuje jako potravina vhodná pro bezlepkovou výživu (VALÍČEK A KOL., 2002).

Chemické složení

V amarantovém zrně se nachází 16 - 18 % bílkovin. Nejvíce se nacházejí v klíčku a slupce (HERZIG A KOL., 2007). Bílkovinné frakce se skládají z 56 % albuminů a globulinů, 3,3 % protaminů a 22 % glutelinů. Tato plodina obsahuje nízkou

hodnotu prolaminů a gliadinů, proto je vhodná pro výživu lidí s celiakií (GAJDOŠOVÁ A KOL., 2004). Albuminy mají dobrou pěnicí schopnost, tudíž mohou být použity ke šlehání (BERGHOFER A KOL., 2006). Bílkoviny amarantu mají vyšší obsah esenciálních aminokyselin než klasické obiloviny. Například obsahuje aminokyseliny valin, leucin, izoleucin, treonin, lysin, tryptofan, které si tělo nedokáže samo syntetizovat (JELÍNEK, 2005).

Výživová hodnota je velmi dobrá. Stravitelnost po uvaření zvyšuje hodnotu až na 90 %. Při smíchání amarantové a kukuřičné mouky dojde k vyrovnání esenciálních aminokyselin. Amarant má oproti kukuřici vyšší obsah lysinu a tryptofanu, naopak kukuřice vyšší obsah leucinu, který amarantu schází (HERZIG A KOL., 2007).

V zrně se nachází 64,5 % sacharidů převážně polysacharidů. Amylopektin je hlavní technologickou vlastností mouky. Obsah tuků v amarantu je 6,7 %. Jsou v něm obsaženy kvalitní mastné kyseliny. Největší podíl tvoří nenasycené kyseliny linolová, olejová. Pozoruhodný je obsah vitamínu C, který se u běžných obilovin nevyskytuje. Obsah dalších vitamínů je vyrovnaný (ZADÁK A KOL., 2011).

Možnost využití pro bezlepkovou dietu při onemocnění celiakií byl ověřen ELISA testem. Obsah lepku se pohyboval od 2,4 do 8,4 mg na 100 g sušiny. Nepatrné rozdíly byly mezi odrůdami, ale limit 10 mg/100 g sušiny nebyl překročen (PRUGAR A KOL., 2008).

Tabulka č. 4: Chemické složení amarantu, merlíku a pohanky ve srovnání s pšenicí (BENDA A KOL., 2000).

Složka	Amarant (%hm./sušina)	Merlík (%hm./sušina)	Pohanka (%hm./sušina)	Pšenice (%hm./sušina)
Bílkoviny	16,5	14,5	12,5	11,7
Tuky	5,7	5,2	2,1	2,0
Škrob	61,4	64,2	58,9	61,0
Vláknina	20,6	14,2	29,5	2,0

Amarant v potravinách

Z amarantu se vyrábí především celozrnná mouka, případně vločky, které se dají dále zpracovávat při pečení a výrobě pekařských nebo cukrářských výrobků

vhodných nejen pro celiaky. Velmi vyhledávané jsou amarantové těstoviny. Dále se mohou vyrábět potravinové doplňky jako například čaj, olej či jiné extrakty (VAVREINOVÁ A KOL., 2012).

2. 4. 3 Proso

Charakteristika

Proso (*Panicum miliaceum L.*) patří k nejstarším obilninovým druhům využívaným člověkem. Podle údajů FAO je z celkové světové produkce více než 20 mil. tun využíváno pro lidskou potřebu a zbývající část (cca 11 mil. tun) pro jiné účely (MICHALOVÁ A KOL., 1996). Po roce 1989 došlo k opětovnému pěstování prosa společně s dalšími pseudocereáliemi kvůli poptávce po zdravé výživě (PRUGAR A KOL., 2008). Hlavním výrobkem mlýnského zpracování prosa jsou jáhly, dále pak mouka, pokrutiny a prach (MOUDRÝ, 2005). Z jáhel lze uvařit až třináct velmi chutných pokrmů (MICHALOVÁ A KOL., 2001). Výrobky z prosa jsou oblíbené mezi celiaky a alergiky.

Výrobky z jáhel

Kromě sypaných jáhel je na trhu možné sehnat i různé další výrobky.

Další výrobky:

- müsli
- křupky
- vločky
- směsi na pečení
- sušenky (PETR A KOL., 1997).

Chemické složení

Proso obsahuje 68 – 76 % škrobu. Má vysokou vaznost vody. Obsahuje kolem 0,04 – 0,12 % cukru (PRUGAR A KOL., 2008). Bílkoviny se pohybují okolo 10 – 14 %, starší údaje uvádějí kolem 10 – 11 %. Obsah tuku v prosu je 4 % (MOUDRÝ, 2005). Bylo zjištěno, že u šesti odrůd prosa byl obsah tuku 4,3 % (MICHALOVÁ A KOL., 1996).

Tabulka č. 5: Chemické složení prosa v % dle různých autorů (MOUDRÝ, 2005).

Autor	Bílkoviny	Tuk	Vláknina	Popel
Kalinová, 2002	13,1	4,0	9,9	3,0
Sokolov, 1948	12,9	3,8	7,0	2,4
Oelke et. al., 1990	12,0	4,0	8,0	
FAO, 1995	13,4	6,7	6,3	4,2
Michalová, 1996	10 - 11	3,7 – 4,6	9 – 11	

Jáhly obsahují významné esenciální prvky, jako jsou fosfor, draslík, vápník, sodík, hořčík, železo, měď a zinek (PRUGAR A KOL., 2008). Proso je významným zdrojem vitamínu B, kromě vitamínu B12. Je obsažen v aleuronové vrstvě (DENDY, 1995).

2.5 Označování potravin

Od 1. ledna 2012 vstoupilo v platnost nařízení (ES) č. 41/2009 ze dne 20. ledna 2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku, které stanovuje jednotná evropská pravidla na složení a označování potravin z hlediska obsahu lepku. Výše uvedené nařízení v podstatě nahrazuje předchozí národní požadavky stanovené vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 54/2004 Sb. o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití (část 7 vyhl. č. 54/2004 Sb. – (VYHLÁŠKA Č. 54/2004 Sb., 2004).

Nařízení (ES) č. 41/2009 stanovuje rozdílné požadavky pro:

- potraviny pro zvláštní výživu určené pro osoby s nesnášenlivostí lepku
- potraviny určené pro běžnou spotřebu a potraviny pro zvláštní výživu, které nejsou určeny pro osoby s nesnášenlivostí lepku.

Různé osoby s nesnášenlivostí lepku mohou snášet různě malá množství lepku. Cílem nařízení je proto umožnit nabídku výrobků s různě nízkým obsahem lepku tak, aby spotřebitelé na trhu našli potraviny odpovídající jejich potřebám a míře citlivosti.

Nařízení (ES) č. 41/2009 proto vymezuje 2 základní kategorie potravin pro zvláštní výživu vhodné pro osoby s nesnášenlivostí lepku, na které se vztahují odlišné požadavky na obsah i označování lepku:

- potraviny označené údajem „BEZ LEPKU“: Obsah lepku může být nejvýše 20 mg/kg,
- potraviny označená údajem „VELMI NÍZKÝ OBSAH LEPKU“: Obsah lepku může být nejvýše 100 mg/kg (ADÁMKOVÁ, 2010).

Označení „BEZ LEPKU“ mají takové potraviny, které mohou obsahovat gluten v malém množství do 20 mg na kilogram již v hotovém stavu. V tomto stavu se mohou prodávat konečnému spotřebiteli. Toto označení je primárně určeno pro potraviny, které neobsahují pšenici, žito, ječmen anebo jejich křížence. Tyto plodiny jsou proto nahrazeny přirozeně bezlepkovými surovinami.

Potraviny označené nápisem „VELMI NÍZKÝ OBSAH LEPKU“ jsou takové potraviny, které obsahují gluten nejvýše do 100 miligramů na kilogram. Zde došlo ke snížení obsahu lepku technologickou úpravou (DUPIN, 2013).

Nutriční údaje jsou informací pro spotřebitele o energetické hodnotě a určitých živinách obsažených v potravinách. Dělí se na údaje povinné a dobrovolné. Vyjadřují se v hmotnostních jednotkách ve 100 g nebo 100 ml potraviny. Mohou se také uvádět v hmotnostních jednotkách na 1 porci. Mezi povinné nutriční údaje řadíme energetickou hodnotu, obsah tuku, nasycených mastných kyselin, sacharidů s uvedením cukrů, bílkovin a sodíku (VELÍŠEK A KOL., 2009).

Logo přeškrtnutého klasu

Symbol přeškrtnutého klasu byl původně registrován společností Coeliac UK (tj. sdružením britských celiaků). Členové této společnosti přišli s myšlenkou vytvořit Evropskou asociaci celiaků. Česká republika vstoupila do této asociace v roce 1990. Sdružení celiaků ČR, jakožto vlastník registrovaných ochranných známek, může poskytnout licenci k užívání předmětných ochranných známek jiným subjektům. Souhlas s takovým užíváním však může být udělen pouze tehdy, pokud výrobky obsahují max. 20 mg lepku na 1 kg (RUJNER A KOL., 2010).

Výrobce je povinen v pravidelných intervalech předkládat atesty předepsanou metodou. První z nich je sendvičová ELISA pro přírodní a tepelně

opracované potraviny a druhou je R5 kompetitivní ELISA pro hydrolyzované produkty (metoda zachycující všechny škodlivé prolaminy) (MAŠKOVÁ A KOL., 2011).

Státní veterinární ústav v Jihlavě jako jediný v ČR splňuje podmínky AOECs pro analýzy bezpečkových potravin a může tyto testy provádět pro licencované výrobky (DUPIN, 2013). Systém se setkává s neochotou platit licenční poplatky a provádět atesty. Z tohoto důvodu si každý výrobce bezpečkových produktů používá značení dle vlastního výběru (BASS, 2013).



Obrázek č. 1 – Logo přeškrtnutého klasu (DUPIN, 2013).

Označení registrovanou ochrannou známkou spočívající v symbolu přeškrtnutého klasu má usnadnit rozhodování při nákupu. Tímto symbolem označený výrobek splňuje kritéria zdravotní nezávadnosti pro osoby trpící celiakií (BASS, 2013).

2. 6 Výroba bezpečkového sortimentu

Pro výrobu bezpečkových potravin platí následující pravidla:

1. V prostorách, kde chceme vyrábět bezpečkový sortiment, nesmí dojít ke kontaktu se surovinami, které obsahují lepek. Doporučují se vyrábět zcela odděleně.
2. Pokud nemáme dostatek prostoru, tak je důležitá separace bezpečkových výrobků alespoň v čase. Před zahájením výroby je nezbytné důkladně očistit pracovní plochu a zařízení. Nejdříve se vyrábí bezpečkový sortiment a až poté sortiment s lepekem.

3. K výrobě těst je doporučeno používat prověřené 100 % směsi, tím se zabrání kontaminaci jednotlivých složek do receptury těsta.
4. Další přísady jako olej, sůl, droždí a voda musí být skladovány a používány odděleně od výroby pečiva obsahují lepek.
5. Doporučuje se používat samostatnou pec, protože i malé zbytky mouky mohou obsahovat značné množství lepku.
6. Ani po upečení nesmí dojít ke kontaminaci, po upečení se doporučuje chladit výrobky v oddělených prostorách. Stejně tak i balení, skladování a prodej (NOVÁKOVÁ, 2015).

2.7 Suroviny pro výrobu bezlepkového pečiva

Mouka

Mouka musí splňovat požadavky. V dnešní době známe celou řadu bezlepkových mouk například pohanková mouka, kukuřičná mouka, rýžová mouka, jahelná mouka.

Voda

Optimální teplota pitné vody je 8 – 12 °C. Vodou o vypočtené teplotě můžeme regulovat potřebnou teplotu těsta. Je výborným akumulátorem tepla. Základní účel vody je ten, že spojuje, hydratuje suroviny, spolu s moukou tvoří těsto. Maximální pH vody 8 (DOSTÁL A KOL., 2013).

Droždí

Pekařské droždí (kvasnice) jsou základní surovinou – jsou živé, heterotrofní, eukaryotní vylišované vyšlechtěné kvasinky rodu *Saccharomyces cerevisce Hansen* patřící do říše hub. Ovlivňuje chuť a strukturu pečiva a podílí se na výživové hodnotě. Při procesu hnětení těsta přítomností kyslíku počíná proces fermentace. Nejvhodnější teplota pro množení kvasinek je 38 °C (DOSTÁL A KOL., 2013).

Sůl

Jedlá sůl je definována jako krystalický produkt obsahující nejméně 97 % chloridu sodného v sušině, případně obohacená potravním doplňkem (jódem, jódem s fluoridem) (KUČEROVÁ, 2004).

Sůl těsto ochutí, zaktivuje bílkoviny v těstě a sníží vaznost vody (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.8 Potraviny nahrazující lepek

Lepek tvoří kostru chleba a pečiva, bez něj jsou výrobky ploché, nedrží tvar, a mají malý objem. Hlavní obtíže souvisejí s nedostatkem viskoelasticity, a navíc bezlepkové obiloviny nejsou schopny udržet oxid uhličitý uvolňovaný při kynutí. Enzymy jsou velmi užitečné jako pomocné látky nebo přídavky na pečení chleba (RAY A KOL., 1997).

Musí se proto nahradit jinými surovinami a technologické postupy podstatně upravit. Používá se proto odlišné strojní vybavení z důvodu, že těsto je gumovité, lepkivé, málo pružné a obtížně se tvaruje. Nelze vyrobit zcela totožné tvary pečiva, a proto se používají formy. Ve formách se mohou připravovat bulky, večky, bagety a chleby. Bezlepkový chléb připomíná světlou věku, receptura postrádá složky, které by chlebu dodávaly jeho typický charakter, chuť a vůni – jsou to slady a kvasy. Tyto složky zatím v bezlepkové formě nejsou (NOVÁKOVÁ, 2015).

Chia semínko

Chia je jednoletá bylina, která patří do čeledi Lamiaceae. Je původem z jižního Mexika. Chia semeno je široce používáno v mnoha zemích kvůli jeho masivnímu nutričnímu a terapeutickému potenciálu (FERNANDEZ A KOL., 2008). Chia semeno obsahuje nejvyšší podíl α -linolenové kyseliny (AYERZA A KOL., 2004).

Toto semeno má významnou roli v prevenci a léčbě chronických onemocnění, jako jsou vysoký krevní tlak, ischemická srdeční choroba, diabetes a rakovina (FERNANDEZ A KOL., 2008). Obsahuje přírodní a syntetické antioxidanty, které mohou zvýšit trvanlivost potravin zpomalením oxidací lipidů. Syntetické antioxidanty mají široké použití jako potravinářské přídatné látky (IQBAL A KOL., 2007).

Pečivo ztverdne pomaleji díky vyššímu zadržování vody (COELHO A KOL., 2015). Hydrofilní vlastnosti chia semínek umožňují vytvořit jemný a lehce stravitelný gel, který v těle významně snižuje hladinu krevního cukru. Dokážou na sebe vázat vodu, a to tak silně, že zvětší svůj objem až dvanáctkrát (PAWLOSKY A KOL., 2015).

Chia semeno obsahuje mezi 34 a 40 g vlákniny na 100 g, což odpovídá 100 % denní doporučené dávky pro dospělého jedince. Obsahuje 20 % bílkovin. Obsahuje velké množství vitaminů, především C a E (SKOV A KOL., 1999).

Pečivo ztvdne pomaleji díky vyššímu zadržování vody (COELHO A KOL., 2015). Hydrofilní vlastnosti chia semínek umožňují vytvořit jemný a lehce stravitelný gel, který v těle významně snižuje hladinu krevního cukru. Dokážou na sebe vázat vodu, a to tak silně, že zvětší svůj objem až dvanáctkrát (PAWLOSKY A KOL., 2015).

Chia semeno obsahuje mezi 34 a 40 g vlákniny na 100 g, což odpovídá 100 % denní doporučené dávky pro dospělého jedince. Obsahuje 20 % bílkovin. Obsahuje velké množství vitaminů, především C a E (SKOV A KOL., 1999).

Je zdrojem Omega-3 mastných kyselin, které příznivě působí na kardiovaskulární systém. Omega-3 mastné kyseliny jsou tvořeny ze tří esenciálních mastných kyselin: alfa-linolenové kyseliny, kyseliny eikosapentaenové a kyseliny dokosaheptaenové (PAWLOSKY A KOL., 2015). Omega – 6 mastné kyseliny se skládají z kyseliny linolové a kyseliny arachidonové. V průměru obsahuje asi 64 % omega – 3 mastných kyselin a 19 % omega – 6 mastných kyselin (ALI A KOL., 2012).

To je v rostlinném světě naprosto unikátní obsah těchto esenciálních mastných kyselin. Mezi další zdraví prospěšné látky obsažené v chia semínkách, které nelze opomenout, se řadí vápník, železo, zinek, draslík, magnesium a fosfor. Jedná se o komplexní potravinu, která lidskému tělu dodává velké množství energie včetně skvělé skladby lipidů, vlákniny, vitaminů a minerálních látek (POUDYAL A KOL., 2012).

Pro lepší představu unikátního složení lze využít jednoduchého srovnání: chia semínka obsahují více vlákniny než ovesné vločky, více antioxidantů než čerstvé borůvky, více bílkovin, vlákniny a vápníku než lněná semínka, více vápníku než mléko, a dokonce více nenasycených mastných kyselin než losos. Pro svoje vlastnosti a nutriční hodnoty jsou velkým pomocníkem při redukčních dietách či při dlouhodobé rekonvalescenci. Jsou vhodné pro sportovce, lidi s vysokou fyzickou či psychickou zátěží, diabetiky, vegetariány, děti ve vývinu či seniory (MANY A KOL., 2016).

Chia semínka nejsou tvrdá na skus, takže není nutné je jakkoli drtit, a nikterak neovlivňují chuť ani vůni pokrmů. Tím se stávají velmi variabilní součástí

potravin či nápojů. Výborné jsou při přípravě pečiva, ideálně do chleba. Poutáním vody umožňují vpravit do těsta její větší množství a po upečení prodlužují vláčnost střídy. Jsou ideální složkou vícezrnných a speciálních druhů chleba a pečiva (IREKS ENZYMA, 2016).

Tabulka č. 6: Výživové údaje ve 100 g chia semínek (CHIA-SEMINKA.CZ, 2016).

Bílkoviny	21,2 g
Sacharidy	37,5 g
Tuky	31,4 g (z toho 20,36 g omega -3 mastných kyselin)
Vláknina	33,7 g
Sůl	0,01 g
Energetická hodnota	2194 kJ / 524 kcal

V dnešní době již existuje i chia mouka. Jsou to 100 % mleté výlisky ze semen chia. Mouka je vhodná pro studenou kuchyni i pro tepelné zpracování. Ve studené kuchyni je to výroba smoothie. U tepelného zpracování slané i sladké pečení a na kypření těsta. Chia mouka výborně váže vodu, takže obzvlášť při bezpečném pečení je vynikajícím pomocníkem. Ovšem v jakémkoli receptu je možné nahradit nejvýše 10 % běžné mouky chia moukou a významně tak zlepšit pekařské vlastnosti (SIFUENTES-NIEVES A KOL., 2015).

Tabulka č. 7: Výživové údaje na 100 g (ADVENI.CZ, 2017).

Bílkoviny	31 g
Sacharidy	13 g
z toho cukry	< 0,5 g
Tuky	8,5 g
z toho nasycené mastné kyseliny	6,0 g
Sůl	0 g
Energetická hodnota	1320 kJ / 316 kcal

Lněné semínko

Lněné semínko obsahuje mnoho prospěšných látek – Omega 3 a Omega 6 mastné kyseliny, lecitin, niacin, vitamin E a flavonoidy. Před konzumací je nutné semínka nadrtit nebo namlít, celá semena nejsou stravitelná. Pokud nedojde k namletí, neuvolní se uvnitř obsažené látky (WITCZAK A KOL., 2016).

Dýňová semínka

Semínka jsou bohatým zdrojem fytoosterolů, zinku. Tato semena jsou stále častější a oblíbenější přísadou do různých druhů pečiv, obsahují 45 – 50 % oleje, který je hodnotný díky svému složení. Obsahuje esenciální mastné kyseliny skupin n – 3 a n – 6 (IREKS ENZYMA, 2016).

Xantan

Získává se fermentací. Je to polysacharid přírodního původu. Používá se jako zahušřovadlo a stabilizátor. V těstě nahrazuje lepek, přispívá ke zpevnění struktury těsta, zvyšuje jeho elasticitu, má také schopnost vázat vodu z receptury. Xantanová guma pomáhá zlepšovat kvalitu těsta. Běžně se přidává do bezlepkových pekařských výrobků v zahraničí. Konečnému výrobku dodává křehkost a zlepšuje trvanlivost a vláčnost (BÁLINTOVÁ A KOL., 2004).

2.9 Bezlepkové směsi na trhu

Na trhu s bezlepkovým pečivem se nachází několik společností, které se zabývají výrobou takovýchto směsí. Tyto směsi jsou použitelné pro velké i malé firmy zabývající se výrobou bezlepkových výrobků.

Ireks Enzyma

Tato společnost nabízí pekárnám po celém světě široký sortiment bezlepkových surovin, včetně informací, jak zajistit bezpečnou bezlepkovou výrobu. Například směsi na výrobu chlebů (se semeny olejnatých rostlin, pohankový, ovesný), na jemné pečivo, toastový chléb. Pro představu uvádím výživové hodnoty pro bezlepkovou směs na chléb bohatý na vlákninu.

Tabulka č. 8: Výživové hodnoty na 100 g hotového chleba (IREKS ENZYMA, 2016).

Energetická hodnota	927 kJ (220 kcal)
Tuky	2,9 g
z toho nasycené mastné kyseliny	0,5 g
Sacharidy	39,2 g
z toho cukry	3,0 g
Vláknina	6,8 g
Bílkoviny	5,8 g
Sůl	1,38 g

Nominal

Firma vyrábí čtyři jedinečné směsi, do kterých se podle chuti mohou přidat sezamová či dýňová semínka. Směsi jsou bohaté na vlákninu. Jsou to směsi na lněný, sójový, rustikální a pohankový chléb. Dále připravují směsi pro cereální kaše, směsi na těsta (bramborové, jáhlové) (NOMINAL.CZ, 2017).

Tabulka č. 9: Bezlepková směs na chléb s lněnou vlákninou (NOMINAL.CZ, 2017).

Složení	deproteinovaný pšeničný škrob, jáhlová mouka, lupinová mouka, bramborové vločky, lněná vláknina, cukr, sůl, zahušťovadlo guma guar, cukr, sůl, chlebové koření
---------	--

Alimpek

Společnost se zabývá výrobou směsí řady PROCELIA. Jsou vhodné pro výživu lidí s intolerancí na mléko, vejce a řepný cukr. Tyto směsi jsou určeny pro domácí pečení v troubě nebo i v domácích pekárnách. Nabízejí směsi pro výrobu chleba a perníku (ALIMPEK.CZ, 2017).

Tabulka č. 10: Univerzální směs pro výrobu chleba (ALIMPEK.CZ, 2017).

Složení	kukuřičný škrob, sójová mouka, sůl, glukóza, instantní droždí, guarová mouka, lecitin, kypřidla, deproteinovaný pšeničný škrob
---------	--

Jizerka

Jizerská pekárna Lípa se zabývá vývojem a výrobou bezlepkového pečiva již od roku 1994. Jizerka nabízí směsi na pečení chlebů (světlý, tmavý, slunečnicový), dále na výrobu pizzy a knedlíků (JIPEK.CZ, 2017).

Tabulka č. 11: Směs na slunečnicový chléb bez lepku (JIPEK.CZ, 2017).

Složení	kukuřičný škrob, bramborový škrob, modifikovaný škrob, kukuřičný (oxid siřičitý), lupinová mouka, modifikovaný škrob, maniokový, dextróza, zahušťovadlo guma guar, emulgátor sójový lecitin, kyselina askorbová a citrónová, deproteinovaný škrob pšeničný, jablečná vláknina, slunečnicové semínko, sůl
---------	--

2. 10 Senzorická analýza

Potravu hodnotil člověk svými smysly již od nepaměti a jistě tak činili i jeho předkové. V dávné minulosti ovšem hlavní význam sensorického posouzení potravin spočíval v získání informace, zda je potravinu výživná, a tedy vhodná ke konzumu, zda není zkažená nebo zda neobsahuje toxické látky.

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

K hlavním metodám sensorické analýzy patří:

- metody rozdílové, rozlišovací
- metody pořadové
- hodnocení srovnáním se standardem
- hodnocení s použitím stupnic
- poměrové metody

Výběr metody záleží do značné míry na charakteru úkolu, na počtu a na kvalitě hodnotitelů, kteří jsou právě k dispozici, na čase, který tomu můžeme věnovat.

Tabulka č. 12: Nejběžnější metody senzoričké analýzy (POKORNÝ A KOL., 1998).

Úkol	Vhodné metody
Stanovení existence rozdílů mezi vzorky	rozdílové zkoušky: párová, duo – trio, trojúhelníková, tetradová, jednostimulová, dvoustimulová metoda
Stanovení velikosti rozdílů	rozdílové zkoušky stupnicové metody
Stanovení preferencí	rozdílové zkoušky stupnicové metody
Srovnání několika vzorků	pořadové zkoušky (preferenční nebo intenzitní)
Stanovení absolutní přijatelnosti a intensity	stupnicové metody, zřed'ovací metody
Stanovení charakteru vjemu	metody senzoričkého profilu metody volného popisu srovnání se sadou standardů

2. 10. 1 Vybavení laboratoře a podmínky analýzy

Místnost

Zkušební místnost pro senzoričkou analýzu musí být upravena tak, aby se vlivy co nejvíce eliminovaly. Místnost by se měla nacházet na klidném místě budovy. Neměla by obsahovat výzdobu, která by rozptylovala pozornost. Místnost by měla být chráněna před pachy, nejlépe filtračním zařízením. Důležité je, aby se optimalizovala teplota, vlhkost vzduchu, osvětlení a pohyb vzduchu, aby nedošlo k odvádění pozornosti od zkoumaného podnětu.

Tabulka č. 13: Optimální podmínky pro analýzu (POKORNÝ A KOL., 1998).

Optimalizovaný faktor	Optimální podmínky pro hodnocení
Hladina zvuku	kolem 40 dB, izolace dveří a oken
Teplota	21 – 23 °C
Vlhkost vzduchu	40 – 70 %
Pohyb vzduchu	klid, pouze o přestávkách
Pachy	ventilace, pachové filtry, nátěry
Zrakové vjemy	světle šedá nebo bílá barva, bez výzdoby

Hodnotitelé

Hodnotitelé jsou osoby s vyšší senzoricou sensibilitou a velmi dobrým metodickým vzděláním. Musí mít zdravé smyslové orgány a dobré senzoricke rozpoznávací schopnosti. Některé úkoly (např. zjištění preferencí) vyžadují velký soubor neškolených hodnotitelů. Komunikace s ostatními hodnotiteli by měla být během hodnocení co nejvíce omezena (NEUMANN A KOL., 1990).

Vlastní senzoricke hodnocení

Je důležité, aby byli hodnotitelé seznámeni s obecnými principy, ale také s konkrétní metodou a konkrétními vzorky. Vzorky je nutno podávat k analýze v dostatečném množství a správné teplotě. Každý vzorek je důležité poté zapít dostatečným množstvím vody a počkat asi 1 minutu a poté pokračovat v hodnocení dalších vzorků. Hodnocení by nemělo trvat déle než 3 hodiny. Posuzování vzorků by se mělo provádět v dopoledních hodinách mezi 9. a 11. hodinou a odpoledne mezi 14. a 16. hodinou (POKORNÝ A KOL., 1997).

2. 10. 2 Metody senzorickeho hodnocení

V kapitole jsou vybrány pouze některé z metod senzorickeho hodnocení.

Bodová zkouška

Bodová zkouška se řadí do kategorových stupnic vyhodnocování. Protože jde o vektory, je nutné stupnici orientovat popisným slovním hodnocením. Nejčastěji se bodová stupnice kombinuje s popisem, např. u hédonického hodnocení chuti (POKORNÝ A KOL., 1997).

Preferenční zkouška

Pořadová zkouška slouží nejčastěji k porovnávání více vzorků. Děláme jí nejčastěji tehdy, když máme porovnávat sensorický rozdíl většího počtu vzorků a když máme vzorky seřadit podle chuti, podle intenzity některých sensorických vlastností anebo podle oblíbenosti (NEUMANN A KOL., 1990).

Norma ČSN ISO 8587 popisuje metodu sensorického hodnocení s cílem uspořádání série zkoušených vzorků do pořadí. Tato metoda umožňuje hodnotit rozdíly mezi několika vzorky na základě intenzit jednoho deskriptoru, několika deskriptorů nebo celkového dojmu. Používá se ke zjištění, zda existují rozdíly.

Hodnotitel dostane najednou dva vzorky, které ve stanoveném pořadí zkouší, ale jeho úkolem není zjištění rozdílu, ale zjištění, který vzorek má lepší jakost, je chutnější. Párová preferenční zkouška patří k nejčastějším používaným jednoduchým a nenáročným zkouškám. Doporučuje se použití u nezkušených hodnotitelů. Při vyhodnocování výsledků se většinou u preferenčních zkoušek volí hladina pravděpodobnosti $P = 95 \%$. Vyšší hladina pravděpodobnosti nemá smysl (obvykle se pak nezískají průkazné závěry) (POKORNÝ A KOL., 1997).

Pro soubory větší než dva se nejčastěji používají pořadové zkoušky. Uspořádání a průběh pořadové zkoušky je normalizován v ČSN ISO 8587 (JEŽEK, 2014).

Trojúhelníková zkouška

Podstata této zkoušky spočívá v tom, že hodnotitel obdrží k posouzení řadu tří vzorků. Hodnotitel postupně ochutná vzorky v předloženém pořadí. Pokud chce, může ochutnání opakovat. Doporučuje se, aby byl hodnotitel nucen rozhodnout, i když nepozoruje žádné rozdíly.

U trojúhelníkové zkoušky může být kterýkoli ze tří vzorků odlišný, takže jsou tři možnosti odpovědí a s pravděpodobností $P = 33,3 \%$ lze ke správnému výsledku dojít náhodou. Tato zkouška je náročnější na paměť a na zkušenosti hodnotitele (POKORNÝ A KOL., 1997)

3 Cíl práce

Cílem této práce je navrhnout bezlepkovou směs, která bude splňovat sensorické a technologické vlastnosti bezlepkového pečiva. Pro zlepšení struktury a současně jako náhrada lepku bylo do těsta přidáno chia semínko a chia mouka. Obě složky by měly posílit jak strukturu pečiva, tak nutriční hodnotu. Další složky, které tvořily směs, byly jednodruhové mouky - pohanková, rýžová a kukuřičná. Předmětem práce bylo najít vhodnou kombinaci množství těchto mouk, vytvořit návrh receptury a provést sensorické vyhodnocení výsledných výrobků.

Pomocí vybraných metod byla posouzena preference vzorků, textura, vůně a chuť. Data byla zpracována pomocí vhodných matematicko – statistických metod.

4 Materiál a metody

Dnešní trh nabízí široké spektrum výrobků obsahující různé druhy mouk. Mezi nejčastěji užívané mouky se řadí pšeničná, žitná, které sice jsou pro lidský organismus prospěšné, ale lidé s celiakií tyto mouky nemohou konzumovat. Vzhledem k jejich zdravotnímu stavu nebo změně životního stylu. Kvůli tomu bylo navrženo tyto suroviny nahradit surovinami čistě bezpečnými. Pro vylepšení nutričních vlastností, struktury a také zajímavosti bylo použito chia semínko a také chia mouka.

Vzorky byly pečené se stejným obsahem pohankové, rýžové a kukuřičné mouky. Pro zlepšení nutričních vlastností, struktury a také zajímavosti bylo použito chia semínko a také chia mouka. Dále mezi suroviny pro přípravu patří droždí, sůl, voda, ocet. Z těchto surovin a jejich vhodnou kombinací byla navržena směs pro přípravu čistě bezpečného chleba.

Bezpečný chléb byl připraven v laboratoři Katedry kvality zemědělských produktů Jihočeské univerzity, v automatické malé pekárně, byly připraveny celkem dva typy vzorků. Zde se změnila pouze jedna složka – buď chia semínka nebo chia mouka. Celková hmotnost obou vzorků byla stejná.

Tyto upečené vzorky byly předloženy skupině hodnotitelů, kteří provedli senzorické hodnocení a výsledky zaznamenali do protokolů. Výsledná data byla zpracována v programech Microsoft Word 2013, Microsoft Excel 2013 a STATISTICA 12.

4.1 Použité suroviny

Veškeré suroviny byly nakoupeny v obchodní síti. Na výrobu byla použita pitná voda.

Pohanková mouka 500 g – výrobce PRO – BIO s. r. o.



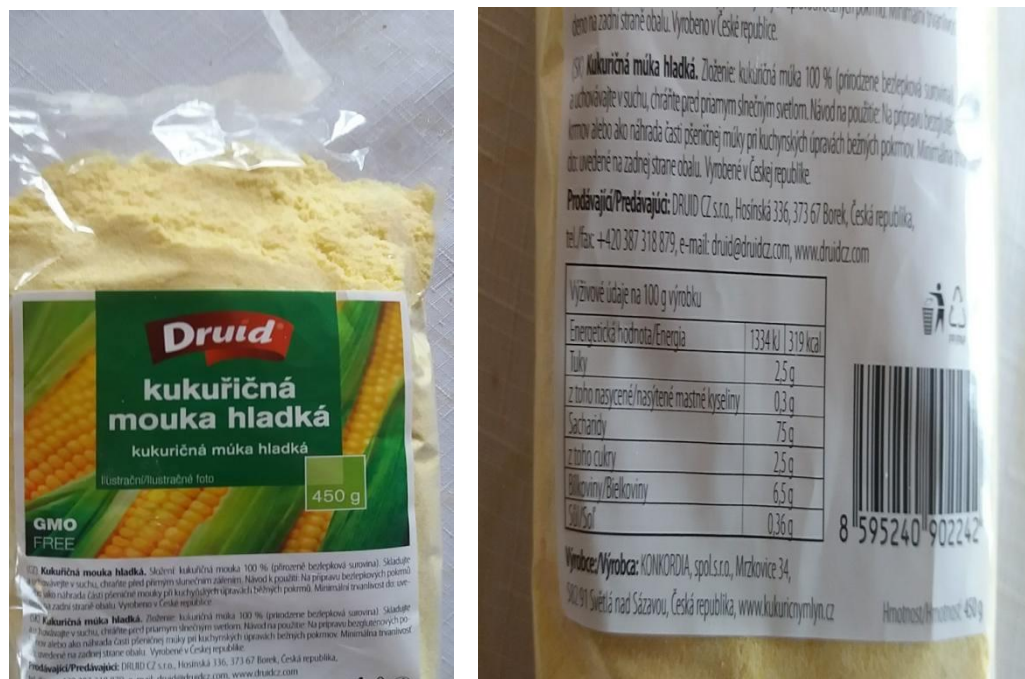
Obrázek č. 2: Pohanková mouka s výživovými údaji (Zdroj: autor)

Rýžová mouka 400 g – výrobce Country life s. r. o



Obrázek č. 3: Rýžová mouka s výživovými údaji (Zdroj: autor)

Kukuřičná mouka 450 g – výrobce Konkordia, spol. s. r. o.



Obrázek č. 4: Kukuřičná mouka hladká s výživovými údaji (Zdroj: autor)

Chia semínko 100 g – výrobce Country life s. r. o.



Obrázek č. 5: Chia semínka s výživovými údaji (Zdroj: autor)

Chia mouka 400 g – výrobce Wolfberry



Obrázek č. 6: Chia mouka s výživovými údaji (Zdroj: autor)

4.2 Pečicí pokus

K upečení vzorků byla použita automatická malá pekárna značky Eta Delicca. Obě směsi měly shodný postup přípravy, pouze se místo chia semínek v jednom vzorku změnil obsah na chia mouku ve vzorku druhém. Do domácí pekárny se nejdříve nalily všechny tekuté složky, jako je voda, olej, ocet a poté se přidaly sypké směsi - pohanková, rýžová, kukuřičná mouka. Další složku tvořily ve vodě nabobtnalá chia semínka, ve vzorku druhém chia mouka. Obsah jednotlivých složek bude uveden v tabulce. Po vložení všech složek byl na domácí pekárně zapnut bezlepkový pečicí program. Hnětení těsta trvalo 15 minut. Těsto se poté nechalo kynout dalších 30 minut. Po uplynutí této doby se chléb pekl 1 hodinu asi při 200 °C.



Obrázek č. 7: Domácí pekárna ETA Delicca model 7149 90000 (Zdroj: autor)

4. 2. 1 Receptury

Receptura pro vzorek A, kde jsou zastoupeny mouky a chia semínka a ostatní složky.

Tabulka č. 14: Zvolená receptura pro vzorek A (Zdroj: autor)

Chléb	Pohanková mouka (g)	Rýžová mouka (g)	Kukuřičná mouka (g)	Chia semínka (g)	Voda (ml)	Droždí (g)	Sůl (g)
A	225	75	75	20	340	23	11

Ve vzorku B se změnil obsah chia semínek na chia mouku, která se zde bude nacházet ve stejném poměru.

Tabulka č. 15: Zvolená receptura pro vzorek B (Zdroj: autor)

Chléb	Pohanková mouka (g)	Rýžová mouka (g)	Kukuřičná mouka (g)	Chia mouka (g)	Voda (ml)	Droždí (g)	Sůl (g)
B	225	75	75	20	340	23	11



Obrázek č. 8: Vzorky upečených chlebů, vlevo vzorek A, vpravo vzorek B (Zdroj: autor)

4.3 Příprava na senzorické hodnocení

Vzorky byly upečeny jeden den předem, aby nedošlo k hodnocení teplého chleba, mohlo by dojít k nesprávnému hodnocení od hodnotitelů. Chléb byl krájen těsně před hodnocením, aby nedošlo k oschnutí vzorků. Vzorky byly krájeny s kůrkou o velikosti 1 x 2,5 x 3 cm (výška x šířka x délka). Vzorky byly podávány na papírových táccích vždy po jednom vzorku.

Vzorky A a B odpovídají písmenům na papírových táccích. Tedy vzorek A písmenu A a vzorek B písmenu B. Vzorek C odpovídá vzorku A, tento vzorek C byl použit pouze pro trojúhelníkový test. Nebyl více hodnocen.



Obrázek č. 9: Hodnotitelka při sensorickém hodnocení vzorků (Zdroj: autor)

Senzorické hodnocení – průběh

Samotné sensorické hodnocení probíhalo v ranních až dopoledních hodinách od 8.00 – 11. 00 hodin. Hodnocení se zúčastnilo 73 hodnotitelů, jak ženy, tak muži. Hodnocení probíhalo v benešovských pekárnách v místnosti, která splňovala požadavky na provedení sensorické analýzy. Po příchodu do zkušební místnosti byli všichni proškoleni. Bylo jim vysvětleno, jak ochutnávat a jak správně zapisovat do dotazníků. Vzorky byly připravovány vždy ve vedlejší místnosti, která splňovala hygienické podmínky. Vzorky byly předloženy hodnotitelům, a jako neutralizátor sloužila pitná voda. Každý hodnotitel měl dostatek času na ochutnání a sensorickou analýzu. Pokud jim nebylo něco jasné, bylo jim vše ihned objasněno. Po skončení dotazování došlo k vyhodnocení výsledků.

4. 4 Statistické vyhodnocení

Výsledná data byla zpracována pomocí programů Microsoft Word 2013, Microsoft Excel 2013 a statistického software STATISTICA 12.

Bodová stupnice

Hlavním úkolem bylo ohodnotit dva vzorky podle textury, vůně a chuti, pomocí předem stanovené ordinální stupnice 4 - 1, s tím že číslo 4 představovalo

nejlepší ohodnocení a číslo 1 nejhorší ohodnocení. Vzorky byly podávány najednou. Hodnotitelé měli dostatek času na jejich hodnocení.

Pořadová preferenční zkouška

Výsledky byly sečteny a následně zaneseny do programu Microsoft Excel 2013. Na tuto činnost byl sestrojen graf. Data byla následně zpracována podle metody Friedmana, aby mohla být zjištěna rozdílná průkaznost mezi jednotlivými vzorky. Vše bylo posuzováno pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$.

Trojúhelníková zkouška

Zkouška spočívala v tom, že hodnotitel obdržel tři vzorky. Z toho dva vzorky byly shodné a jeden rozdílný. V tomto případě byly vzorky A a C shodné a vzorek B byl odlišný. Výsledky z protokolů byly sečteny a zaneseny do programu Microsoft Excel. Následně byl sestrojen graf.

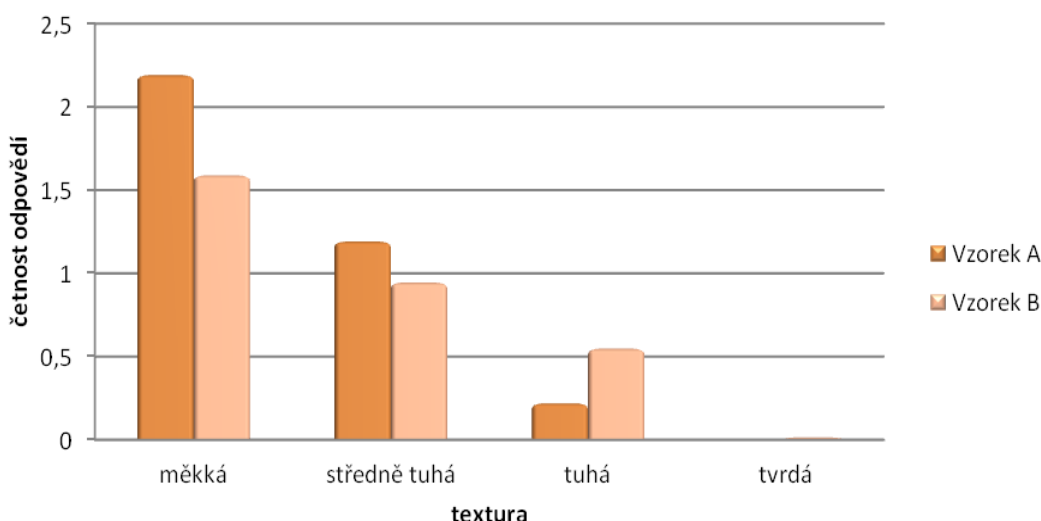
5 Výsledky a diskuze

U hodnocení textury, vůně a chuti byly pomocí ordinální stupnice (4 – 1) sečteny odpovědi hodnotitelů a následně ze získaných hodnot byl vypočítán průměr. Následně byly vypočítané hodnoty použity k sestrojení grafů. U pořadové preferenční zkoušky byl použit postup podle Friedmana s hladinou pravděpodobnosti 95 %. U trojúhelníkové zkoušky byly pro výpočet použity statisticky významné hladiny. Vzorek A obsahuje chia semínka. U vzorku B byla chia semínka nahrazena chia moukou.

5.1 Hodnocení textury

Při protokolovém šetření bylo zjišťováno, jak hodnotitelé ohodnotí texturu bezlepkového chleba. Hodnocení probíhalo u obou vzorků současně.

Graf č. 1: Celkové vyhodnocení textury chleba u vzorků A a B



Většina hodnotitelů označila texturu chleba u vzorku A jako měkkou. Textura chleba mohla být ovlivněna obsahem chia semínek, které na sebe vážou vodu a střídka chleba je nadýchanější. U vzorku B byla textura označena také jako měkká až středně tuhá. Důvodem může být obsah chia mouky, která je vyrobena mletím výlisků z chia semínek. A tím jsou odstraněny olejnaté složky.

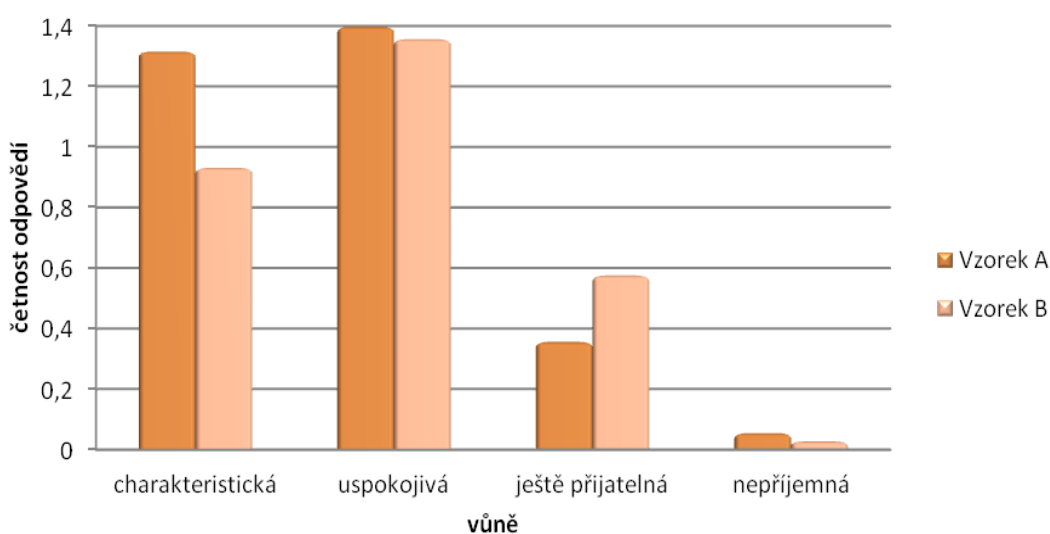
KUČEROVÁ (2004) uvádí, že na kvalitu textury má vliv pohanková, kukuřičná a rýžová mouka, které obsahují téměř čistý škrob. BENEŠOVÁ (1996) uvádějí, že kukuřičná mouka má hrubší konzistenci, což je důležité při vytváření střídy a kůrky. HRUŠKOVÁ A KOL. (2007) uvádějí, že jakost pekařských výrobků je určena

především tvarem, objemem a charakteristikou střídky. Konzument hodnotí hlavně vzhled a velikost. Spotřebitel smyslově při konzumaci hodnotí texturu střídky a jednotnost pórů. BENEŠOVÁ A KOL. (2000) uvádějí požadavky spotřebitelů na rychlou a pohodlnou přípravu pekařských výrobků, čerstvost a nutriční hodnotu.

5.2 Hodnocení vůně

Dalším kritériem bylo hodnocení vůně, zda je pro hodnotitele charakteristická nebo nepříjemná.

Graf č. 2: Celkové vyhodnocení vůně u vzorků A a B

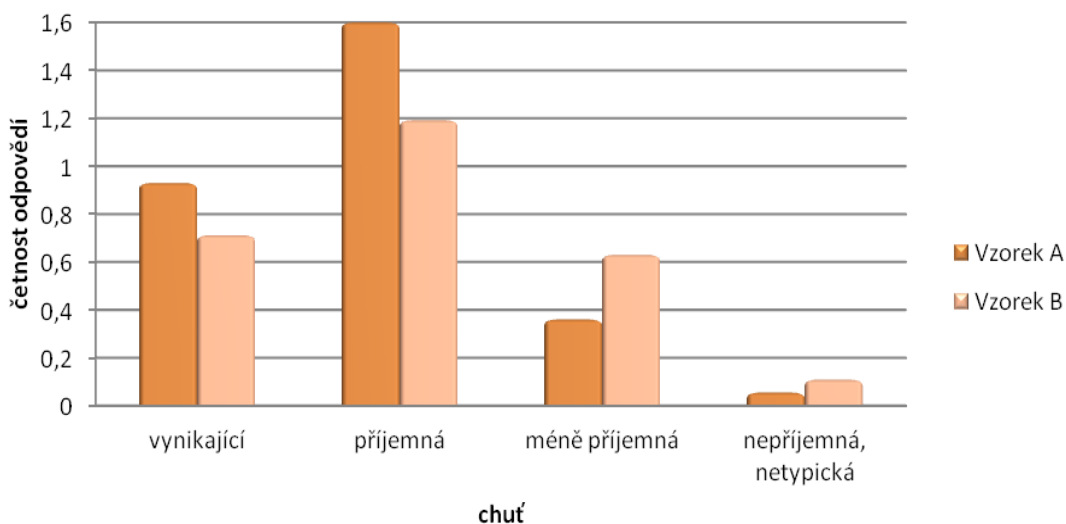


Pro výrobu chlebů byla v největším podílu použita pohanková mouka, která byla zvolena pro svou vůni, chuť a pro nutriční hodnoty. Většina hodnotitelů brala vůni s ohledem na běžný chléb, který jsou zvyklí konzumovat téměř denně. Hodnotitelé nebyli experti na sensorické hodnocení, tudíž pro ně nebylo hodnocení vůně u tohoto typu chleba jednoduché. Jak u vzorku A, tak u vzorku B dali přednost spíše vůni uspokojivé. Podle GOH A KOL. (2016) mohly ovlivnit vůni kukuřičná a rýžová mouka. Jak uvádějí MOREIRA A KOL. (2012), chia semínka nemění vůni výrobků. BENEŠOVÁ A KOL. (1999) uvádějí, že vůni může ovlivnit i droždí. Zvýšené množství droždí se projeví negativně na vůni pečeného výrobku.

5.3 Hodnocení chuti

Posledním hodnoceným kritériem je chuť. Hodnotitelé měli k dispozici 4 hodnotící stupně. Stupnice je seřazena v následujícím pořadí vynikající, příjemná, méně příjemná a nepříjemná. V následujícím grafu je hodnocení chuti vyhodnoceno.

Graf č. 3: Celkové vyhodnocení chuti u vzorků A a B



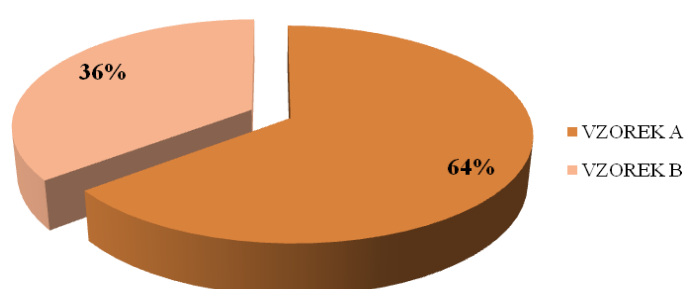
Chuť obou vzorků byla pro většinu hodnotitelů příjemná. Mohlo to být způsobeno použitím pohankové mouky, která do jisté míry může chuť chleba změnit. Hodnotitelé nebyli zkušenými experty, proto mohlo dojít k porovnávání s běžným žitno – pšeničným chlebem. Některým hodnotitelům mohl vyhovovat obsah semínek, z toho důvodu, že dávají přednost chlebům s obsahem semínek. Naopak ti, kteří hodnotili chuť jako méně příjemnou, jsou zvyklí na odlišnou chuť pečiva. Podle KUČEROVÉ (2004) má pohanková mouka specifickou chuť, ale rýžová mouka je chuťově neutrální. Naopak FERNANDES A KOL. (2013) uvádějí, že rýžová mouka mohla chuť ovlivnit. Kukuřičná mouka, jak uvádějí BENEŠOVÁ A KOL. (1997) má příjemné chuťové vlastnosti. Podle HRUŠKOVÉ (2015) by měla být chuť příjemná po použitých surovinách. Dále mohla být chuť ovlivněna přidavkem chia semínek, které mají podle FERNANDEZ A KOL. (2008) příjemnou jemnou ořechovou chuť, naopak MOREIRA A KOL. (2012) uvádějí, že nemají chuť žádnou.

5.4 Pořadová preferenční zkouška

Vybraným posuzovatelům byly předloženy 2 vzorky chlebě. Jeden vzorek obsahující chia semínka a druhý chia mouku. Hodnotitelé měli do protokolů zaznamenat, jaký vzorek preferují.

Graf č. 4 zobrazuje procentuální rozdělení preferencí mezi jednotlivými vzorky chleba.

Graf č. 4: Znárodnění pořadové preferenční zkoušky



Postup podle Friedmana

K zjištění průkaznosti rozdílů mezi vzorky se postupovalo podle Friedmana.

Vyhodnocení probíhalo podle vzorce:

$$F = \frac{12}{JP(P+1)} (R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_P^2) - 3J(P+1)$$

Kde platí:

F – Friedmanovo kritérium

j – počet posuzovatelů

p – počet vzorků

$R_1, R_2 \dots R_P$ – pořadové součty

Po dosazení:

$j = 73$

$p = 2$

$R_1 = 120$

$R_2 = 99$

$$F = \frac{12}{73 \times 2 \times (2 + 1)} \times (120^2 + 99^2) - 3 \times 73 \times (2 + 1)$$

F = 6,04

Po porovnání výsledné hodnoty 6,04 s kritickými hodnotami v tabulce č. 16 pro hladinu pravděpodobnosti 95 % bylo zjištěno, že tato hodnota je vyšší než hodnota hraniční ($\chi^2 = 3,84$). Z toho tedy vyplývá, že mezi vzorky existuje významný statistický rozdíl.

Tabulka č. 16: Kritické hodnoty testového kritéria χ^2 (online)

Stupeň volnosti	Hladina významnosti	
	P = 95 %	P = 99 %
1	3,84	6,63
2	5,99	9,21
3	7,81	11,34
4	9,49	13,28

Dále můžeme tuto metodu ještě potvrdit pomocí vzorce pro Porovnání dvou vzorků Friedmanovou zkouškou pro hladinu významnosti 0,05.

$$R_i - R_j \geq k \sqrt{\frac{JP(P + 1)}{6}}$$

Kde platí:

j - počet posuzovatelů

p - počet vzorků

k = konstanta 1,960 pro P = 95 % nebo 2,576 pro P = 99 %

$R_i - R_j$ = příslušné součty pořadí

Po dosazení:

j = 73

$$p = 2$$

$$k = 1,960$$

$$|120 - 99| \geq 1,960x \sqrt{\frac{73x2x(2+1)}{6}} = 16,746$$

Z výsledku vyplývá, že při absolutním rozdílu dochází k významnému rozdílu mezi těmito vzorky.

Vyhodnocení pořadové preferenční zkoušky

Z výsledků vyplývá, že nejvíce preferovaný byl vzorek A, který obsahoval 2, 6% chia semínek. Tento vzorek měl pravděpodobně lepší strukturu. Může to být způsobeno použitím chia semínek, která vážou vodu a tím je chléb méně tuhý. Jedním z možných důvodů, proč právě hodnotitelé zvolili vzorek A je ten, že dávají přednost chlebům, kde se vyskytují tato semínka. Další důvod mohl být ten, že některým hodnotitelům nevadila tato semínka na skusu a nevyvolávala odlišné pachy. Na dnešním trhu jsou tyto chleby snadno dostupné nebo si je mohou spotřebitelé vyrobit v pohodlí domova podle své vlastní chuti. Tento vzorek měl příjemnou chuť i strukturu.

COOREY A KOL. (2014) pozitivní vlastnost chia semínek je ta, že dokáží vytvářet gel, který je pro vzhled střídky důležitý. Právě tento gel byl u výroby toho typu chleba prioritní, jelikož bylo důležité, aby se spojilo těsto v celek, jako je to u chlebů s lepkem. Tento gel je na bázi polysacharidu, který se skládá z vlákniny (58 %) a sacharidů (34 %) Z tohoto důvodu mohl taktéž chléb někomu vyhovovat, protože byl oproti chlebu s chia moukou nadýchanější a měl světlejší odstín. Chia semínka měla dobrý vliv na jakost střídky. POU DYAL A KOL. (2012) uvádějí, že chia semínka obsahují unikátní množství esenciálních mastných kyselin a skvělou skladbu lipidů, vlákniny, vitamínů a minerálních látek. IQBAL A KOL. (2007) uvádějí, že chia semínka obsahují přírodní a syntetické antioxidanty, které mohou zvýšit trvanlivost potravin. Dále COELHO A KOL. (2015) uvádějí, že pečivo tvrdne pomaleji díky vyššímu zadržování vody.

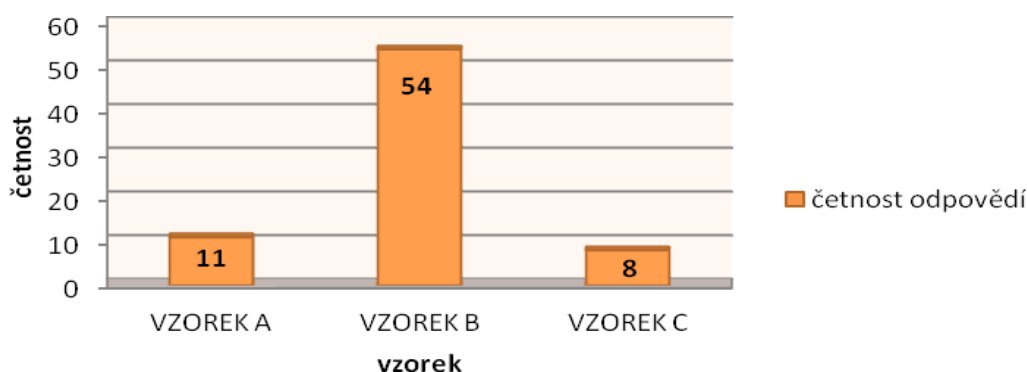
V pořadí druhý vzorek (vzorek B) byl hodnocen méně pozitivně. Ze vzorku B byla odebrána chia semínka a byla nahrazena chia moukou, což jsou pouze výlisky ze

semínek chia. Ovšem v jakémkoli receptu je možné nahradit nejvýše 10 % běžné mouky chia moukou a významně tak zlepšit pekařské vlastnosti (SIFUENTES-NIEVES A KOL., 2015). Chia mouka výborně váže vodu, takže obzvláště při bezlepkovém pečení je vynikajícím pomocníkem. Těsto bylo oproti vzorku A tužší a tmavší. Příčinou, proč vzorek B chutnal méně, může být tím, že chléb byl méně nadýchaný. A barva byla pro někoho méně příjemná. Střídka chleba byla méně pružná oproti vzorku A. Tento nedostatek mohl být způsoben tím, že výlisky použité na chia mouku neobsahují olejnatou složku, která je při lisování odstraněna.

5.5 Trojúhelníková zkouška

Hodnotitelé měli k dispozici tři vzorky. Dva vzorky byly shodné a třetí odlišný. Hodnotitelé měli za úkol posoudit a zaznamenat, který ze vzorků je odlišný.

Graf č. 5: Trojúhelníková zkouška



Výpočet počtu odpovědí, do něhož nelze identifikovat rozdíl vzorce:

$$x = \frac{n}{3} + z * \sqrt{\frac{2n}{9}}$$

Tabulka č. 17: Hodnoty pro hladinu významnosti α (Zdroj: autor)

z - síla testu	α
1,64	0,05
2,33	0,01
3,09	0,001

Střední důkaz rozdílu pro hladinu významnosti 5 %

$$x = \frac{73}{3} + 1,64 * \sqrt{\frac{2 * 73}{9}}$$

$$\underline{x = 30,939}$$

Silný důkaz rozdílu pro hladinu významnosti 1%

$$x = \frac{73}{3} + 2,33 * \sqrt{\frac{2 * 73}{9}}$$

$$\underline{x = 33,718}$$

Zřejmý důkaz na hladině významnosti 0,1 %

$$x = \frac{73}{3} + 3,09 * \sqrt{\frac{2 * 73}{9}}$$

$$\underline{x = 36,779}$$

Z tohoto výpočtu je zřejmé, že je zde indikovaný velmi silný důkaz, že je rozdíl evidentní. I na zvolené hladině významnosti $\alpha = 0,01$ je statisticky významný.

Vyhodnocení trojúhelníkové zkoušky

Při této zkoušce byla důležitá pozornost, jak z hlediska chuti, tak i po kontrole vzhledu. Z grafu vyplývá, že 54 hodnotitelů mělo správný úsudek. Odpovědělo, že vzorek A a C je stejný a vzorek B je odlišný. Jedna z možností je ta, že poznali chia semínka na skusu a vzorky byly méně tuhé. Jedenáct hodnotitelů odpovědělo, že podobnost byla mezi vzorky A a B. Vzorek C byl podle nich odlišný. A 8 hodnotitelů odpovědělo, že jim vzorky B a C připadají stejné a vzorek A rozdílný. Rozdílné odpovědi mohly být způsobeny neznalostí hodnotitelů k bezpečkovému pečivu. Nepozorovali žádné barevné ani jiné změny. Většina hodnotitelů tuto zkoušku zodpovědělo.

6 Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout bezlepkovou směs, která bude splňovat sensorické, nutriční a technologické vlastnosti bezlepkového chleba a zároveň se bude přibližovat běžnému pečivu.

Důležité bylo navrhnout složku, která by podpořila strukturu výsledného pečiva, tedy složku, která pomůže nahradit lepek. Na základě šetření a studia literatury bylo zvoleno chia semínko a chia mouka. Obě složky byly vybrány z důvodu oblíbenosti v dnešní době a také pro jejich nutriční vlastnosti, které pozitivně ovlivňují lidský organismus. Hydrofilní vlastnosti chia semínek umožňují vytvořit jemný a lehce stravitelný gel. Chia semínka jsou zdrojem Omega-3 mastných kyselin, které příznivě působí na kardiovaskulární systém. Je to komplexní potravina, která lidskému tělu dodává velké množství energie včetně skvělé skladby lipidů, vlákniny, vitaminů a minerálních látek.

Směs byla ověřena pečicím pokusem. Směs obsahovala pohankovou, rýžovou a kukuřičnou mouku. První vzorek byl s chia semínky a ve druhém vzorku byla nahrazena chia semínka za chia mouku. Hodnocení probíhalo vybranými metodami sensorické analýzy. Jednotlivé analýzy byly vyhodnoceny v programech Microsoft Word 2013, Microsoft Excel 2013 a STATISTICA 12. Oba dva typy chlebů měly dobrou strukturu, vůni i chuť, což bylo potvrzeno bodovou metodou SA.

Záměr této práce byl splněn, zařazení chia semínek i mouky připravené ze stejné složky, která splňuje nutriční i technologické vlastnosti, vedl k pozitivnímu hodnocení pekařských výrobků ze strany dotázaných hodnotitelů.

Senzoricky lépe hodnocena byla směs s přídavkem chia semínek, která by mohla být doporučena do výrobního programu pekáren s bezlepkovým sortimentem.

7 Seznam použitých zdrojů

1. ADÁMKOVÁ, Věra. *Civilizační choroby - žijeme spolu*. Praha: Triton, 2010. ISBN 978-80-7387-413-1.
2. ALI, Naheed a Jaroslava PAVLÍČKOVÁ. *Kniha pro celiaky: nové poznatky pro nemocné, lékaře a pacienty*. Hodkovičky [Praha]: Pragma, c2015. Rady lékaře, průvodce dietou. ISBN 978-80-7349-434-6.
3. AUFHAMMER, Walter, Dana GABROVSKÁ, Dita HAVELKOVÁ, A KOL. *Pseudogetreidearten - Buchweizen, Reismelde und Amarant: Herkunft, Nutzung und Anbau ; 167 Tabellen*. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, 2000. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 38-001-3189-7.
4. AYERZA, R a W COATES. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. *Tropical Science*. 2004, **44**(3), 131-135, ISSN 0041-3291.
5. BÁLINTOVÁ, Táňa, Dana GABROVSKÁ, Dita HAVELKOVÁ, et al. *Vaříme bez lepku a bez mléka: Herkunft, Nutzung und Anbau ; 167 Tabellen*. Praha: Ivo Železný, 2004. Knihy dostupné každému. ISBN 80-237-3835-6.
6. BASS, Stephanie. *Celiakie: úspěšná léčba nesnášenlivosti lepku*. Praha: Jan Vašut, 2013. ISBN 978-80-7236-839-6.
7. BENDA, Vladimír. *Biologie II: Nauka o potravinářských surovinách*. 3. přepr.vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2000. ISBN 978-80-7080-402-5.
8. BENEŠOVÁ L., FINK L., KVASNIČKOVÁ A., KOPÁČKOVÁ O., LEPEŠKOVÁ I., PERLÍN C., POHLOVÁ M., VLKOVÁ A., 2000: *Potravinářství VI.*, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, s. 152, ISBN 80-7271-003-6.
9. BENEŠOVÁ, L., *Potravinářství IV*, 1. vyd. Praha, 1997, 156 s.
10. BENEŠOVÁ, Luisa a Alena HRUDKOVÁ. *Potravinářství V.*, ÚZPI Praha, 1999. ISBN 80-86153-93-2.
11. BENEŠOVÁ, Luisa. *Potravinářství '94*. 1. vyd. Praha: ÚZPI-Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996. ISBN 8085120534.
12. BERGHOFER, E., SCHOENLECHNER, R. *Pseudocereals – an overview*, Department of Food Science and Technology. Vídeň: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2006.

13. CAPRONI, M. aj. Guidelines for the diagnosis and treatment of dermatitis herpetiformis. *Journal compilation European Academy of Dermatology and Venerology*. 2009, roč. 23, s. 633–638.
14. COELHO, Michele Silveira a Myriam de las Mercedes SALAS-MELLADO. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. *LWT - Food Science and Technology*. 2015, **60**(2), 729-736 DOI: 10.1016/j.lwt.2014.10.033.
15. COOREY, Ranil, Audrey TJOE a Vijay JAYASENA. Gelling Properties of Chia Seed and Flour. *Journal of Food Science*. 2014, **79**(5), E859-E866. DOI: 10.1111/1750-3841.12444. ISSN 00221147.
16. ČEPIČKA, Jaroslav a Cristina M. ROSELL. *Obecná potravinářská technologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1995. ISBN 80-708-0239-1.
17. ČERNÁ, Jaroslava, DRLÍK Lubomír a POCK Lumír. *Současný výskyt vitiliga, dermatitis herpetiformis Duhring, autoimunní tyreoiditidy a celiakie u jednoho pacienta*. *Dermatologie pro praxi*. 2011, 5(4), 215-217.
18. ČERVENKOVÁ, Renata. *Celiakie*. Praha: Galén, c2006. ISBN 80-726-2425-3.
19. DAHESH, Mohsen, Amélie BANC, Agnès DURÍ, Marie-Hélène MOREL a Laurence RAMOS. Spontaneous gelation of wheat gluten proteins in a food grade solvent. *Food Hydrocolloids*. 2016, **52**, 1-10. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2015.06.014.
20. DENDY, D. A. V. *Sorghum and millets: chemistry and technology*. 3. přepr.vyd. St. Paul, Minn., USA: American Association of Cereal Chemists, c1995. ISBN 09-132-5084-8.
21. DOSTÁL, J., D. KOVAŘÍKOVÁ, V. MARTINEK. *Pekařská technologie I.: Suroviny*. Praha: Odborné nakladatelství a vydavatelství Pekař a cukrář s. r. o., 2013. ISBN 978-80-903913-7-6.
22. DOSTÁLOVÁ, Ilona. *Přirozeně bez lepku a bez mléka: úspěšná léčba nesnášenlivosti lepku*. Liberec: I. Dostálová, 2011. ISBN 978-80-254-9625-1.
23. DUPIN, Olivia a Jaroslava PAVLÍČKOVÁ. *Bez lepku a chutně!: jak vařit z přirozeně bezlepkových potravin*. Praha: Synergie, c2014. Bezlepková kuchařka. ISBN 978-80-7370-272-4.
24. FERNANDES, Meg da Silva, Georgia Ane Raquel SEHN, Maria Gabriela Vernaza LEORO, Yoon Kil CHANG a Caroline Joy STEEL. Effect of adding unconventional raw materials on the technological properties of rice fresh

- pasta. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2013, **33**(2), 257-264. DOI: 10.1590/S0101-20612013005000041. ISSN 1678-457x.
25. FERNANDEZ, I., S. M. VIDUEIROS, R. AYERZA, W. COATES, A. PALLARO, Soon Guan TAN a J. HUSSAIN. Impact of chia (*Salvia hispanica* L.) on the immune system: preliminary study. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2008, **67**(OCE), DOI: 10.1017/S0029665108006216.
26. FRIČ, Přemysl, Olga MENGEROVÁ a Dana. NOVOTNÁ. *Celiakie: bezlepková dieta a rady lékaře*. Čestlice: Medica Publishing, c2008. Dieta (Medica Publishing). ISBN 978-80-85936-62-9.
27. GABROVSKÁ, Dana, RYSOVÁ Jana a GEVAERT Jerome. Lepek v potravinách, databáze bezlepkových potravin, bezlepková dieta. In: 2006. Výzkumný ústav potravinářský Praha.
28. GAJDOŠOVÁ, A., ŠTURDÍK, E. Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekářských cereálií, *Nová Biotechnologica*. 2004, s. 149-151.
29. GAO, Xin, LIU Tianhong, YU Jing, LI Liqun, FENG Yi a LI Xuejun. Influence of highmolecular-weight glutenin subunit composition at Glu-B1 locus on secondary and micro structures of gluten in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Chemistry*. 2016, 197, 1184-1190
30. GOH, Kelvin Kim Tha, Lara MATIA-MERINO, Jie Hong CHIANG, Ruisong QUEK, Stephanie Jun Bing SOH a Roger G. LENTLE. The physico-chemical properties of chia seed polysaccharide and its microgel dispersion rheology. *Carbohydrate Polymers* [online]. 2016, **149**, 297-307 [cit. 2017-04-10]. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.04.126. ISSN 01448617.
31. HERZIG, I., PÍSAŘÍKOVÁ, B., SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E. *Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů, část III – Amarant jako alternativní proteinové krmivo*. Vědecký výbor výživy zvířat. Praha: 2007.
32. HRUŠKOVÁ M., KOSTELANSKÁ M., ŠVEC I., JIRSA O., 2007: *Změny spotřebitelských znaků pečiva vlivem recepturního složení*, Ročenka pekaře a cukráře, 2007, s. 69-80.
33. HRUŠKOVÁ, Marie, Pavel HRDINA a Pavel FILIP. *Těstoviny*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z. ú. a Potravinářská komora ČR v rámci priorit České technologické platformy pro potraviny, 2015. Jak poznáme kvalitu? ISBN 978-80-87719-25-1.

34. IQBAL, Shahid a M.I. BHANGER. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chemistry* [online]. 2007, **100**(1), 246-254 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.09.049. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814605008630>
35. JELÍNEK, J. Amarant – rostlina, kterou možná neznáte 1.díl. *Vědecko populární časopis*. Liberec: Fakulta mechatroniky, 2005. s 57-59. ISSN 1214-7370
36. JEŽEK, František. *Senzorická analýza potravin – Návody na cvičení*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305725-1.
37. KOHOUT, Pavel a Jaroslava PAVLÍČKOVÁ. *Celiakie: víte si rady s bezlepkovou dietou?*. Praha: Forsapi, 2010. Rady lékaře, průvodce dietou. ISBN 978-80-87250-09-9.
38. KOHOUT, Pavel, Jaroslava PAVLÍČKOVÁ a Dana. NOVOTNÁ. *Celiakie a bezlepková dieta: dieta a rady lékaře*. 3. vyd. Praha: Maxdorf, c2006. Dieta (Maxdorf). ISBN 80-734-5070-4.
39. KOVÁŘŮ, Dagmar a Jitka KNÁPKOVÁ. *Bezlepková a bezmléčná dieta: a practical guide to an anti-inflammatory, low-irritant, nutrient-dense diet for IBS*. Brno: CPress, 2013. ISBN 978-80-264-0185-8.
40. KUČEROVÁ, Jindřiška a Cristina M. ROSELL. *Technologie cereálií*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 978-80-7157-811-6.
41. KVASNIČKOVÁ, Alexandra. *Alergie z potravin*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998. ISBN 80-851-2093-3.
42. LEEDS, J. S. – HOPPER, A. D. – SANDERS, D. S. Coeliac disease. *British Medical Bulletin*. 2008, roč. 88, s. 157–170
43. MANY, Josephine Nirmala a V. SARASVATHI. Analysis of Chia Seed' – Physiochemical and Proximate Analysis. *Research Journal of Recent Sciences*. 2016, (Vol. 5(8), 39-41. ISSN 2277-2502.
44. MAŠKOVÁ, Eva, Ivana PAULÍČKOVÁ, Jana RYSOVÁ a Dana GABROVSKÁ. Evidence for Wheat, Rye, and Barley Presence in Gluten Free Foods by PCR Method – Comparison with Elisa Method. *Czech Journal of Food Sciences*. 2011, **2011**(29(1), 45-50.
45. MAZZA, G., T. COTTRELL, L. MALCOLMSON, B. GIRARD, B.D. OOMAH a M.A.M. ESKINS. Headspace gas chromatography and sensory analyse of buckwheat stored under controlled atmosphere. *Journal of Food Quality*. 1999, **22**(3), 341-352 DOI: 10.1111/j.1745-4557.1999.tb00562.x. ISSN 0146-9428.

46. MICHALOVÁ, A., ČEJKA, L. *Variabilita agronomických a nutričních znaky v genofondech pohanky, prosa a laskavce – možnosti jeho využití*. Alternativní a maloobjemové plodiny pro lidskou výživu. VÚRV, Praha. 1996. 37-50 s.
47. MICHALOVÁ, A., STEHNO, Z., HERMUTH, J., VALA, M. Opomíjené a alternativní druhy polních plodin a jejich využití pro zdravou výživu a podporu setrvalého rozvoje zemědělství In: Genofond zemědělských plodin a jeho využití pro rozšíření agrobiodiversity. *Sborník referátů ze semináře konaného 4. června 2002*. Praha: VÚRV, 2002. s. 30-37.
48. MICHALOVÁ, Anna, Dana GABROVSKÁ, Dita HAVELKOVÁ, A KOL. *Česká biokuchařka: vaříme z biopotravin: recepty na pokrmy ze špaldy, pohanky, prosa a cizrny, nakličování jako zdroj vitamínů, celozrnné pochoutky a vegetariánské recepty*. Olomouc: Fontána, 2001. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 80-861-7979-6.
49. MOHD ALI, Norlaily, Swee Keong YEAP, Wan Yong HO, Boon Kee BEH, Sheau Wei TAN a Soon Guan TAN. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2012, **60**(2), 729-736 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1155/2012/171956.
50. MOREIRA, R., F. CHENLO a M.D. TORRES. Effect of shortenings on the rheology of gluten-free doughs: Study of chestnut flour with chia flour, olive and sunflower oils. *Journal of Texture Studies*. 2012, **43**(5), 375-383. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2012.00348.x. ISSN 00224901.
51. MOUDRÝ, Jan. *Pohanka a proso*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2005. ISBN 80-727-1162-8.
52. MOŽNÁ, Lucie, 2006. *Bezlepkářům od A do Z: příručka pro celiaky*. Ostrava: Tiskárna Ringier Print, 186 s. ISBN 40-566-9107-4.
53. NAWROCKA, Agnieszka, SZYMAŃSKA-CHARGOT Monika, MIŚ Antoni, KOWALSKI Radosław a GRUSZECKI Wiesław I. Raman studies of gluten proteins aggregation induced by dietary fibres. *Food Chemistry*. 2016, 194, 86-94.
54. NEUMANN, Ralph, Pal MOLNÁR a SIGRID ARNOLD. [Z NEMECKÉHO ORIG. PREL. VINCENT KAROVIČ]. *Senzorické skúmanie potravín*. Bratislava: Alfa, 1990. ISBN 80-050-0612-8.
55. NEVORAL, Jiří. *Výživa v dětském věku*. Jinočany: H, 2003. ISBN 80-860-2293-5.
56. NOVÁKOVÁ, Eva, Bezlepkové pečivo a potěšení z něj. *Potravinářská revue: odborný časopis pro výživu, výrobu potravin a obchod*. 2015, roč. 2015, č. 3.

57. PAVELKOVÁ, Kateřina a KUBÍK Martin. Označování potravin z hlediska obsahu lepku [online]. [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/oznacovanipotraviny-z-hlediska-obsahu-lepku>.
58. PAWLOSKEY, Robert, Joseph HIBBELN, Yuhong LIN a Norman SALEM. N-3 Fatty acid metabolism in women. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2015, **60**(2), 729-736 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1079/BJN2003985. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114503002125
59. PELIKÁN, Miloš a Marie SUKOVÁ. *Hodnocení a využití rostlinných produktů: (návody do cvičení)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998. ISBN 80-704-0279-2.
60. PETR, Jiří a Jozef HÚSKA. *Speciální produkce rostlinná*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1997. ISBN 80-213-0152-X.
61. POKORNÝ, Jan, Zdeňka PANOVSÁ a Helena VALENTOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998. ISBN 80-708-0329-0.
62. POKORNÝ, Jan. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. Vyd. 2. dopl. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. ISBN 80-851-2060-7.
63. POUDYAL, Hemant, Sunil K. PANCHAL, Jennifer WAANDERS, Leigh WARD a Lindsay BROWN. Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits stearoyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats: Study of the effect of natural antioxidants. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2012, **23**(2), 153-162. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2010.11.011.
64. POZLER, O. Význam vlákniny v potravě s ohledem na dětským věk. *Výživa a potraviny*, 64, 2009, č.5, s.71.
65. PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. ISBN 978-808-6576-282.
66. PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ P. a NOVOTNÁ D. *Základy pekárenské technologie*. Vyd. 1. Praha: Pekař a cukrář, 2003, 363 s. ISBN 80-902-9221-6.
67. RADOVIC, R. S., R. V. MAKSIMOVIC, M. J. BRKLJACIC, I. E. VARKONJI GASIC a P. A. SAVIC. 2S Albumin from Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*

- Moench) Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry: Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999, **47**(4), 1467-1470. DOI: 10.1021/jf980778s.
68. RAY, Ramesh C. a Cristina M. ROSELL. *Microbial enzyme technology in food applications*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1997. ISBN 978-1-4987-4983-1.
69. ROSE, Christian, BRÖCKER Eva-Bettina a ZILLIKENS Detlef. Clinical, histological and immunopathological findings in 32 patients with dermatitis herpetiformis Duhring. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*. 2009, **8**(4), 265-270.
70. RUJNER, Jolanta a Barbara A. CICHÁŇSKA. *Bezlepková a bezmléčná dieta*. Vyd. 1. [české]. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3255-5.
71. SHIBAHARA, Mariko, Hiroko NANKO, Mina SHIMIZU, et al. *Dermatitis herpetiformis in Japan: An Update*. ISBN 10.1159/000051808.
72. SIFUENTES-NIEVES, Israel, Rodolfo RENDÓN-VILLALOBOS, Antonio JIMÉNEZ-APARICIO, Brenda Hildeliza CAMACHO-DÍAZ, Gustavo Fidel GUTIÉRREZ LÓPEZ a Javier SOLORZA-FERIA. Physical, Physicochemical, Mechanical, and Structural Characterization of Films Based on Gelatin/Glycerol and Carbon Nanotubes. *International Journal of Polymer Science*. 2015, 1-8. DOI: 10.1155/2015/763931. ISSN 1687-9422.
73. SKOV, AR., S. TOUBRO, B. RONN, L. HOLM a B. ASTRUP. Randomized trial on protein vs carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for the treatment of obesity. : *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999, 528–536.
74. STEADMAN, K.J., M.S. BURGOON, B.A. LEWIS, S.E. EDWARDSON a R.L. OBENDORF. Buckwheat Seed Milling Fractions: Description, Macronutrient Composition and Dietary Fibre. *Journal of Cereal Science*. 2001, **33**(3), 271-278. DOI: 10.1006/jcrs.2001.0366.
75. STEADMAN, Kathryn J., Monica S. BURGOON, Rebecca L. SCHUSTER, Betty A. LEWIS, Steven E. EDWARDSON a Ralph L. OBENDORF. Fagopyritols, d - chiro -Inositol, and Other Soluble Carbohydrates in Buckwheat Seed Milling Fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry: Int J Obes Relat Metab Disord* 2000, **48**(7), 2843-2847. DOI: 10.1021/jf990709t.
76. TOMOTAKE, Hiroyuki, Iwao SHIMAOKA, Jun KAYASHITA, Misao NAKAJOH a Norihisa KATO. Physicochemical and Functional Properties of Buckwheat Protein Product. *Journal of Agricultural and Food Chemistry: Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002, **50**(7), 2125-2129 DOI: 10.1021/jf011248q. ISSN 0021-8561.

77. VALÍČEK, Pavel a Cristina M. ROSELL. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0939-6.
78. VAVREINOVÁ, Slavomíra, GABROVSKÁ Dana a LAKNEROVÁ Ivana. Využití netradičních plodin pro výrobu potravin. *Potravinářská revue*. 2012, (4), 13-16.
79. VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.
80. VRÁNOVÁ, Dagmar, Pavla. HUMPOLÍKOVÁ a Dana. NOVOTNÁ. *Chronická onemocnění a doporučená výživová opatření*. Olomouc: ANAG, 2013. ISBN 978-80-7263-788-1.
81. Vyhláška č. 54/2004 Sb., O potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití. *Sbírka zákonů*. 2004, 17, s. 810.
82. WITCZAK, Mariusz, Rafał ZIOBRO, Lesław JUSZCZAK, Jarosław KORUS a Laurence RAMOS. Starch and starch derivatives in gluten-free systems – A review. *Journal of Cereal Science*. 2016, **67**, 46-57. DOI: 10.1016/j.jcs.2015.07.007. ISSN 07335210.
83. ZADÁK, Zdeněk a Kristina MATUŠOVÁ. *Amarant - zdroj výživy v 21. století*. Praha: Forsapi, 2011. Manuál dietologie. ISBN 978-808-7250-150.
84. *Zdraví od pekaře a cukráře*. Brno: Ireks Enzyma, 2016.

Online zdroje

85. *Adveni* [online]. 2015 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.holisticky.cz/chia-mouka-400g-wolfberry.html?search_query=chia+mouka&results=1
86. *Alimpek* [online]. 2011 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.alimpek.cz/vyrobky/64.pdf?time=1493220440>
87. *Celiakie* [online]. In.: 2015 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://www.proalergiky.cz/alergie/clanek/rozdil-mezi-alergii-na-lepek-a-celiakii>
88. FRÍČ, P. O celiakii. Klub celiakie Brno. [cit. 1. květen 2010] Dostupné na WWW: <http://www.klubceliakie.cz/about.html>
89. *Chia semínka a semena* [online]. 2015 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.chia-seminka.cz/>
90. *Jizerské pekárny* [online]. 2007 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://katalog.jipek.cz/cs/bezlepkove-potraviny/mouky-a-smesi/smes-na-chleb-slunecnicovy-bez-lepku-500g-balen-neobsahuje-drozdi-10167.html>

91. *Kritické hodnoty testovaného chí - kvadrát* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
http://lide.uhk.cz/pdf/ucitel/zumarmo1/vyzkumne_metody/Tabulky.pdf
92. *Nominal* [online]. 2015 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
http://www.nominal.cz/smesi_na_chleba/1-smes-na-chleb-s-lnenou-vlaklinou.html
93. *Pro alergiky* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
<https://www.proalergiky.cz/alergie/clanek/rozdil-mezi-alergii-na-lepek-a-celiakii>

8 Seznam tabulek a grafů

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Nemoci sdružené s celiakií

Tabulka č. 2: Rozdíl mezi alergií na lepek a celiakií

Tabulka č. 3: Porovnání minerálů v pšeničné a pohankové mouce

Tabulka č. 4: Chemické složení amarantu, merlíku a pohanky ve srovnání s pšenicí

Tabulka č. 5: Chemické složení prosa v % dle různých autorů

Tabulka č. 6: Výživové údaje ve 100 g chia semínek

Tabulka č. 7: Výživové údaje na 100 g

Tabulka č. 8: Výživové hodnoty na 100 g hotového chleba

Tabulka č. 9: Bezlepková směs na chléb s lněnou vlákninou

Tabulka č. 10: Univerzální směs pro výrobu chleba

Tabulka č. 11: Směs na slunečnicový chléb bez lepku

Tabulka č. 12: Nejběžnější metody senzorické analýzy

Tabulka č. 13: Optimální podmínky pro analýzu

Tabulka č. 14: Zvolená receptura pro vzorek A

Tabulka č. 15: Zvolená receptura pro vzorek B

Tabulka č. 16: Kritické hodnoty testového kritéria χ^2

Tabulka č. 17: Hodnoty pro hladinu významnosti

Seznam grafů

Graf č. 1: Celkové vyhodnocení textury chleba u vzorku A a B

Graf č. 2: Celkové vyhodnocení vůně u vzorku A a B

Graf č. 3: Celkové vyhodnocení chuti u vzorku A a B

Graf č. 4: Znárodnění pořadové preferenční zkoušky

Graf č. 5: Trojúhelníková zkouška

9 Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Logo přeškrtnutého klasu

Obrázek č. 2: Pohanková mouka s výživovými údaji

Obrázek č. 3: Rýžová mouka s výživovými údaji

Obrázek č. 4: Kukuřičná mouka hladká s výživovými údaji

Obrázek č. 5: Chia semínka s výživovými údaji

Obrázek č. 6: Chia mouka s výživovými údaji

Obrázek č. 7: Domácí pekárna ETA Delicca model 7149 90000

Obrázek č. 8: Vzorčky upečených chlebů, vlevo vzorek A, vpravo vzorek B

Obrázek č. 9: Hodnotitelka při sensorickém hodnocení vzorků

10 Přílohy

Příloha č. 1. Vzor dotazníku sensorického hodnocení

Dotazník pro sensorické hodnocení bezlepkového chleba

Jméno:.....

Věk:.....

Datum:.....

Pohlaví:.....

Ochutnejte postupně předložené vzorky a ohodnoťte následující body.

1. Hodnocení textury (měkkost střídky)

Vzorek A

- a) měkká
- b) středně tuhá
- c) tuhá
- d) tvrdá

Vzorek B

- a) měkká
- b) středně tuhá
- c) tuhá
- d) tvrdá

2. Hodnocení vůně

- a) charakteristická
- b) uspokojuv
- c) ještě přijatelná
- d) nepříjemná

- a) charakteristická
- b) uspokojuv
- c) ještě přijatelná
- d) nepříjemná

3. Hodnocení chuti

- a) vynikající
- b) příjemná
- c) méně příjemná
- d) nepříjemná, netypická

- a) vynikající
- b) příjemná
- c) méně příjemná
- d) nepříjemná, netypická

4. Budou Vám předloženy 3 vzorky, posuďte, které dva vzorky se shodují, a který je odlišný:

- a) vzorek A a B, C odlišný
- b) vzorek A a C, B odlišný
- c) vzorek B a C, A odlišný

5. Ochutnejte a ohodnoťte, který z předložených vzorků preferujete:

- a) vzorek A
- b) vzorek B