

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Hodnocení bezpečnostních potravin se zaměřením na pečivo

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

Autor bakalářské práce: Bc. Tomáš Brtna

České Budějovice, 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Hodnocení bezpečných potravin se zaměřením na pečivo“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím uvedené literatury v seznamu použitých odcitovaných zdrojů.

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 20. 4. 2017

Podpis: Bc. Tomáš Brtna

Poděkování

Mnohokrát děkuji paní Ing. Daně Jirotkové, Ph.D., za odborné vedení diplomové práce a také za podnětné a cenné rady, které mi pomohly práci napsat.

Abstrakt

Teoretická část se zabývá celiakií, jejími symptomy a diagnostikou. Dále jsou v teoretické části popsány základní principy bezlepkové diety a jsou zmíněny některé bezlepkové potraviny dostupné na českém trhu. Celou kapitolu uzavírá teorie sensorického hodnocení.

Praktická část se věnuje sensorickému hodnocení vzorků bezlepkového pečiva, dle zvolených receptur s obsahem jablečné vlákniny a s použitím jablečné mouky. Takto vyrobené pečivo bylo hodnoceno pomocí metod sensorické analýzy – v tomto případě pořadovou preferenční zkouškou. Na podkladě výsledků analýz byla vybrána nejlépe hodnocená receptura, která je následně podrobně popsána.

Klíčová slova

celiakie, lepek, bezlepková dieta, jablečná vláknina, jablečná mouka, sensorické hodnocení

Abstract

Theoretic part is concerned with coeliac disease, its symptoms and diagnostic. There is also described basic principal of coeliac disease and are mentioned some gluten-free products available in the Czech Republic. This part is concluded by theoretic description of sensory analysis.

Practical part is focused on sensory analysis of samples of gluten-free pastry according selected recipes which contain apple fibres and apple flour. The backed pastry was assessed with suitable methods of sensory analysis - in this case, a sequence preferential test. This assessment shows which sample is the most preferable and the best recipe is described in detail.

Key words

coelic disease, gluten, gluten-free diet, apple fibre, apple flour, sensory analysis

OBSAH

1 ÚVOD	11
2 TEORETICKÁ ČÁST	12
2.1 Lepek.....	12
2.2 Celiakie.....	13
2.2.1 Léčba.....	14
2.2.2 Historie poznání.....	15
2.3 Označování bezlepkových potravin.....	16
2.4 Bezlepkové mouky, zahušřovadla a přísady do pečení.....	17
2.4.1 Bezlepkové mouky.....	17
2.4.2 Písady do pečení pro kynutí a kypření.....	19
2.4.3 Zahušřovadla.....	20
2.4.4 Ořechy, semena, vláknina a další přísady.....	21
2.5 Tabulka moučných směsí pro pečení a jejich doporučené využití.....	23
2.6 Senzorická analýza.....	26
2.7 Podmínky pro sensorickou analýzu.....	27
2.7.1 Zkušební místnost.....	27
2.7.2 Hodnotitelé.....	28
2.7.3 Doba a délka hodnocení.....	28
2.7.4 Vyhodnocování výsledků sensorické analýzy.....	29
3 PRAKTICKÁ ČÁST	30
3.1 Cíl práce.....	30
3.2 Použité suroviny.....	30
3.3 Receptury.....	38
3.4 Senzorické hodnocení.....	40
3.5 Statistické vyhodnocení pořadové preferenční zkoušky.....	42
4 VÝSLEDKY A DISKUZE	43
4.1 Výsledky pořadové preferenční zkoušky a hodnoceného parametru chuť.....	43
4.2 Výsledky pořadové preferenční zkoušky u hodnoceného parametru vůně.....	47
4.3 Výsledky pořadové preferenční zkoušky a hodnocení parametru textura.....	49
4.4 Výsledky celkového pořadí pořadové preferenční zkoušky u hodnotitelů mužského	

pohlaví.....	51
4.5 Výsledky celkového pořadí pořadové preferenční zkoušky u hodnotitelů ženského pohlaví.....	53
4.6 Výsledky celkového pořadí preferenční zkoušky a všech hodnotitelů.....	55
4.7 Vyhodnocení pořadí preferenční zkoušky.....	57
4.8 Vyhodnocení práce se vzorky.....	58
4.9 Diskuze.....	58
5 ZÁVĚR.....	60
6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	61
7 PŘÍLOHY.....	66

1 ÚVOD

Celiakie (celiakální sprue, glutenová enteropatie) je společné označení pro celosvětově se vyskytující onemocnění dětí i dospělých. Jde o dědičné (hereditární) autoimunitní onemocnění vyvolané nesnášenlivostí lepku (glutenu). Lepek je bílkovinný komplex obsažený v povrchové části obilných zrn. Štěpné produkty lepku vyvolávají u geneticky vnímaných osob nepřiměřenou reakci imunitního systému s trvalou tvorbou protilátek k štěpným produktům lepku a posléze i k bílkovinám těla vlastním (autoprotilátek). Výrazným projevem tohoto onemocnění jsou zánětlivé změny sliznice tenkého střeva s průjmy, chudokrevnost, váhový úbytek a celková porucha somatického i psychického vývoje (*Vránová, 2013*). Pokud není lepek z potravy trvale a úplně vyloučen, dochází v průběhu doby k vyčerpání imunitního systému, onemocnění postihuje další orgány a vznikají přidružené autoimunitní choroby a četné komplikace, z nichž některé jsou život ohrožující. Různorodost projevů vede často k tomu, že než je celiakie diagnostikována, pacient navštíví řadu odborných lékařů (*Kovářů a Knápková, 2013*).

Úplná a celoživotní bezlepková dieta je kauzální (příčinnou) léčbou celiakie u dětí i dospělých. To znamená trvalé a úplné vyloučení všech potravin, potravinových příměsí a nápojů připravených s použitím obilných surovin, tj. zrn, mouky, škrobů a ostatních výrobků ze žita, pšenice. Příměs lepku se vyskytuje často v řadě výchozích surovin, potravin a nápojů. K nim patří uzeniny, hořčice, kečup, ovocné a zeleninové protlaky, různé přísady (kypřící prášky, koření), zmrzlina, čokoláda, pomocné látky v lécích a řada jiných (*Frič, 2008*).

Cílem této práce je zhodnotit různé druhy bezlepkových surovin u vybrané skupiny pečiva z hlediska ovlivnění sensorické jakosti. Pomocí sensorické analýzy a zpracování dat matematicko-statistickými metodami, je posuzována a hodnocena kvalita výsledného produktu. Smyslem mé práce a důvodem jejího vzniku je sdělení, že i vhodnou vzájemnou kombinací těchto surovin lze dosáhnout struktury pečiva velmi podobné pečivu s lepkem a na základě takto získaných informací, uvádím možnosti rozšíření nabídky pečiva v této oblasti.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Lepek

Lepek (gluten) je jednou ze součástí zrna některých obilovin a podílí se na vzniku příznaků celiakie. Nachází v povrchových částech zrn obilí. Cereální zrna obsahují stovky různých proteinových složek, které jsou tradičně děleny do čtyř tzv. Osborne frakcí: albuminy rozpustné ve vodě, globuliny rozpustné ve slaném roztoku, prolaminy rozpustné ve vodném alkoholu a nerozpustné gluteliny, které jsou rozpustné pouze v lihu v přítomnosti redukčního činidla. Albuminy a globuliny (cca 20-25% bílkovin zrn) obsahují převážně metabolické a ochranné bílkoviny, jako jsou enzymy a inhibitory enzymů, zatímco prolaminy a gluteliny (cca 75-80% bílkovin zrn) slouží jako zásobní bílkoviny. Obecnými názvy těchto úzce souvisejících glutenových proteinů jsou gliadiny (prolaminy) a gluteniny (gluteliny) z pšenice, sekaliny žita, hordeiny ječmene a aveniny z ovsa (*Wieser a kol., 2014*). Žádný z těchto prolaminů není tvořen jen jedinou bílkovinou. Jde o velký počet různých proteinů charakterizovaných speciálním sledem jejich stavebních kamenů, aminokyselin. Lidské střevo tyto bílkovinné řetězce neumí zcela rozložit, dostávají se do střevní sliznice v podobě větších fragmentů (peptidů). Pokud jsou přítomny patřičné vložky, spouštějí zde celiakii (*Rujner a Cichaňská, 2006*). Nejvíce prolaminů se vyskytuje v pšenici, naopak nejméně v ovsu. Pro nemocné celiakii jsou rizikové hlavně prolaminy, které mají škodlivý vliv na organismus disponovaných jedinců (*Kotalová a kol. 1994*). Ovšem i část ve vodě rozpustné frakce, např. pšeničný glutelin může škodit stejně, protože struktura bílkoviny je zčásti podobná prolaminům (*Rujner a Cichaňská, 2006*). Při dodržování přísné bezlepkové diety lze udržet bezpříznakový průběh choroby.

Kromě výše zmíněných obilovin obsahují lepek i botanicky příbuzné druhy, jako jsou špalda, dvouzrnka, jednozrnka a kamut. Naopak bez lepku jsou rýže, kukuřice, proso (jáhly), quinoa, amarant a pohanka (*Kohout a Pavlíčková, 1994*).

Množství a kvalita lepku v zrně ovlivňuje vlastnosti mouky, která je z něj semleta. Nejdůležitějším znakem pekařské kvality pšeničného zrna je obsah bílkovin včetně hodnocení obsahu a kvality lepku (*Dvořáček a kol., 2012*). Po přidání vody a dlouhým

hnětením propojí lepek složky těsta, které pak dobře vzejde, pojme hodně vzduchu a po upečení vytvoří krásnou kůrku.

Naše běžná strava obsahuje 7-13 g, podle některých pramenů až 20 g lepku za den. K vyvolání příznaků celiakie však stačí jen opravdu minimální množství (*Kohout a Pavličková, 1994*).

2.2 Celiakie

Celiakie je trvalá celoživotní nesnášenlivost lepku vedoucí k poškození sliznice tenkého střeva. Působením lepku dochází ke snižování až postupnému vymizení slizničních klků, což vede ke zmenšování plochy určené ke vstřebávání bílkovin, cukrů, tuků a dalších látek. Stav se projevuje tzv. „malabsorpčním syndromem“ – poruchou vstřebávání všech živin. Onemocnění se zpravidla objeví u disponovaného dítěte za několik týdnů až měsíců po zavedení lepku do jídelníčku. První projev celiakie je ale možný i poději - event. až v dospělosti, většinou v souvislosti se zátěžovou situací, jako je porod, operace, závažné infekční onemocnění atd. (*Kupper, 2005*).

Existuje mnoho environmentálních faktorů ovlivňujících vznik a průběh celiakie. Studie Lionetti a kol. (2014) například neprokázala vazbu mezi věkem zavádění lepku do jídelníčku a praxí kojení na vznik celiakie. Existují však některé údaje, které naznačují, že větší přijaté množství glutenu v prvních 2 letech života je spojeno s vyšším rizikem rozvoje celiakie (*Aronsson a kol., 2016*). Mírně vyšší riziko vzniku celiakie bylo potvrzeno u dětí narozených neindikovaným (volitelným) císařským řezem (*Marild a kol., 2012*) a u lidí častěji užívajících antibiotika (*Marild a kol., 2013*). Tyto studie naznačují, že změny v mikrobiotickém osazení střev pravděpodobně hrají důležitou roli v patogenezi celiakie. Na druhé straně je zajímavé, že na rozdíl od Crohnovy choroby není kouření spojováno s rozvojem celiakie (*Patel a kol. 2001; Ludvigsson a kol., 2014*).

Patogenezi (průběh) celiakie ovlivňuje činnost vrozené i adaptivní imunitní odpovědi. Prolamin (složka lepku) prochází ve střevě deaminací, která pak spouští aktivaci lymfocytů a zánětlivou kaskádu poškozující střeva. Celiakie se může klinicky

manifestovat širokou škálou projevů zahrnujících jeden nebo více orgánových systémů. Klasická dětská triáda zahrnuje zvětšení břicha, průjem a celkové snížení prosperity. Lze očekávat, že 90% dětí trpících celiakií bude mít bolesti břicha a více než 50% bude mít úbytek na váze spojený s průjmem, slabostí, nevolností nebo zvracením. Gastrointestinální (žaludečně-střevní) symptomy převládají u dětí mladších tří let, zatímco extraintestinální (mimostřevní) projevy zahrnující anémii z nedostatku železa, malý vzrůst, poruchy nálady a alopecii jsou typickými zdravotními obtížemi starších dětí (*Al-Bawardy a kol., 2017*). Jestliže choroba není léčena, zvýrazňuje se chudokrevnost provázená únavou, mohou se objevit otoky dolních končetin, výpotek v břišní dutině, prořidnutí kostí (osteoporóza) a časté zlomeniny. U dívek nenastupuje první menstruace, u dospělých žen se nedostavují další menstruační cykly. Neléčená celiakie může být příčinou sterility a dalších přidružených problémů (*Frič, 2003*).

Základní a jedinou léčbou je bezlepková dieta. Odstranění škodliviny ze stravy umožní obnovu klků střevní sliznice, a tím opět normální vstřebávání živin ze střeva. Přísně bezlepkové stravy je často obtížné dosáhnout kvůli nenápadným zdrojům lepku, zejména v zpracovaných potravinách. Absolutní minimální množství lepku způsobujícího poškození střev není definováno, ale dle studie Akobeng a Thomas (2008) se za takovou dávku považuje 100 mg lepku za den. Definice bezlepkové potravy je podložena mezinárodním alimentárním kodexem s obsahem < 20 mg lepku na kg potravy (FS 2015). Většina celiaků zaznamenává symptomatické zlepšení během několika týdnů po zavedení bezlepkové diety (*Al-Bawardy a kol., 2017*). Při dodržování diety mizí, s určitým časovým odstupem, uvedené příznaky nemoci a pacient prosperuje bez jakýchkoliv obtíží. U dítěte je zaručen plnohodnotný a všestranný rozvoj. Příznaky se však znovu dostaví, je-li dieta porušována nebo zcela nedodržována. Celiakie je celoživotní onemocnění, které může mít osudné důsledky, není-li léčeno. Při správné léčbě má naopak velice příznivý průběh, a proto je nutná její správná diagnostika ve specializovaném centru (*Nevoral a kol., 2003*).

2.2.1 Léčba

Celiakii nelze vyléčit, protože její podstatou je vrozená celoživotní nesnášenlivost k lepku. Celiakii ale lze velmi úspěšně léčit bezlepkovou dietou, kterou je nutno

dodržovat po celý život. Vedle toho, pacienti s těžkou akutní formou celiakie musí na několik týdnů, než se uzdraví sliznice tenkého střeva, vynechat z jídelníčku např. mléko, tučná jídla. Zcela výjimečně musí v této fázi terapie užívat kortikoidy, které působí protizánětlivě, urychlují vyžrání střevního epitelu a tlumí abnormální imunitní reakci. Glukokortikoidy mohou indukovat symptomatické zlepšení, ale nedoporučují se užívat u nekomplikovaných forem celiakie kvůli dlouhodobým nežádoucím účinkům a relapsu (znovu objevení se) příznaků po přerušení léčby. Glukokortikoidy mohou být dočasně používány u těžkých forem celiakie (*Al-Bawardy a kol., 2017*).

Další možností je tzv. substituční léčba, která má za cíl nalézt takovou kombinaci léků, která spolu s dietou udrží nemocného v kompenzovaném stavu. Většinu těchto léků aplikujeme zejména v období zhoršení. Hlavními složkami jsou železo, kyselina listová, vitamín B12 při anémii a vitamín K při krvácivých projevech, kalcium a vitamín D při osteopatii (*Dítě a kol., 2000*). V současné době jsou ve fázi výzkumu další léčiva, jako jsou: inhibitory tkáňové transglutaminázy a molekul HLA, imunosupresiva a imunomodulátory (*Reshtak a Murray, 2012*).

2.2.2 Historie poznání

Podle dobových dokumentů je pravděpodobné, že se děti s příznaky celiakie vyskytovaly již v antickém Řecku. Poprvé tuto chorobu popsal v roce 1888 Samuel Gee jako dětské onemocnění projevující se podvýživou, vzedmutým břichem a průjmami s mastnou stolicí. Jako vyvolávající příčinu určil tehdy neznámý dietní faktor („...if the disease could be cured this should be by diet“ - bude-li choroba léčitelná, pak dietou), (*Kohout a Pavlíčková, 1994*).

Po 2. světové válce zjistila skupina vědců okolo Dr. Dickea, pediatra z Haagu, že celiakii vyvolává lepek (gluten) obsažený v pšenici. Tomuto objevu pomohl tzv. Holandský hladomor, kdy byla mouka vzácná a stav jeho pacientů se zlepšil. Po skončení války a zlepšení dostupnosti potravin včetně mouky se zdravotní stav opět zhoršil a vrátily se typické příznaky pro celiakii (*Kohout, 2006*).

Po válce, kdy bylo mouky opět dostatek, došlo k novým relapsům choroby. Při zkoumání jednotlivých obilnin byl lepek objeven Van de Kamerem nejprve v pšenici, poté v žitu a ječmeni a naposledy byl k toxickým prolaminům přiřazen i lepek z ovsu. Dalšími studiemi byl prokázán vztah mezi lepkem a projevy celiakie (Frič, 2008).

Postupně byla štěpena molekula glutenu a zjištěna jeho hlavní toxická komponenta, kterou je alfa-gliadin o molekulární hmotnosti 18 000, který izolovaně dokáže vyvolat celiakii (Frič, 2008).

2.3 Označování bezlepkových potravin

- potraviny označené údajem „BEZ LEPKU“: Obsah lepku může být nejvýše 20mg/kg.
- potraviny označená údajem „VELMI NÍZKÝ OBSAH LEPKU“: Obsah lepku může být nejvýše 100 mg/kg. (Pavelková, Kubík, 2016).

Commented [EZ1]: není v literatuře

Alternativní způsoby označení týkající se obsahu lepku nebo vhodnosti potraviny pro osoby s nesnášenlivostí lepku lze uvádět jako dobrovolné údaje nad rámec požadavků platných právních předpisů za předpokladu, že jsou doplněny označením určeným nařízením (ES) č. 41/2009 (tzn. Výrazem „bez lepku“ a „velmi nízký obsah lepku“) a za podmínky, že spotřebitele neuvádějí v omyl.

Většina osob, ale ne všechny, s nesnášenlivostí lepku může do své stravy zařadit oves, aniž by pocítily nepříznivé účinky na své zdraví. Otázka vhodnosti ječmene ve stravě při celiakii je předmětem pokračujícího studia a zkoumání vědců. Velkým problémem je však kontaminace ovsu pšenicí, žitem nebo ječmenem, ke které může dojít během sklizně, přepravy, skladování a zpracování. Nařízení (ES) č. 41/2009 proto povoluje použít při výrobě potravin pro zvláštní výživu určených pro osoby s nesnášenlivostí lepku oves, avšak stanovuje zvláštní požadavky na oves určený k výrobě potravin pro zvláštní výživu pro osoby s nesnášenlivostí lepku (Pavelková, Kubík, 2016).

Commented [EZ2]: to se cituje nějak jinak – internetové zdroje nevím, jak se citují

Obrázek č. 1 a č. 2 příklad loga bezpečkové potraviny (bezlepkovadieta.cz, 2009)



2.4 Bezlepkové mouky, zahušť'ovadla a přísady do pečení.

2.4.1 Bezlepkové mouky

Hlavní složkou sacharidů nacházející se v mouce jsou škroby. Dají se odloučit tím způsobem, že se mouka nasype do vodní lázně a rozmíchá. Tak se mohou oddělit proteiny, tuky a vláknina, protože nejsou rozpustné ve vodě. Při získávání škrobu z obilnin obsahující lepek není stoprocentně možné oddělit lepek od škrobu. Velký problém představuje deproteinovaný pšeničný škrob. Dříve byl považován za bezpečkový, i když samozřejmě minimální množství lepku v něm zůstává. Po dlouhých diskuzích i na mezinárodní úrovni bylo společností celiaků a výrobci bezpečkových potravin přijato, že tento škrob může obsahovat maximálně 0,3% bílkovin. Vzhledem k výše uvedenému zpřísnění normy pro obsah lepku v bezpečkových potravinách se do budoucna dá očekávat, že bude používán stále méně (Bass, 2013).

Commented [EZ3]: ?

- **Amarantová mouka:** Kulatá semena chutnající po oříškách vynikají především vysokým obsahem bílkovin. Amarant je bohatý na vitamíny řady B, dále vitamín C, vitamín E, železo, hořčík, sodík, zinek a vápník. V obchodech se dá koupit celé zrno, semletá mouka a pufovaná zrna (Rysová a Dostálová, 2004).

- **Banánová mouka:** Jde vlastně o usušené a semleté zelené banány, druh, který se u nás příliš neprodává. Tyto banány se konzumují pouze po tepelné úpravě. Mouka se vyznačuje vysokou spékavostí a pečivo s ní vydrží déle čerstvé a vláčné. Banánová mouka má neutrální chuť. Může se použít až 30% z celkového množství mouky v receptu.
- **Jablečná mouka:** Tak jako se ze zralého a suchého obilí vyrábí mletím obilná mouka, tak se ze zralých a kvalitních jablek vyrábí mouka jablečná. Při sušení je důležité dodržet správný technologický postup (jablka se nesmí drtit před sušením), aby si uchovala svou původní chuť a vůni. Jablka nemusí být krásná, ale musí být kvalitní a chutná.
- **Bramborová mouka/škrob:** Bramborový škrob můžete při bezlepkovém pečení použít jako stabilizátor a emulgátor. Bramborová mouka má neutrální chuť a díky tomu je velice oblíbená.
- **Kaštanová mouka:** Velice sytá, trochu nahořklá mouka je vhodná především pro pečení chleba, kterému dodá vynikající vůni a chuť.
- **Kokosová mouka:** Pro pečení se hodím především tím, že těstu dodá vláhu a hlavně důležitou vlákninu. Dá se tedy s úspěchem využít pro úpravu procesu trávení.
- **Kukuřice:** Obsahuje hodně sacharidů a bílkovin, důležitý je i obsah hořčíku, zinku a betakarotenu. Zpracovává se na mouku, krupici a škrob. Hodí se na bezlepkové koláče, buchty a omelety, dobře poslouží i k zahuštění polévek a omáček.
- **Mouka z cizrny:** Významná je díky svým cenným bílkovinám a pro své ořechové aroma. Cizrna obsahuje vápník, draslík, hořčík, zinek, železo. Vhodná pro zahuštění omáček, jedná se o přírodní formu jíšky bez jakýchkoliv přídavných látek (*Valíček, 2002*).
- **Lupinová mouka:** Lupina (rod *Lupinus*) je luštěnina neboli luskovina patřící mezi čeled' rostlin bobovitých. Přirozeně žlutá barva mouky díky obsahu karotenoidů je v pekařském řemesle velmi žádaná. Emulgační vlastnosti mouky částečně nahrazují vaječné žloutky. Lupinová mouka má neutrální chuť. (*Chatham, 2012*)
- **Sójová mouka:** Sójová mouka je vynikajícím zdrojem cenných bílkovin. Sója je zásadotvorná a má vysoký obsah řady cenných minerálů. Její vysoký obsah vitaminů B1 a B3, lecitinu, vápníku a hořčíku velmi příznivě působí na nervovou soustavu. Má vysoký obsah kyseliny linolové. Propůjčuje bezlepkovému pečivu vláčnost a zlepšuje kvalitu těsta.

- **Maranta třtinová:** Mele se na chuťově neutrální mouku obsahující velké množství škrobu, která se dobře zpracovává. Hodí se jako pojídlo a emulgátor.
- **Pohanka:** Hranatá zrnka výrazné, poněkud štiplavé chuti. Nejlépe je ji nakupovat označenou jako bezlepkovou. Často může být kontaminována během pěstování i zpracování. Prodává se jako celé zrnko, lámanka nebo v podobě mouky.
- **Proso:** Celé zrnko i semletá mouka si zachovají velkou schopnost bobtnat, proto při použití do těsta je třeba dát více vody. Pečivo z prosa či jáhel má nasládlou chuť a je aromatické, láká i nažloutlou barvou.
- **Quinoa:** Na škroby bohatá semena připomínají jáhly. Obsahuje velké množství esenciální aminokyseliny lyzinu, která je významná pro kvalitu bílkovin. Mouka se hodí na chléb a omelety.
- **Rýže:** Její zrnka se zpracovávají na rýžový papír, dělají se z nich různé snacky z pufované rýže, rýžové vločky, těstoviny a také mouka, z níž se připravuje různé pečivo. Rýžová mouka je oblíbenou složkou různých bezlepkových moučných směsí, hodí se však i na zahušťování polévek a omáček (*Schäfer, Stemmer, 2013*).
- **Teff:** Nešlechtěná obilovina z Etiopie dává zrnka, která mají nasládlou ořechovou chuť, velice jemnou a decentní. Obliba této mouky velmi roste, protože zlepšuje kvalitu těsta. Malá zrnka se melou i s plevami, mouka proto dodává pečivu tmavou barvu (podobně jako jiná celozrnná mouka). Její zpracování je jednoduché a využití mnohostranné (*Chatham, 2012*).

2.4.2 Přísady do pečení pro kynutí a kypření

Pro dosažení vláčného a tažného těsta je třeba k bezlepkovým moukám přidat ještě přísady do pečení.

- **Amonium** (cukrářské droždí, sůl z jeleního rohu) je chemické kypřidlo, které se používá na ploché a suché pečivo. Musí se uchovávat v dobře uzavřené nádobě, jinak reaguje se vzduchem a vyprchává.
- **Droždí** je biologicky kypřící prostředek, která se dnes dá v čerstvém stavu koupit jako balené kostky o hmotnosti 42g. Čerstvé droždí voní trochu jako víno a je světlé. Pokud jsou na droždí tmavá místa nebo je mazlavé, má už nejlepší

dobu za sebou a k pečení se nehodí. Pokud chuť a vůně čerstvého droždí nevádí, může se jeho množství v receptu zvýšit až o 10-20g. Naproti tomu sušené droždí je třeba používat přesně podle receptu.

- **Pekařský kvas** vzniká na bázi včelího medu z mléčných bakterií a droždíových kvasinek. Používá se především při pečení chleba. Bezlepkový kvas vyrábí firma Sekowa.
- **Prášek do pečiva** je směsí kypřících difosforečnanu disodného a hydrogenuhličitanu sodného a škrobu (je třeba dát pozor, některé značky používají pšeničnou mouku). Hodí se do všech třených těst. Díky teplu a vlhkosti se tvoří bublinky kyseliny uhličitě, které těsto nakypří. Pečivo s kypřícím práškem není třeba nechat odpočinout, může se konzumovat hned po vytažení z trouby.
- **Vinan draselný (E 336)** je přírodní kypřidlo. Obsahuje kyselinu citronovou nebo vinnou. Pečivo s vinanem draselným se musí dostatečně dlouho péci, při krátké době pečení po něm totiž zůstává nakyslá chuť (*Schäfer, Stemmer, 2013*).

2.4.3 Zahušťovadla

Pro dosažení vláčného a tažného těsta je třeba k bezlepkovým moukám je třeba k bezlepkovým moukám přidat ještě zahušťovací prostředky.

- **Agar (E 406)**: Rostlinná želatina z východoasijských řas je prodávána v podobě prášku, tyčinek a plátků. Vegani ji používají místo klasické želatiny. Agar se musí povařit v trošce tekutiny. Jedna zarovnaná lžička prášku nahradí asi 8 plátků želatiny. Podobně jako u želatiny tuhnutí začíná až po vychladnutí.
- **Guarová guma (E 412)**: Toto zahušťovadlo se získává ze semen rostliny podobné bobu. Používá se jako zahušťovadlo a emulgátor, které dokáže vázat hodně vody i za studena. Guarová guma zpomaluje vyprazdňování žaludku a omezuje vstřebávání cukrů z potravy, čímž zvyšuje i pocit sytosti (*Nováková, 2006*).
- **Guma tara (peruánský karubin, E 417)**: Želírující mouka, která se získává ze semen keře tara, je považována za vlákninu příznivě ovlivňující trávení.

- **Karagenan (E 407):** Vyrábí se z červených řas a hodí se k zahuštění tekutin. Používá se často společně s dalšími rostlinnými zahušťovadly (*Schäfer, Stemmer, 2013*).
- **Tapioka:** Škrob získávaný ze sušeného kořene manioku se do obchodů dodává v podobě vloček nebo kuliček. Má mírně moučnou chuť, která se ztratí až po delší tepelné úpravě.
- **Tragant (E 413):** Pryskyřice z keřů rostoucí v Asii se používá jen v malém množství, protože má velice silnou zahušťovací schopnost.
- **Xantan (E 415):** Uměle vytvořená přísada, k jejíž výrobě se používají bakterie (fermentace sacharidů). Těstům dodává značnou schopnost vázat vodu. Díky tomu pečivo či chléb tak snadno nevysychají (*Pelikán a Sáková, 2001*)
- **Jablečný pektin** – svou schopností bobtnat dává do pohybu trávení, navíc uchovává dále pocit sytosti. Zlepšuje kvalitu bezlepkového pečiva, protože mu umožní udržet se déle vlhkost.
- **Psyllium** – je rostlinná vláknina ze semen jitrocele indického. Díky své schopnosti vázat vodu zlepšuje kvalitu bezlepkových těst, navíc příznivě působí na trávení, ovšem jen tehdy, když ji nezapomeneme doplnit dostatkem vody.
- **Vláknina z cukrové řepy** – propůjčuje bezlepkovému pečivu příjemné sladové aroma a zvyšuje jeho schopnost vázat a podržet vlhkost, díky tomu vydrží déle čerstvé (*Schäfer, Stemmer, 2009*).

2.4.4 Ořechy, semena, vláknina a další přísady

Používají se při přípravě sladkého i slaného pečiva, jemuž dodávají pro naše zdraví důležité látky jako prospěšné mastné kyseliny, nepostradatelnou vlákninu a minerální látky. Ořechy, jádérka, semena a přírodní vláknina jako třeba jablečný pektin pomáhají posílit imunitní systém. Navíc skvěle chutnají a dokáží vylepšit chuť bezlepkových potravin (*Schäfer, Stemmer, 2009*).

- **Lískové oříšky** – je možno konzumovat vcelku, sekané, mleté, syrové i restované. Obsahují asi 60% tuku a mají vysoký obsah vitamínu E (26mg/100g).

Tento v tucích rozpustný vitamin je velice důležitý především v prvních týdnech po přechodu na dietu.

- **Lněné semínko** – bylo získáváno ze lnu už před 8000 lety. Obsahuje 44 % tuku. Za studena lisovaný lněný olej dodá tělu mnoho důležitých mastných kyselin. Šrot z lněného semínka rozmíchaný ve větším množství vody účinkuje jako mírné projímadlo.
- **Mák** – modrošedá, ledvinovitě tvarovaná semínka obsahují 51% tuku. V kuchyni se běžně používá umletý jako nádivka do buchet, přísada do těsta nebo na posyp knedlíků. Dobrý je mák i do chleba či na posyp slaneého pečiva. Při nákupu by mák měl být označen jako bezlepkový, protože může snadno dojít k jeho kontaminaci v balírně (*Schäfer, Stemmer, 2013*).
- **Mandle** – v jakékoli podobě dodají 580kcal/100g. Téměř polovinu jejich hmotnosti tvoří tuk (51g/100g).
- **Ořechy kešu** – se konzumují syrové i orestované případně solené a přidávají se do různých směsí. Mohou se použít do sladkého i pikantního pečiva, dodají vždy výbornou chuť. Obsahují hodně tuku (42 g/100g), ten tvoří z 65% srdci prospívající polynenasycené mastné kyseliny. Navíc jsou kešu ořechy také dobrým zdrojem hořčíku (260 mg/100 g), (*Bušinová, 2007*).
- **Piniová semínka** – dodají tělu 68 g tuku/100g. Z toho 28% tvoří mononenasycené a 50% polynenasycené mastné kyseliny (hlavně esenciální kyselina linolová). 7% pak nasycené mastné kyseliny.
- **Sezamové semínko** – obsahuje až 63% tuku, z větší části tvořeného kyselinou linolovou, kterou si tělo neumí samo vytvořit, a především hodně vápníku – 783 mg/100 g semínka. Bílkoviny obsažené v semínku dodají tělu všechny důležité aminokyseliny v ideálním poměru, až na poněkud menší množství lyzinu. Sezam dodá pečivu ořechové aroma, které ještě zesílí, pokud se předem orestuje (*Kotalová a kol. 1994*).

2.5 Tabulka moučných směsí pro pečení a jejich doporučené využití

Tab. č. 1 Směsi pro pečení bezlepkového pečiva

Výrobce	Výrobek	Složení	Doporučené použití
Nominal	Směs na chléb se lněnou vlákninou	Deproteinovaný pšeničný škrob, jáhlová mouka, lupinová mouka, bramborové vločky, lněná vláknina, guma quar E412, chlebové koření	Směs k přípravě chleba se lněnou vlákninou, s výraznější chutí, strukturou i barvou připomíná běžný chléb
Nominal	Nomix	Pšeničný škrob deproteinovaný, lupinová mouka, kukuřičná mouka, lněná mouka, cukr, zahušťovadlo quarová mouka, sojový lecitin, kypřicí látka (E450, E500)	Univerzální mouka k přípravě kynutých těst, třených, křehkých či odpalovaných těst
Nominal	Směs na chléb rustikální	Deproteinovaný pšeničný škrob, lupinová mouka, jáhlová mouka, maniokový škrob, bramborové vločky, vláknina (lněná, jablečná), cukr, sůl, quarová mouka, maltodextrin,	Univerzální směs obohacená vlákninou, s výraznější chutí

		jablkový prášek, koření	
LABETA	Labeta univerzální směs	Bramborový škrob, rýžová mouka, kukuřičná mouka, kukuřičný škrob, zahušřovadlo (guma guarová, fosforečnany vápenaté, antioxidant: kyselina askorbová, kyselina citronová	Univerzální směs na tmavý chléb a na vaření
ADVENI	Bezlepková směs delikates	Kukuřičný škrob, směs semínek (slunečnicová loupaná, dýňová, lněná zlatá a hnědá, konopná loupaná), bramborový škrob, tapiokový modifikovaný škrob, mleté výlisky semen chia, dextróza, sůl, kmín drcený, quarová guma, kyselina askorbová a citronová	Směs na jemnou delikátní chuť, k výrobě chleba a jemného pečiva
ADVENI	Univerzální směs simply Adveni	Kukuřičný škrob, bramborový škrob, modifikovaný tapiokový škrob, chia mouka – mleté	Univerzální směs na sladké i slané pečení, pro výrobu pizzy,

		výlisky ze semen chia – šalvěže hispánské, dextróza, slunečnicový lecitin, quarová guma	rohlíků, těstovin, sušenek atd.
JIZERKA	Univerzální směs ZLATÁ	Bezlepkový pšeničný škrob, lupinová mouka, hroznový cukr, guma guarová, sojový lecitin, kyselina askorbová	Směs určena k přípravě slaného i sladkého pečiva
Alimpek	Procelia- směs	Kukuřičný škrob, sojová mouka, sůl, glukóza, drcený kmín, lecitin, quarová mouka, deproteinovaný pšeničný škrob	Univerzální směs na jemné světlé pečivo
Schär	Margherita Mix A	Cukr, kukuřičný škrob, bramborový škrob, zahušťovadlo (mouka ze semen svatojánského chleba), pekařské kypřidlo (E575 a natrium- hydrogenkarbonát), emulgátor (E471)	Hotová směs na koláče a pečivo
Schar	Brot-Mix Mix B	Kukuřičný škrob, rýžová mouka, lupinová bílkovina, dextróza, rostlinná vláknina, zahušťovadlo (E464), sůl	Hotová směs na všechny druhy chleba, kynuté těsto, pečivo sladké i slané

2.6 Senzorická analýza

Smyslové hodnocení potravin bylo vždy předmětem zájmu spotřebitelů a nabývalo na významu s rostoucí mírou nasycenosti obyvatelstva.

Přístupy ke smyslovému posuzování potravin i jeho metody se postupně vyvíjely. Od metod poměrně velmi jednoduchých až k metodám současným, založených na podrobných znalostech fyziologických principů vnímání, na objektivizaci výběru posuzovatelů, na vytvoření optimálních podmínek pro vlastní sensorickou analýzu a konečně i na matematicko-statistickém vyhodnocení sensorických výrobků. (*Ingr, 1997*).

Jakost potravin sestává z několika významných stránek, z nichž nejdůležitější jsou jakost výživová a zdravotní nezávadnost. Kromě funkčních vlastností a užitné hodnoty výrobku nabývá v poslední době na důležitosti také sensorická jakost potravin, protože spotřebitel má zájem nejen uspokojit své potřeby živin, ale příjem potravin pro něho znamená také příjemnosti a celkové kvalitě (*Ingr, 1997*).

Pod pojmem sensorické jakosti rozumíme souhrn těch vlastností, které je člověk schopen přímo postřehnout svými smysly. Sensorická jakost se však neomezuje jen na fyziologické procesy smyslového vnímání, ale jde o soubor psychologických jevů. Podstatnou část totiž představuje zpracování podnětů z vnějšku v centrální nervové soustavě. Cílevědomé zjišťování jednotlivých sensorických ukazatelů nazýváme sensorickou analýzou. Sensorickou analýzu tedy můžeme definovat jako analýzu prováděnou bezprostředně lidskými smysly, tedy bez prostřednictví přístrojů (*Pokorný, Valentová, 2013*).

Výběr metody závisí do značné míry na charakteru úkolu, na počtu a kvalitě jednotlivých hodnotitelů, na čase, který je možné analýze věnovat, na množství vzorku a na statistické chybě, kterou je možné tolerovat. Do jisté míry záleží také na tom, s kterou metodou mají v konkrétní sensorické laboratoři výzkumníci zkušenosti (*Pokorný et al., 1998*).

Celý proces je tedy velmi složitý a podíl psychických procesů se často mezi výrobci potravin podceňuje. Chemickou analýzou se stanoví jen vnější podnět,

fyziologickou analýzou lze stanovit vnitřní podnět, kdežto senzorickou analýzou se stanoví navíc soubor faktorů, které určují konečný dojem a postoje spotřebitele (Pokorný, Valentová, 2013).

2.7 Podmínky pro senzorickou analýzu

Podmínky pro senzorické hodnocení moderními metodami se volí takové, aby se co nejvíce odstranily rušivé vlivy a zlepšila se tak přesnost stanovení a aby se dosáhlo objektivních, vzájemně srovnatelných výsledků. Tyto podmínky jsou určeny mezinárodními normami (hlavně ISO), kterými je definováno vybavení místnosti, způsob přípravy a překládání vzorků.

Nejvyšší celosvětovou normalizační organizací je Mezinárodní organizace pro standardizaci (ISO – International Organization for Standardization) se sídlem v Ženevě (Pokorný, Valentová, 2013).

2.7.1 Zkušební místnost

Vybavení zkušební místnosti je dáno požadavky mezinárodní normy ISO 8589. Minimálním požadavkem je, aby zkušební místnost byla oddělena od místnosti pro přípravu vzorků a celé pracoviště senzorické analýzy bylo izolováno od ostatních prostor. Místnost musí být čistá, dostatečně prostorná, dobře větratelná a bez jakýchkoliv pachů. Stěny místnosti mají být světlé a jasné (Pokorný, Valentová, 2013).

Teplota místnosti má značný vliv na kvalitu hodnocení. Teplota má být stálá, nejlépe 20 – 23 °C. Během hodnocení nemá být v místnosti průvan. Hodnotitel má mít při práci klid, je proto nutné vyloučit všechny vlivy, které by rozptylovaly nebo ovlivňovaly objektivnost výsledků (hovor, přecházení osob po místnosti, hudba, zvuky z ulice), (Pokorný, Valentová, 2013).

2.7.2 Hodnotitelé

Při sensorické analýze vystupuje člověk ve dvojí úloze: a) nahrazuje přístroj při získávání vnitřního podnětu a b) na rozdíl od přístrojů však také zpracovává vnitřní podnět na vjem, při čemž nemůže být žádným přístrojem nahrazen. Proto zařazujeme metody sensorické analýzy mezi metody psychologické (*Pokorný, Valentová, 2013*).

Hodnotitelé (též assessoři) se dělí na neškolené, krátce zaškolené, školené a experty. I dostatečně vyškolený a zkušený hodnotitel může sensoricky analyzovat pouze tehdy, jestliže se cítí duševně a fyzicky disponován. Pro konsumentké zkoušky je lépe zvolit hodnotitele bez předběžných zkušeností a odborných znalostí, protože se jejich odpověď více blíží názorům běžných konzumentů. Těsně před vlastním hodnocením musejí být všechny osoby zúčastněné řádně instruovány o postupu při analýze (*Pokorný, Valentová, 2013*).

2.7.3 Doba a délka hodnocení

Jako nejvhodnější denní doba k posuzování se doporučuje doba od 9 do 11 hodin dopoledne a od 14 do 16 hodin odpoledne. Mezi jednotlivými zkouškami (řadami vzorků) se při degustacích doporučují 20 – 30 minutové přestávky, při hodnocení barvy nebo textury mohou být přestávky kratší, protože hodnocení je méně namáhavé než hodnocení chutí a vůně.

Počet vzorků podávaných jako jedna řada se řídí složitostí úkolu. Jestliže jde o degustaci, nedoporučuje se podávat více než 4 až 6 vzorků najednou. Mezi degustacemi dvou po sobě následujících vzorků je třeba počkat 40 – 100 sekund po spolknutí předchozího vzorku, aby se zregenerovala schopnost chuťových receptorů.

Při degustacích někdy chuť vzorku doznívá delší dobu, a proto se v takovém případě mezi jednotlivými vzorky podává vhodný chuťový neutralizátor – podle zkoumaného vzorku je to nejčastěji voda, teplá voda, slabý hořký čaj (*Pokorný et al., 2013*).

2.7.4 Vyhodnocování výsledků sensorické analýzy

Rozdílové zkoušky

Rozdílové (diskriminační, rozlišovací) zkoušky mají za cíl zjištění, zda mezi vzorky existuje rozdíl v sensorické jakosti nebo v některém jejím znaku, příjemnosti nebo intenzitě. Před vlastní zkouškou je třeba stanovit hladinu pravděpodobnosti, na které má být výsledek zaručen. U rozlišovacích metod obvykle volíme hladinu 99%, u vzorků blízkých vlastností někdy jen 95%.

- **Párová zkouška** je nejstarší a nejjednodušší rozdílovou zkouškou, proto je zvlášť vhodná pro soubory hodnotitelů s malými zkušenostmi. Při této zkoušce hodnotitel obdrží najednou dva vzorky (A a B) v nahodilém pořadí. Hodnotitel vzorky v předloženém pořadí ochutná a rozhodne, zda zjistil nějaký rozdíl nebo ne. Výhodou této zkoušky je, že pro jednoduchost hodnocení nevyžaduje zvláště důkladné zaškolení hodnotitelů.
- **Trojúhelníková zkouška** je stále často používanou rozlišovací zkouškou. Podstata této zkoušky spočívá v tom, že hodnotitel obdrží k posouzení řadu tří vzorků, vždy dva vzorky shodné a jeden odlišný. Jeho úkolem je rozhodnout, které dva vzorky jsou v trojici shodné a který je odlišný. Zkouška je o něco složitější a vyžaduje zaškoleného hodnotitele. Pravděpodobnost správného výsledku je zde 33,3%, takže k dosažení spolehlivých výsledků stačí již obvykle 25 – 40 odpovědí.
- **Zkouška duo – trio**, je kombinací obou předchozích, ale zahrnuje navíc podání referenčního vzorku. Hodnotitel obdrží tři vzorky, srovnává oba neznámé vzorky se vzorkem referenčním, který je označen. Jeho úkolem je opět rozhodnout, který vzorek z páru neznámých vzorků je shodný s referenčním vzorkem. V úloze jde prakticky o dva párové testy, z toho vyplývá opět 50 % pravděpodobnost správného výsledku.
- **Preferenční zkoušky** při těchto zkouškách nejde o určení, zda existuje rozdíl, ale o určení, kterému vzorku či vzorkům v určitém souboru dá posuzovatel přednost jako sensoricky kvalitnějšímu nebo přijatelnějšímu či příjemnějšímu. Nejběžnější zkouškou je zde párová zkouška. Vyhodnocování výsledků preferenčních zkoušek probíhá na hladině pravděpodobnosti 95% (Ježek, 2014).

- **Pořadové zkoušky** slouží k orientačnímu roztřídění skupiny vzorků, k výběru vzorků ztelně se lišících od ostatních vzorků skupiny.

Počet vzorků bývá podle složitosti zkoušky různý. U hodnocení chuti předkládáme zpravidla 5 – 6 vzorků, při hodnocení vůně a textury 8 – 10.

Nezbytný počet hodnocení záleží na počtu srovnávaných vzorků a předem stanovené hladině pravděpodobnosti. Při seřazování 4 až 5 vzorků podle intenzity školenými hodnotiteli, stačí 10 odpovědí.

Výsledky se vyhodnocují statisticky ze součtu pořadí jednotlivých vzorků. Jestliže je úkol zjistit pouze průkaznosti rozdílů mezi libovolnými dvěma vzorky, postupujeme podle Friedmana (*Pokorný et al., 2013*).

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Cíl práce

Cílem práce je nalézt vhodnou recepturu pro bezlepkový chléb, obohacený o přídavek jablečné vlákniny a jablečné mouky. Kombinací těchto dvou surovin a směsi jednodruhových bezlepkových mouk dosáhnout struktury pečiva velmi podobnému běžnému pečivu s lepkem.

3.2 Použité suroviny

Jablečná vláknina

Vlákninou rozumíme balastní látku, látku, která je bobtnavá, vážící vodu. Lidský organismus nedisponuje příslušnými enzymy, které by dokázaly polysacharidy vlákniny štěpit. Vlákninu dělíme na rozpustnou a nerozpustnou. Její rozpustná forma váže vodu, bobtná, zpomaluje průchod tráveniny žaludkem, snižuje hladinu LDL cholesterolu, stabilizuje glykemickou křivku, pomáhá při redukci váhy, taktéž diabetu. Vláknina nerozpustná pak funguje jako střevní kartáč, navozuje pocit sytosti a nedovolí

zahnívat zbytkům potravy. Zrychlením střevní peristaltiky zabraňuje vstřebávání škodlivých látek (*Chrpová, 2010*).

Hlavním zdrojem vlákniny je ovoce, zelenina, celozrnné obiloviny, luštěniny, brambory apod. Aby se projevíly pozitivní účinky vlákniny na lidský organismus, měl by se denní příjem pohybovat kolem 30 gramů, u dětí kolem 10 gramů (*Komprda, 2009*).

Naopak nadměrný příjem vlákniny může mít negativní účinky. Nadbytek se může projevit nadýmáním a bolestmi břicha. Při nedostatku tekutin může dojít k zácpě a snížení vstřebávání některých látek z potravin. Omezit příjem vlákniny se doporučuje pacientům v pooperačním období nebo osobám, které trpí zánětlivým onemocněním střev (*Bačíková, 2013*).

Pro výrobu bezlepkového chleba jsem zvolil jako jednu ze surovin jablečnou vlákninu. Často se můžeme také setkat s označením pektin. Vyrábí se z jablečných slupek, které se suší a posléze melou na jemný prášek. Tento výrobek je prost od jakýchkoliv dalších aditiv (*Masoodi, 2002*)

Jako surovinu pro výrobu bezlepkového chleba jsem zvolil jablečnou vlákninu od výrobce Adveni Medical, spol. s.r.o. Výrobek obsahuje ve 100g - 55g vlákniny a to: 45g nerozpustného a 10g rozpustného druhu vlákniny. Tento druh jemné vlákniny pomáhá udržovat střevo čisté, podporuje jeho peristaltiku, navozuje pocit sytosti, snižuje hladinu cholesterolu, stabilizuje hladinu krevního cukru. K využití je velmi nenáročný, neboť prášek z jablečných slupek příjemně voní a rovněž i chutná.

Dále lze jablečnou vlákninu vmíchat do jakéhokoli sladkého dezertu, těsta. Je však třeba odhadnout požadované množství, aby pak směs držela u sebe a aby zůstala kyprá a vláčná. Vlákna totiž váže vodu. Výsledný pokrm získá jablečný nádech, bez toho aniž by někdo poznal, že obsahuje pektin (*Jun, 2013*)

Obr. č. 3 Jablečná vláknina od výrobce Adveni Medical s.r.o.



Jablečná mouka

Jablečná mouka se vyrábí z kvalitních zralých jablek podobně jako se ze zralého a suchého obilí vyrábí mouka obilná. Při sušení je důležité dodržet správný technologický postup, aby si uchovala svou původní chuť, vitamíny, minerály a aroma. Jablečnou moukou lze nahradit jak běžnou mouku, tak lze použít jako přirozené sladidlo do každého receptu namísto cukru. Své využití najde proto především ve sladké kuchyni a přípravě moučníků (Butalová, 2017).

Pro svou práci a výrobu bezlepkového chleba jsem zvolil k jablečné vláknině i jablečnou mouku od českého výrobce JaBu. Jablečná mouka je přirozeně bezlepková a dodává pečivu jablečnou chuť a vůni a má vysoký obsah bílkovin.

Jablka obsahují ovocný cukr, který v pečivu plně nahradí běžný cukr. Jsou zdrojem pozitivně působících antioxidantů a obsahují vitamín C. Každé jablko obsahuje okolo 85% vody. Pro výrobu jednoho kila jablečné mouky je tak zapotřebí téměř 10 kg

celých jablek. Vyrábí se z celých jablek, které se nakrájí a usuší. Usušené se rozemelou na potřebnou hrubost, tím je jablečná mouka hotová a je bez dalších přísad.

Jablečná mouka se vyrábí drcením sušených jablek. Na rozdíl od jablečné vlákniny, do které se používají již odšťavená jablka, jsou v jablečné mouce použita celá, pouze sušená a rozdrčená jablka. Výrobou jablečné mouky by šlo řešit světovou nadprodukcí jablek (*Bhushan, 2008*).

Obr. č. 4 Jablečná mouka od výrobce JaBu



Semínka lnu hnědého

Lněné semínko obsahuje mnoho prospěšných látek - Omega 3 a Omega 6 mastné kyseliny, lecitin, niacin, vitamín E a flavonoidy. Samotné semínko je nestravitelné, proto se nejčastěji mixuje a kombinuje s oleji. Má schopnost vytvářet vazkou tekutinu a těsto poté má podobnou strukturu jako při použití mouky s obsahem lepku (*Kalač, 2003*).

Kmín

Zlepšuje a zvýrazňuje chuť pečiva.

Droždí

Je výrobek z kvasnic. Ovlivňuje chuť a strukturu pečiva a podílí se na výživové hodnotě (nutričně bohaté na bílkoviny, cukry a vitamíny řady B). Napomáhá zvětšování objemu těsta.

Voda

Voda musí pro přípravu těsta splňovat chemická i mikrobiologická kritéria s maximálním pH 8. Do těsta se přidává voda vlažná pro zlepšení kvasných procesů v těstě.

Cukr

Důležitý zejména při procesu fermentace. Pomáhá utvářet příznivé prostředí v kombinaci s teplem pro rostoucí kvasinky. Cukr se do těsta přidává jen v malém množství.

Sůl

Sůl těsto ochutí, zaktivuje bílkoviny v těstě a sníží vaznost vody. Sůl rovněž podporuje zabarvení kůrky chleba.

Pohanková mouka

Pohanka obsahuje draslík, fosfor, vápník, železo, měď, mangan, zinek.

Z vitamínů skupinu B, cholin, rutin a tokoferol (E). Nejvíce je tato obilnina ceněna pro vysoký obsah bioflavonoidu rutinu, obsaženého v semenech i slupkách.

Působí léčivě na cévy v celém organismu. Vrací jim pružnost a spolu s přítomným vitamínem E léčí na cévách chorobné změny. Zmírňuje potíže s křečovými žilami na nohou. Účinek rutinu ještě násobí vitamín C, proto je nezbytné jíst k pohance syrovou zeleninu. Rutin s vitamínem C snižuje riziko trombózy, infarktu či mozkové mrtvice. Pravidelná konzumace pohanky (alespoň tři krát týdně) spolu s pitím odvaru z lněného

semene a zvýšeným příjmem vlákniny vyléčí během měsíce hemoroidy. Pohanka je rovněž velmi výhodná k detoxikaci při těhotenství a vůbec jakékoli autointoxikaci (sebeotravě). Známy je léčebný účinek pohanky při praskání žilek v oku, obličejí, při zvýšené krvácivosti, žaludečních a dvanáctíkových vředech, střevních nádorech či při silné a déletrvající menstruaci. Obsah vitaminů B 1 a B 2 pomáhá tělu aktivovat energii podporující činnost nervů. Příznivě ovlivňuje stavy podrážděnosti, nechutenství a bolesti hlavy. Konzumace pohankou může mít příznivý účinek na cukrovku, protože byly hlášeny nižší postprandiální hladiny glukózy v krvi a inzulínové odpovědi. Kromě toho metabolity pohanky, jako rutin, mohou mít vlastní ochranné účinky při zachování inzulínové signalizace. Rutin má také potenciál být nápomocen při léčbě Alzheimerovy choroby (*Liu, 2017*).

Velmi důležitým vitaminem obsaženým v pohance je cholin, který regeneruje jaterní buňky po poškození chorobami a alkoholem. Zároveň napomáhá při odbourávání nahromaděného tuku v játrech. Pohanka obsahuje kyselinu linoleovou, která snižuje hladinu cholesterolu v krvi a působí proti srážení krve v cévách. Lipidy z pohanky obsahují 0,2 procenta fyziologicky aktivních rostlinných sterolů - sitosterol a campesterol, které snižují vstřebávání cholesterolu z potravy. Vzhledem k obsahu škrobů a plnohodnotné bílkoviny podobné živočišným (aminokyselinám lyzinu, metioninu a triptofanu) poskytuje pohanka vynikající plnohodnotnou stravu. Minerální látky a stopové prvky (zvláště vápník) jsou v pohance významné při těhotenství a v geriatrici (tedy pro starší občany). Pohanka je bezlepkovou obilninou. To ocení zejména lidé, pro které je bezlepková dieta životní nutností (*Kreft, 2016*).

Obr. č. 5 Pohanková mouka od výrobce PRO-BIO



Kukuřičná mouka

Kukuřičná mouka má široké spektrum použití. Vyrábí se jako mouka nebo krupice. V mezinárodní kuchyni se z kukuřičné mouky připravují mexické placky tortilly a v Itálii polenta. Je vhodná pro přípravu slaných i sladkých kaší, placek nebo se používá jako příměs při pečení pečiva. Kukuřičnou mouku lze kombinovat s jinou moukou. Kukuřice je bohatá na mononenasyčené a polynenasycené mastné kyseliny, především na kyselinu linolovou. Lisuje se z ní velice výživný olej, který pomáhá snižovat hladinu cholesterolu v krvi. Čerstvá cukrová kukuřice obsahuje přibližně 3 % proteinů a v sušené jich je až 10 %. Nejvíce zastoupeným proteinem je zein, jehož strukturu tvoří všechny esenciální aminokyseliny. Kukuřice nabízí hodně draslíku, fosforu, hořčíku a železa, ale velmi málo vápníku. Cukrová kukuřice je taktéž dobrým zdrojem rozpustné i nerozpustné vlákniny (Torres, 2017).

Protože kukuřice mírně zpomaluje činnost štítné žlázy a proces trávení, je její konzumace vhodná při hypertyroidismu, který se mimo jiné projevuje hubnutím a nervozitou. Konzumace kukuřice se doporučuje v případě, je-li ze zdravotních důvodů

nutné zvýšit tělesnou hmotnost. Kukuřice zklidňuje a chrání střevní sliznici. Dobře ji snášejí pacienti s chronickou kolitidou a se syndromem dráždivého tračníku (*Pamplona-Roger, 2009*)

Obr. č. 6 Kukuřičná mouka BIO od výrobce Natural Jihlava JK s.r.o.



Rýžová mouka

Rýže se považuje za vhodnou náhražku pšenice, protože je dostupná po celém světě a je méně alergenní. Rýže pomáhá regulovat obsah vody v organismu, čistí trávicí ústrojí a při pravidelné konzumaci pomáhá snižovat hladinu cholesterolu. Rýžová mouka se vyrábí z rýže speciálním postupem. Využívá se především k přípravě sladkých, nepečených dezertů. Je vynikající surovinou pro pečení bezlepkových sušenek, dortů a nekynutých buchet. Její důležitá vlastnost je, že zvyšuje objem a pojivost (bezlepkových) směsí (*Pamplona-Roger, 2009*).

Při pečení se obvykle také míchá s jinými druhy mouky (pohanková, kukuřičná a další). Těsto z rýžové mouky je pevné, v mnoha ohledech podobné těstu z pšeničné mouky, ačkoli ne tak pružné (*Yano a kol., 2017*).

Obr. č 7 Rýžová mouka BIO od výrobce Natural Jihlava JK s.r.o.



3.3 Receptury

Tab. č. 2 Tabulka zvolených receptur (Zdroj: vlastní)

Chléb	A	B	C	D
Pohanková mouka (g)	100	100	100	100
Rýžová mouka (g)	68	68	68	68
Kukuřičná mouka (g)	200	180	180	200
Jablečná mouka (g)	-	40	-	20
Jablečná	20	-	40	-

vláknina (g)				
Lněné semínko (g)	10	10	10	10
Voda (ml)	470	470	470	470
Droždí (g)	28	28	28	28
Kmín (g)	6	6	6	6
Cukr (g)	10	10	10	10
Sůl (g)	6	6	6	6

Všechny chleby byly upečeny v pekárně ETA Delicca 7149 90020. Technologický postup byl u všech vzorků stejný, suroviny byly použity podle tabulky č. 2. Postup přípravy byl následující: do pečicí formy byla nalita voda, sůl, cukr, kmín a lněné semínko. Bezlepkové mouky a jablečná vláknina / mouka byly po navážení v míse řádně promíseny mezi sebou. Sypká směs byla posléze také přidána do formy. Poté byl zapnut pečicí program Bezlepkový, a do směsi bylo přidáno rozdrobené droždí. Po promíchání směsi, které trvalo 10 minut, byla pekárna vypnuta, a směs se nechala 2 hodiny kynout. Po této době byla pekárna nastavena na program Pečení, teplota nastavena na 180°C a čas nastaven na 1 hodinu. Po ukončení programu byla pekárna vypnuta, víko pekárně bylo zčásti odklopeno a chléb se ponechal ve formě do úplného vychladnutí.

Obr. č. 8 Pekárna ETA Delicca 7149 90020



3.4 Senzorické hodnocení

Všechny vzorky určené k hodnocení byly upečeny den před senzorickou zkouškou. Chléb byl nakrájen těsně před hodnocením v přípravné místnosti, a jednotlivé vzorky byly předloženy na keramických talířcích. Na každém talířku bylo vedle každého ze čtyř vzorků napsáno fixou příslušné písmeno.

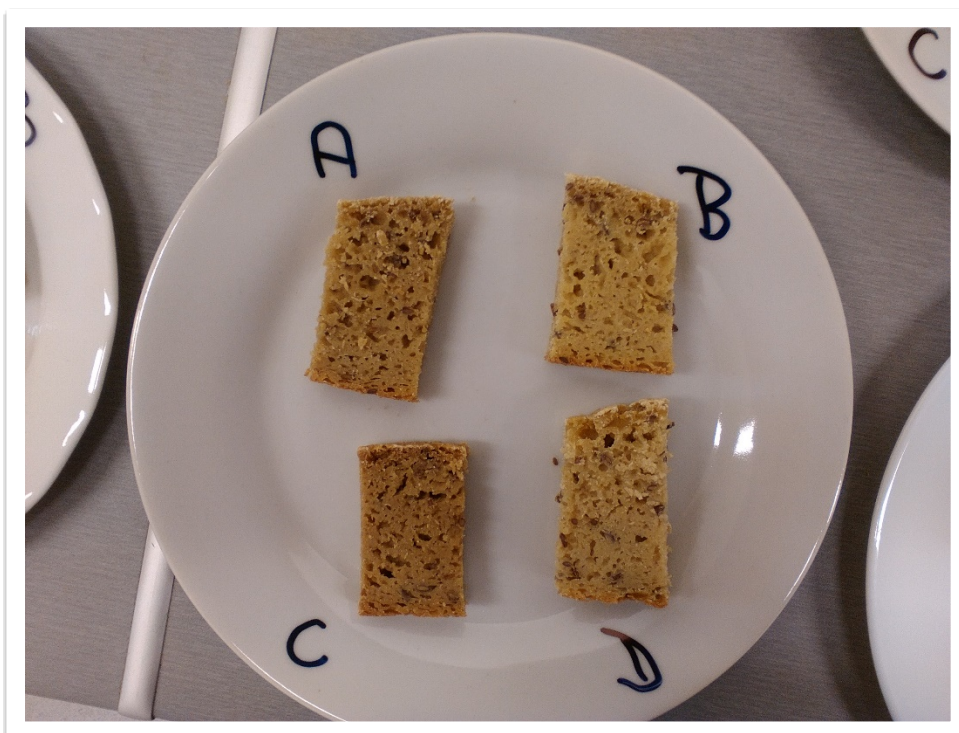
Hodnocení probíhalo dne 18. 4. 2017 v dopoledních a odpoledních hodinách, a účastnilo se ho celkem 31 hodnotitelů. Dopoledne to byly 2 skupiny. První skupina měla 21 členů a druhá měla 6 členů. Všichni hodnotitelé byli po příchodu do zkušební místnosti proškoleni a seznámeni s průběhem senzorické analýzy odborným školitelem, v tomto případě vedoucím diplomové práce. V místnosti byla vždy osoba, která dohlížela na klidný a správný průběh hodnocení. Vzorky byly připravovány ve vedlejší místnosti, která splňovala hygienické podmínky. Po proškolení byly hodnotitelům podány k senzorické analýze vzorky na bílých keramických talířcích. Jako neutralizátor chuti byla podána pitná neperlivá voda. Hodnotitelé měli dostatek času si vše rozmyslet a zapsat do předem připravených protokolů, se kterými byli také na začátku testu seznámeni.

Třetí skupina 4 hodnotitelů hodnotila v odpoledních hodinách pod dohledem autora, který skupinu zároveň proškolil v zásadách senzoričké hodnocení.

Obr. č. 9 Příprava na senzoričké hodnocení



Obr. č. 10 Připravené vzorky na senzoričké hodnocení



3.5 Statistické vyhodnocení pořadové preferenční zkoušky

Data získaná od hodnotitelů byla zpracována a vyhodnocena pomocí textu, tabulek a grafů. Na jejich vyhodnocení byl použit program Microsoft Word 2013. Při vyhodnocení pořadové preferenční zkoušky proběhlo vyhodnocení na hladině pravděpodobnosti $P = 95\%$.

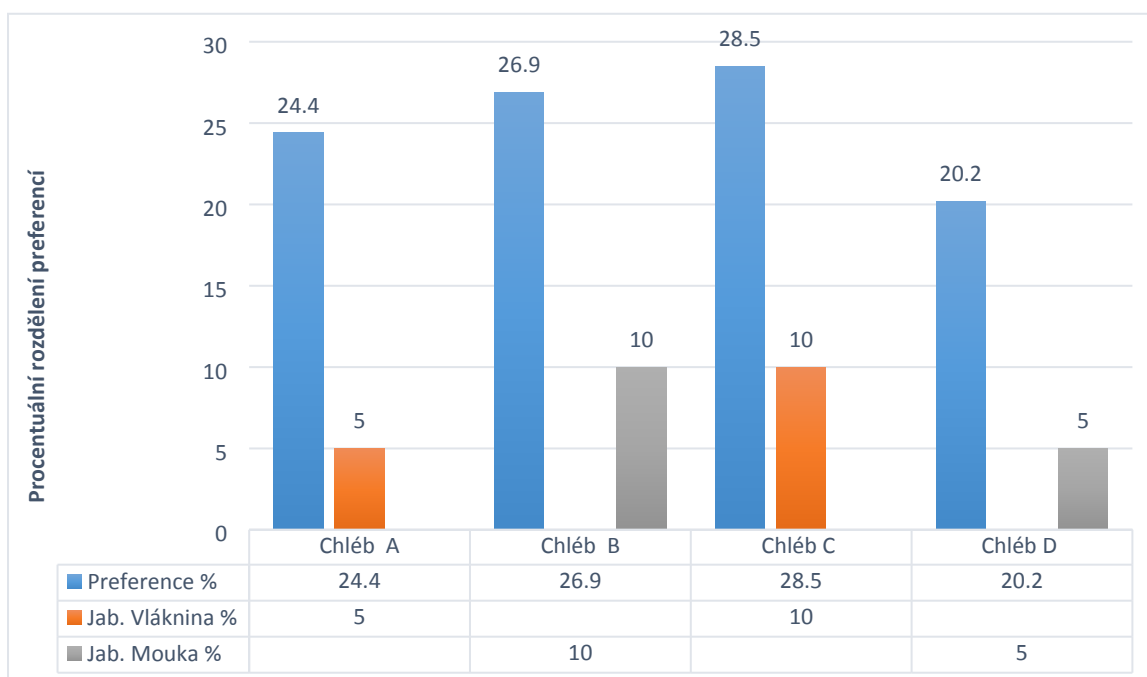
Po vyplnění všech formulářů hodnotiteli byly odpovědi vyhodnoceny a sečteny pro jednotlivé vzorky. Grafy byly sestrojeny pomocí programu Microsoft Word 2013 a data následně zpracována podle Friedmana, a porovnána s tabulkou č. 4. Pokud bylo prokázáno, že v souboru existují průkazné rozdíly mezi jednotlivými vzorky, postupuje se dále podle následujícího vzorce: $| R_i - R_j | > k \times \sqrt{\frac{j \times p \times x (p + 1)}{6}}$, aby bylo zjištěno, mezi kterými vzorky existují průkazné rozdíly.

4 VÝSLEDKY

4.1 Výsledky pořadové preferenční zkoušky u hodnoceného parametru chuť

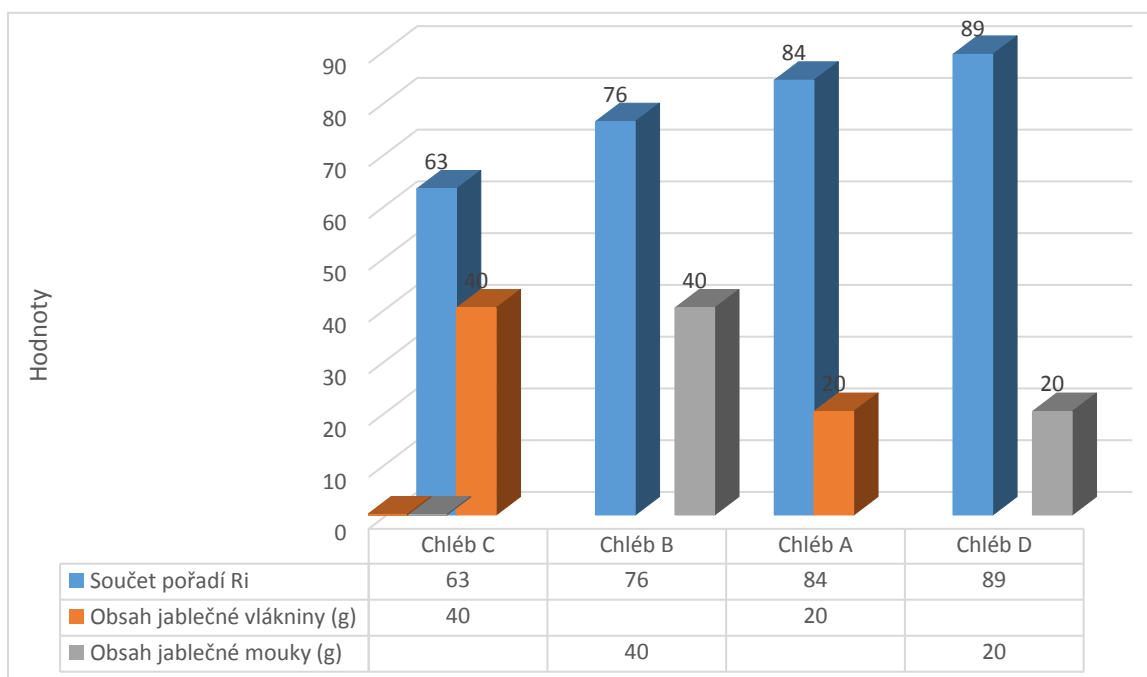
Parametr chuť byl zvolen proto, aby bylo zjištěno, jak hodnotitelé vyhodnotí specifickou chuť pečiva s příměsí jablečné mouky nebo s příměsí jablečné vlákniny. Na grafu č. 1 je zobrazeno procentuální rozdělení preferencí hodnotitelů u parametru chuť.

Graf č. 1 Procentuální zobrazení pořadové preferenční zkoušky u hodnoceného parametru chuť



V grafu č. 2 jsou znázorněny výsledky pořadové preferenční zkoušky seřazené od nejpreferovanějšího chleba označeného písmenem C, po nejméně preferovaný chléb D. Zároveň je součástí grafu i obsah jablečné vlákniny nebo jablečné mouky.

Graf č. 2 Grafické znázornění výsledků pořadové preferenční zkoušky parametru chut' a obsahu jablečné vlákniny nebo jablečné mouky



Výpočet podle Friedmana

Kvůli zjištění průkaznosti rozdílů mezi vzorky je nyní vhodné výsledky sensorické analýzy statisticky vyhodnotit. Protože úkolem bylo zjistit, zda mezi dvěma libovolnými vzorky existují průkazné rozdíly, je nyní vhodné postupovat podle Friedmana. Pro výpočet se použije následující vzorec:

$$F = \frac{12}{j \times p \times (p + 1)} \times (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p + 1)$$

Kde:

j = počet hodnotitelů

p = počet vzorků

$R_1 - R_p$ = součty pořadí

Dosazení do rovnice:

$$j = 31$$

$$p = 4$$

$$R_1 - R_p = 84, 76, 63, 89$$

$$F = \frac{12}{31 \times 4 \times (4 + 1)} \times (84^2 + 76^2 + 63^2 + 89^2) - 3 \times 31 \times (4 + 1)$$

$$F = 13,49$$

Výsledek se nyní porovná s tabulkou č. 3.

Tabulka č. 3 Kritické hodnoty rozdělení χ^2 pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$

Počet srovnávaných vzorků	Pro $P = 95 \%$	Pro $P = 99 \%$
2	3,84	6,63
3	5,99	9,21
4	7,81	11,34
5	9,49	13,28
6	11,07	15,09
7	12,59	16,81
8	14,07	18,47
9	15,51	20,09
10	16,92	21,67

Výsledná hodnota 13,49 se porovná s hodnotou v tabulce pro 4 vzorky a pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$. Hraniční hodnota ($\chi^2 = 7,81$) je nižší než výsledná hodnota 13,49 a znamená to tedy, že v souboru existují průkazné rozdíly.

Kvůli zjištění mezi kterými vzorky existují průkazné rozdíly, se dále postupuje podle následujícího vzorce:

$$| R_i - R_j | > k \times \sqrt{\frac{j \times p \times (p + 1)}{6}}$$

Kde:

j = počet hodnotitelů

p = počet vzorků

k = konstanta 1,96 pro $P = 95 \%$ nebo 2,576 pro $P = 99 \%$

$R_i - R_j$ = součty pořadí

Dosazení do rovnice:

$$j = 31$$

$$p = 4$$

$k = 1,96$ pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$

$$| R_i - R_j | > 1,96 \times \sqrt{\frac{31 \times 4 \times (4 + 1)}{6}} = 19,92$$

Z výše uvedeného vyplývá, že při absolutním rozdílu součtu pořadí rovným 19 nebo menším se vzorky od sebe významně neliší, při rozdílu 20 a vyšším se již liší.

Absolutní rozdíly:

$$A - B: | 84 - 76 | = 8$$

$$A - C: | 84 - 63 | = 21$$

$$A - D: | 84 - 89 | = 5$$

$$B - C: | 76 - 63 | = 13$$

$$B - D: | 76 - 89 | = 13$$

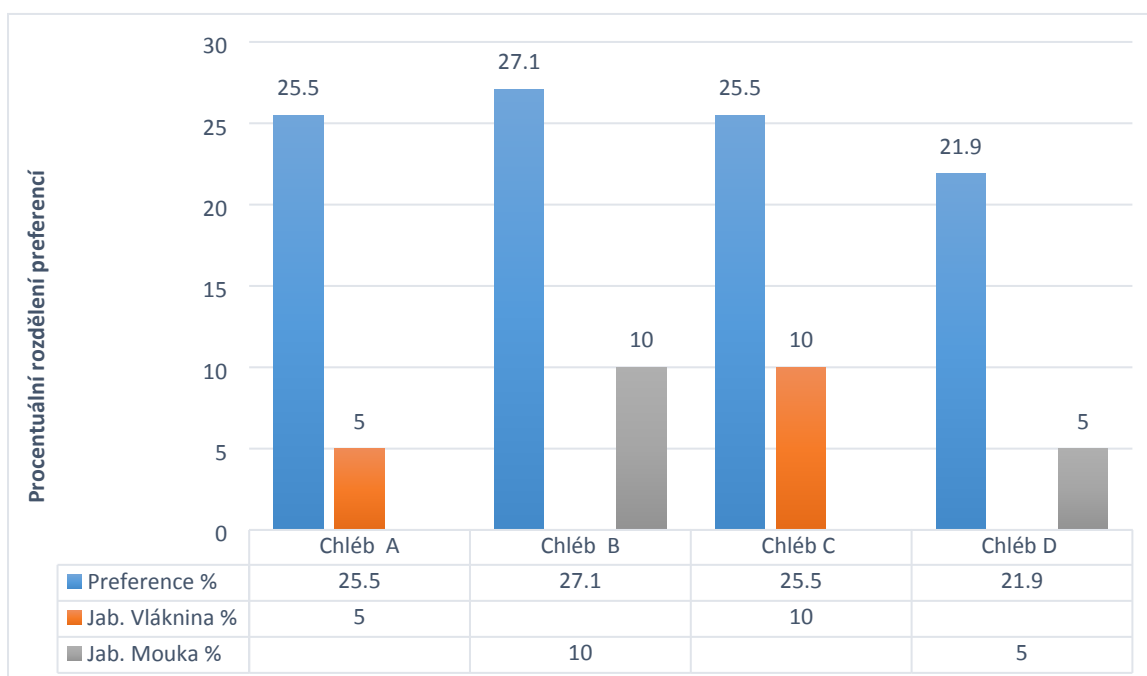
$$C - D: | 63 - 89 | = 26$$

Z vypočítaných absolutních hodnot rozdílů mezi vzorky bylo zjištěno, že mezi vzorky A-C a C-D existují statisticky významné rozdíly. Rozdíl mezi vzorky A a C mohl být způsoben množstvím jablečné vlákniny ve vzorcích – hodnotitelé preferovali vzorek C s větším podílem jablečné vlákniny. Největší zjištěný rozdíl byl mezi vzorky C a D, tedy mezi vzorky s největším podílem jablečné vlákniny a nejmenším podílem jablečné mouky. Z vypočítaných absolutních hodnot lze vyčíst, že hodnotitelé preferovali vzorek s jablečnou vlákninou před vzorkem s jablečnou moukou.

4.2 Výsledky pořadové preferenční zkoušky u hodnoceného parametru vůně

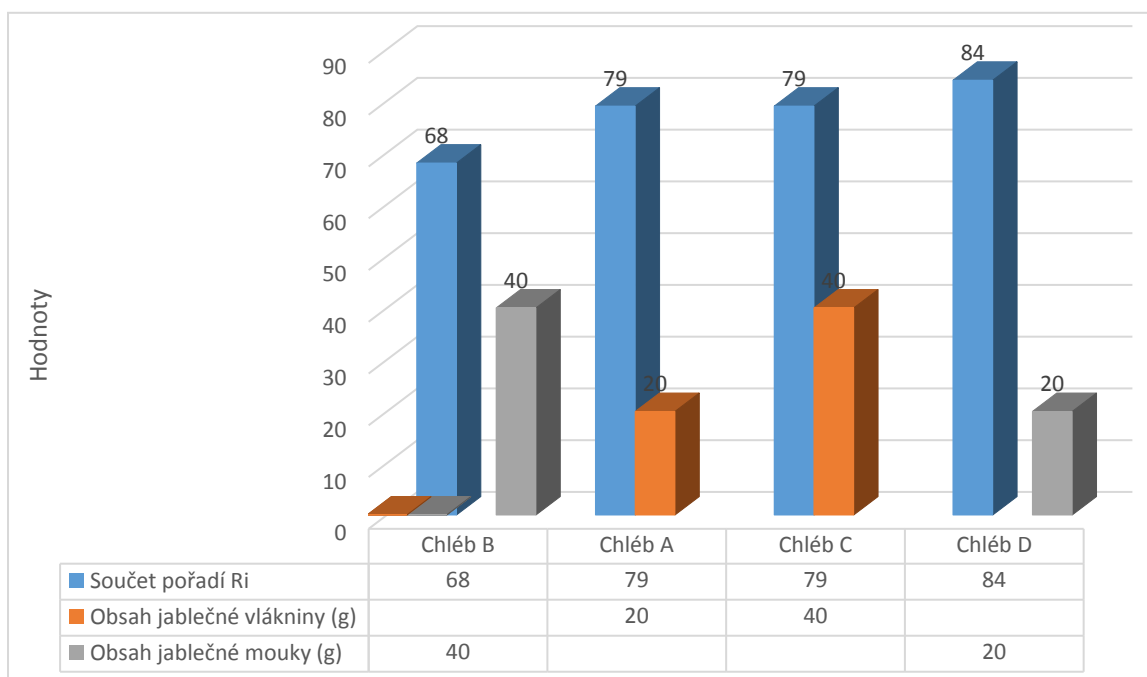
Parametr vůně byl zvolen proto, aby bylo zjištěno, jak hodnotitelé vyhodnotí specifickou vůni pečiva s příměsí jablečné mouky nebo s příměsí jablečné vlákniny. Na grafu č. 3 je zobrazeno procentuální rozdělení preferencí hodnotitelů u parametru vůně.

Graf č. 3 Procentuální zobrazení pořadové preferenční zkoušky u hodnoceného parametru vůně



V grafu č. 4 jsou znázorněny výsledky pořadové preferenční zkoušky seřazené od nejpreferovanějšího chleba označeného písmenem B, po nejméně preferovaný chléb D. Zároveň je součástí grafu i obsah jablečné vlákniny nebo jablečné mouky.

Graf č. 4 Grafické znázornění výsledků pořadové preferenční zkoušky parametru vůně a obsahu jablečné vlákniny nebo jablečné mouky



Výpočet podle Friedmana

Kvůli zjištění průkaznosti rozdílů mezi vzorky je nyní vhodné výsledky sensorické analýzy statisticky vyhodnotit. Protože úkolem bylo zjistit, zda mezi dvěma libovolnými vzorky existují průkazné rozdíly, je nyní vhodné postupovat podle Friedmana. Pro výpočet se použije následující vzorec:

$$F = \frac{12}{j \times p \times (p + 1)} \times (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p + 1)$$

Kde:

j = počet hodnotitelů

p = počet vzorků

$R_1 - R_p$ = součty pořadí

Dosazení do rovnice:

j = 31

p = 4

$$R_1 - R_p = 79, 68, 79, 84$$

$$F = \frac{12}{31 \times 4 \times (4 + 1)} \times (79^2 + 68^2 + 79^2 + 84^2) - 3 \times 31 \times (4 + 1)$$

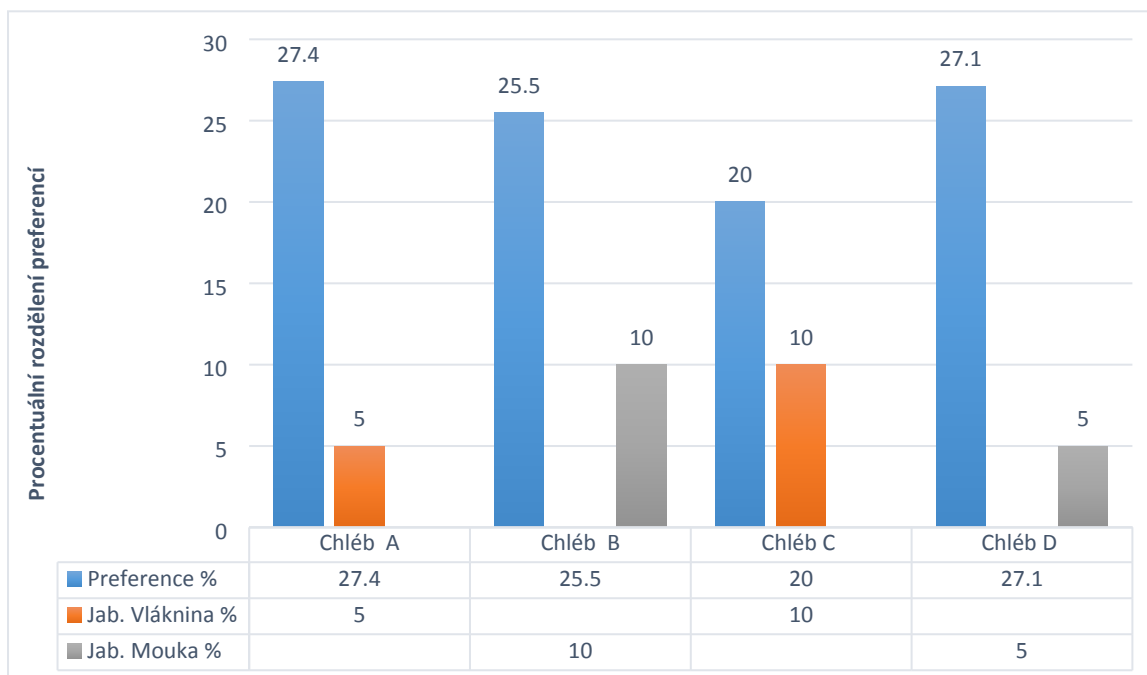
$$F = 2,65$$

Výsledek se nyní porovná s tabulkou č. 3. Výsledná hodnota 2,65 je nižší, než hraniční hodnota pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$ a pro 4 vzorky, která je $\chi^2 = 7,81$. To znamená, že v souboru neexistují průkazné rozdíly.

4.3 Výsledky pořadové preferenční zkoušky u hodnoceného parametru textura

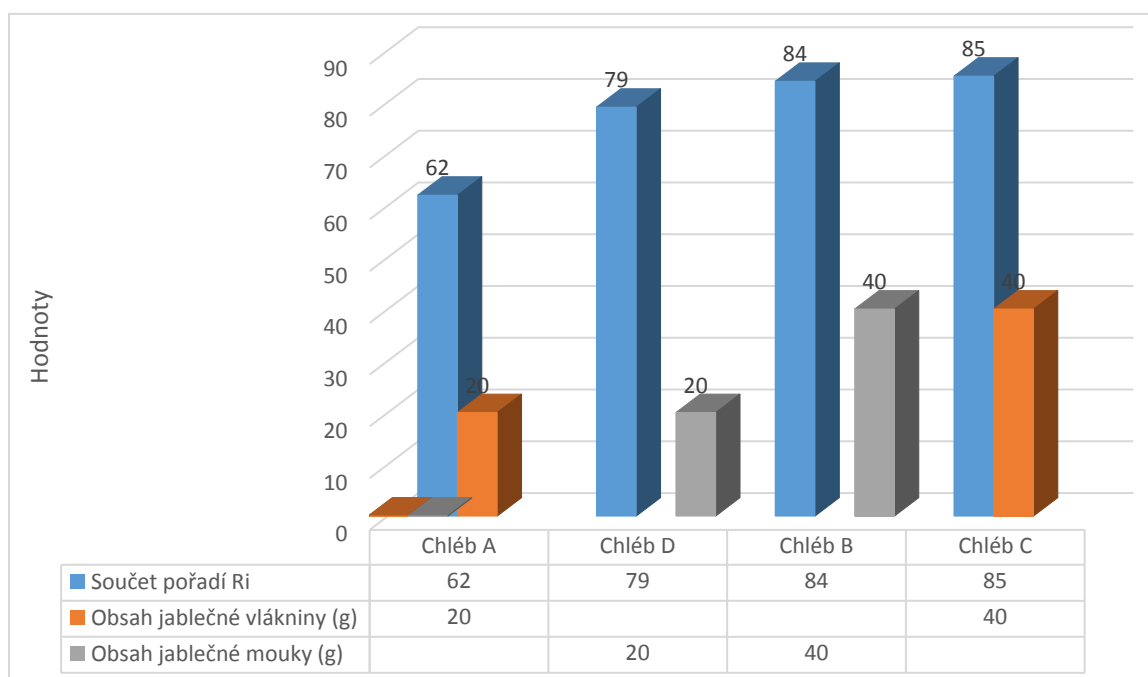
Parametr textura byl zvolen proto, aby bylo zjištěno, jak hodnotitelé vyhodnotí specifickou texturu bezlepkového pečiva s příměsí jablečné mouky nebo s příměsí jablečné vlákniny. Na grafu č. 5 je zobrazeno procentuální rozdělení preferencí hodnotitelů u parametru textura.

Graf č. 5 Procentuální zobrazení pořadové preferenční zkoušky u hodnoceného parametru textura



V grafu č. 6 jsou znázorněny výsledky pořadové preferenční zkoušky seřazené od nejpreferovanějšího chleba označeného písmenem A, po nejméně preferovaný chléb C. Zároveň je součástí grafu i obsah jablečné vlákniny nebo jablečné mouky.

Graf č. 6 Grafické znázornění výsledků pořadové preferenční zkoušky parametru textura a obsahu jablečné vlákniny nebo jablečné mouky



Výpočet podle Friedmana

Kvůli zjištění průkaznosti rozdílů mezi vzorky je nyní vhodné výsledky sensorické analýzy statisticky vyhodnotit. Protože úkolem bylo zjistit, zda mezi dvěma libovolnými vzorky existují průkazné rozdíly, je nyní vhodné postupovat podle Friedmana. Pro výpočet se použije následující vzorec:

$$F = \frac{12}{j \times p \times (p + 1)} \times (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p + 1)$$

Kde:

j = počet hodnotitelů

p = počet vzorků

$R_1 - R_p$ = součty pořadí

Dosazení do rovnice:

$$j = 31$$

$$p = 4$$

$$R_1 - R_p = 62, 84, 85, 79$$

$$F = \frac{12}{31 \times 4 \times (4 + 1)} \times (62^2 + 84^2 + 85^2 + 79^2) - 3 \times 31 \times (4 + 1)$$

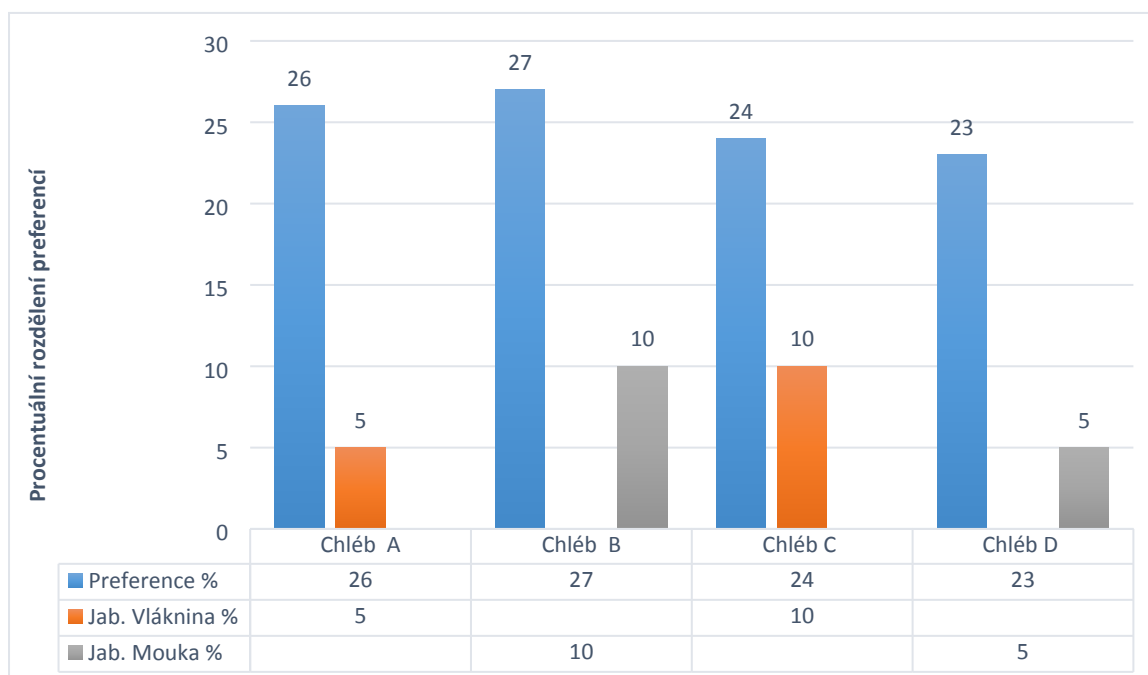
$$F = 6,6$$

Výsledek se nyní porovná s tabulkou č. 3. Výsledná hodnota 6,6 je nižší, než hraniční hodnota pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$ a pro 4 vzorky, která je $\chi^2 = 7,81$. To znamená, že v souboru neexistují průkazné rozdíly.

4.4 Výsledky celkového pořadí pořadové preferenční zkoušky u hodnotitelů mužského pohlaví

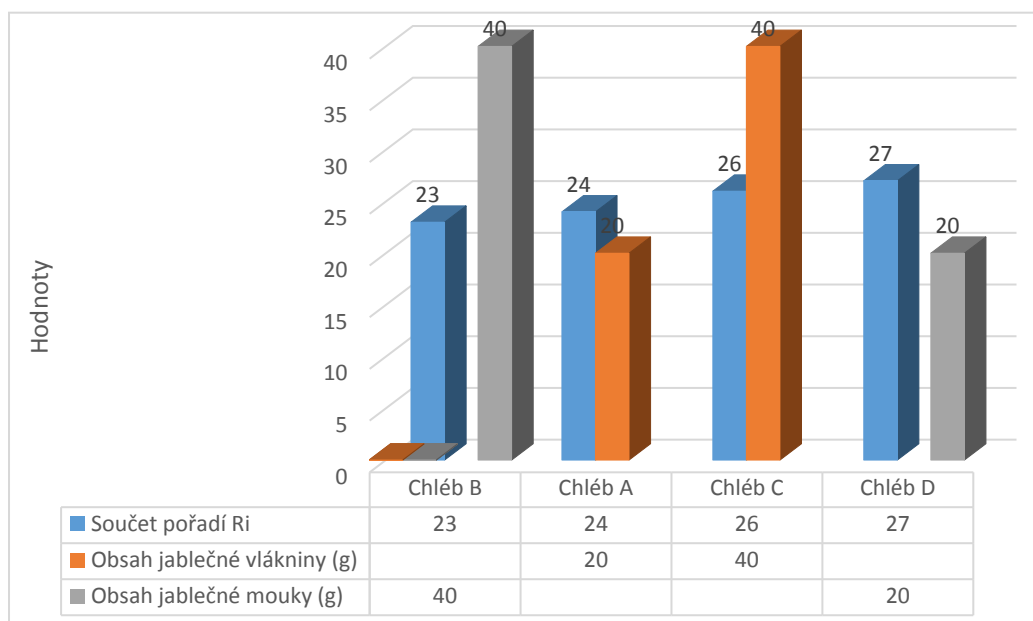
Na grafu č. 7 je zobrazeno procentuální rozdělení celkového hodnocení u mužských hodnotitelů.

Graf č. 7 Procentuální zobrazení pořadové preferenční zkoušky celkového hodnocení u mužských hodnotitelů



V grafu č. 8 jsou znázorněny výsledky pořadové preferenční zkoušky seřazené od nejpreferovanějšího chleba označeného písmenem B, po nejméně preferovaný chléb D. Zároveň je součástí grafu i obsah jablečné vlákniny nebo jablečné mouky.

Graf č. 8 Grafické znázornění výsledků pořadové preferenční zkoušky celkového hodnocení u mužských hodnotitelů a obsahu jablečné vlákniny nebo jablečné mouky



Výpočet podle Friedmana

Kvůli zjištění průkaznosti rozdílů mezi vzorky je nyní vhodné výsledky senzoričké analýzy statisticky vyhodnotit. Protože úkolem bylo zjistit, zda mezi dvěma libovolnými vzorky existují průkazné rozdíly, je nyní vhodné postupovat podle Friedmana. Pro výpočet se použije následující vzorec:

$$F = \frac{12}{j \times p \times (p + 1)} \times (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p + 1)$$

Kde:

j = počet hodnotitelů

p = počet vzorků

$R_1 - R_p$ = součty pořadí

Dosazení do rovnice:

$$j = 31$$

$$p = 4$$

$$R_1 - R_p = 24, 23, 26, 27$$

$$F = \frac{12}{10 \times 4 \times (4 + 1)} \times (24^2 + 23^2 + 26^2 + 27^2) - 3 \times 10 \times (4 + 1)$$

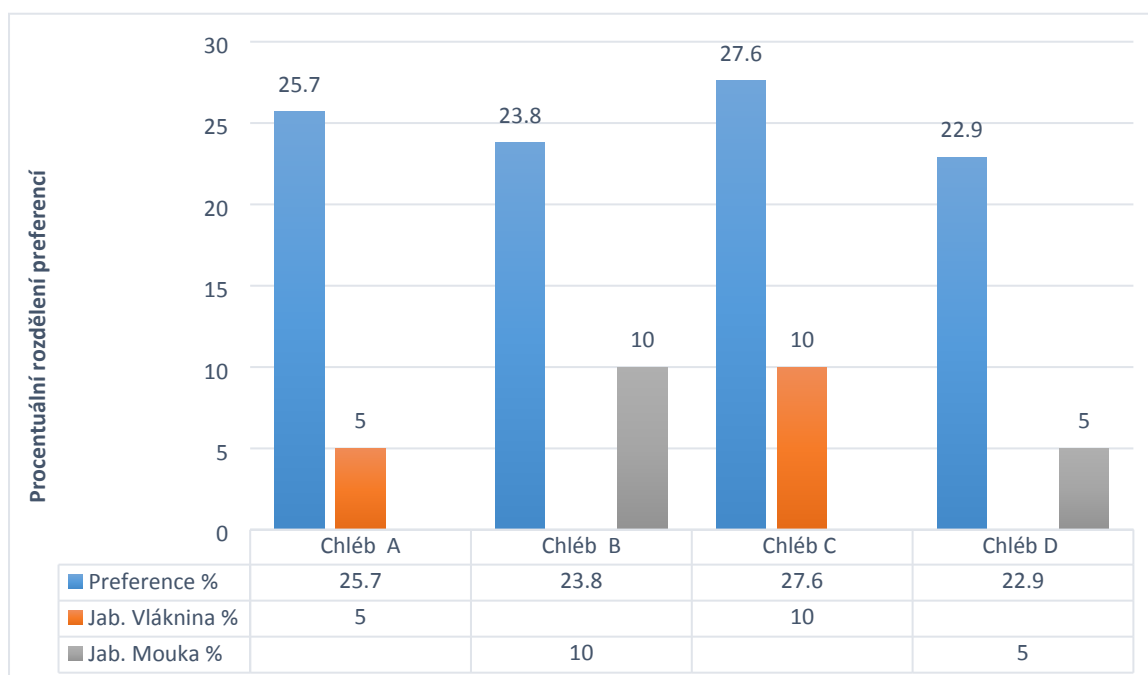
$$F = 0,6$$

Výsledek se nyní porovná s tabulkou č. 3. Výsledná hodnota 0,6 je nižší, než hraniční hodnota pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$ a pro 4 vzorky, která je $\chi^2 = 7,81$. To znamená, že v souboru neexistují průkazné rozdíly.

4.5 Výsledky celkového pořadí pořadové preferenční zkoušky u hodnotitelů ženského pohlaví

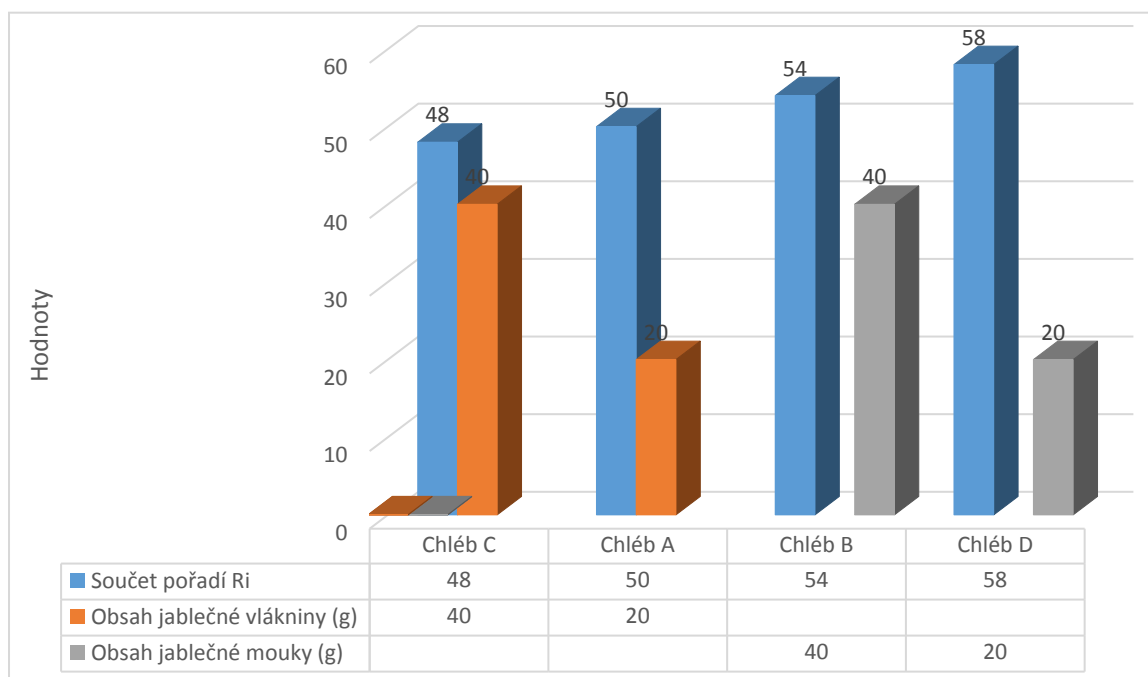
Na grafu č. 9 je zobrazeno procentuální rozdělení celkového hodnocení u ženských hodnotitelů.

Graf č. 9 Procentuální zobrazení pořadové preferenční zkoušky celkového hodnocení u ženských hodnotitelů



V grafu č. 10 jsou znázorněny výsledky pořadové preferenční zkoušky seřazené od nejpreferovanějšího chleba označeného písmenem C, po nejméně preferovaný chléb D. Zároveň je součástí grafu i obsah jablečné vlákniny nebo jablečné mouky.

Graf č. 10 Grafické znázornění výsledků pořadové preferenční zkoušky celkového hodnocení u ženských hodnotitelů a obsahu jablečné vlákniny nebo jablečné mouky



Výpočet podle Friedmana

Kvůli zjištění průkaznosti rozdílů mezi vzorky je nyní vhodné výsledky senzorké analýzy statisticky vyhodnotit. Protože úkolem bylo zjistit, zda mezi dvěma libovolnými vzorky existují průkazné rozdíly, je nyní vhodné postupovat podle Friedmana. Pro výpočet se použije následující vzorec:

$$F = \frac{12}{j \times p \times (p + 1)} \times (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p + 1)$$

Kde:

j = počet hodnotitelů

p = počet vzorků

$R_1 - R_p$ = součty pořadí

Dosazení do rovnice:

$$j = 21$$

$$p = 4$$

$$R_1 - R_p = 50, 54, 48, 58$$

$$F = \frac{12}{21 \times 4 \times (4 + 1)} \times (50^2 + 54^2 + 48^2 + 58^2) - 3 \times 21 \times (4 + 1)$$

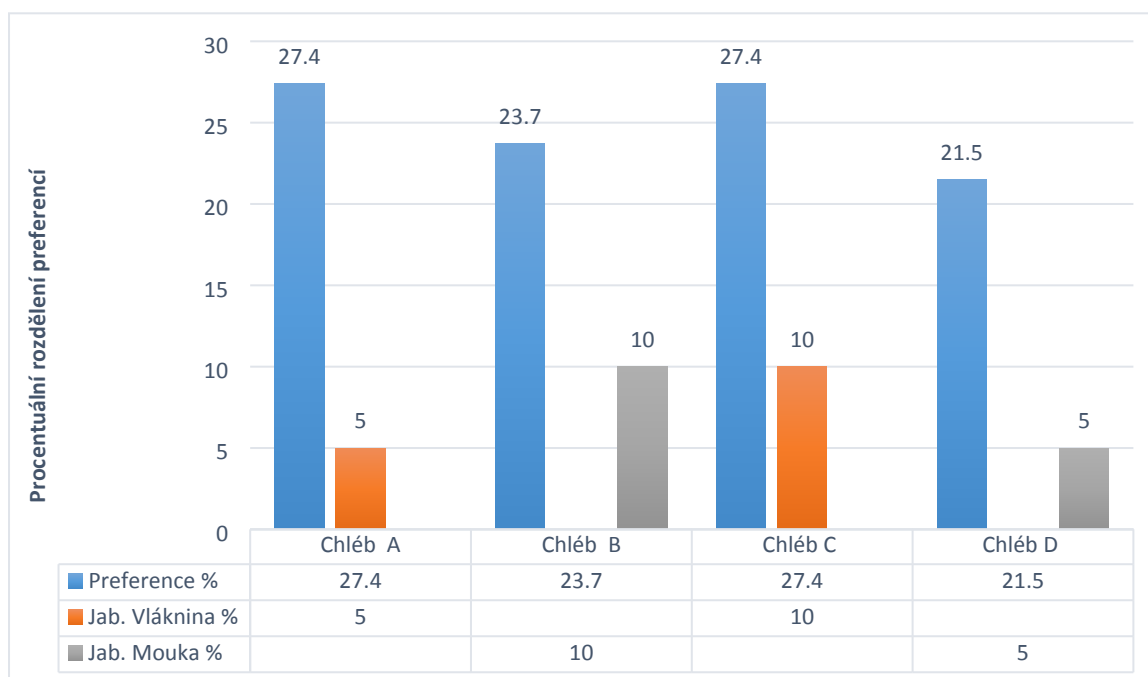
$$F = 1,69$$

Výsledek se nyní porovná s tabulkou č. 3. Výsledná hodnota 1,69 je nižší, než hraniční hodnota pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$ a pro 4 vzorky, která je $\chi^2 = 7,81$. To znamená, že v souboru neexistují průkazné rozdíly.

4.6 Výsledky celkového pořadí pořadové preferenční zkoušky u všech hodnotitelů

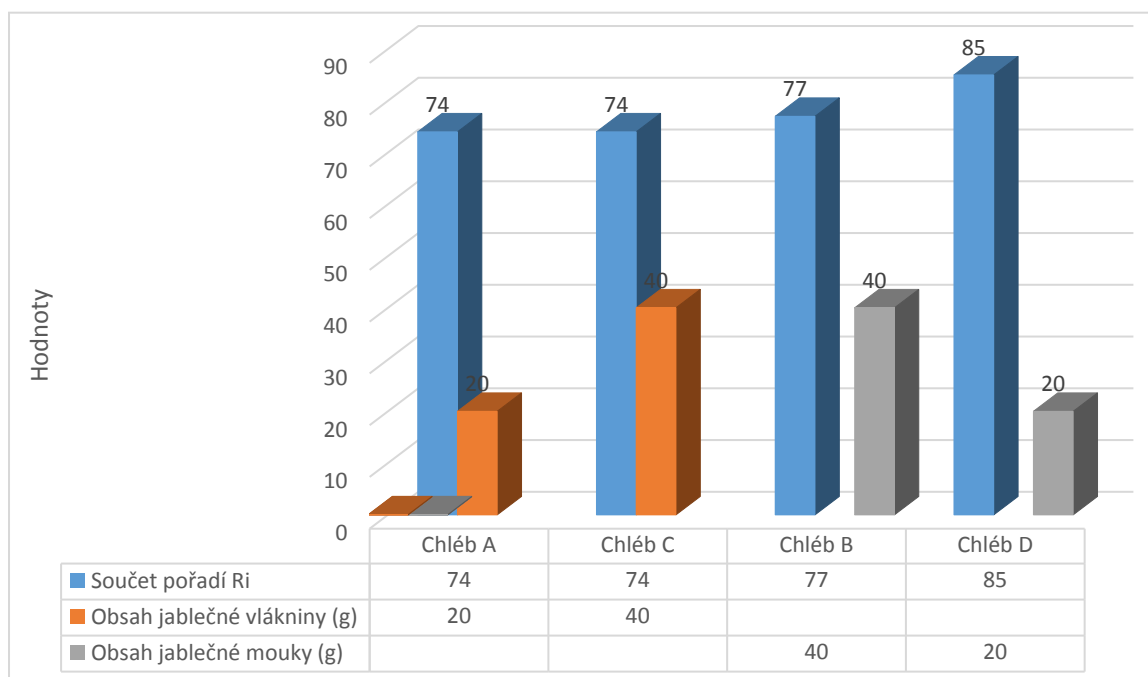
Na grafu č. 11 je zobrazeno procentuální rozdělení celkového hodnocení u všech hodnotitelů.

Graf č. 11 Procentuální zobrazení pořadové preferenční zkoušky celkového hodnocení u všech hodnotitelů



V grafu č. 12 jsou znázorněny výsledky pořadové preferenční zkoušky seřazené od nejpreferovanějších vzorků chleba označených písmeny A a C, po nejméně preferovaný chléb D. Zároveň je součástí grafu i obsah jablečné vlákniny nebo jablečné mouky.

Graf č. 12 Grafické znázornění výsledků pořadové preferenční zkoušky celkového hodnocení u ženských hodnotitelů a obsahu jablečné vlákniny nebo jablečné mouky



Výpočet podle Friedmana

Kvůli zjištění průkaznosti rozdílů mezi vzorky je nyní vhodné výsledky senzoričké analýzy statisticky vyhodnotit. Protože úkolem bylo zjistit, zda mezi dvěma libovolnými vzorky existují průkazné rozdíly, je nyní vhodné postupovat podle Friedmana. Pro výpočet se použije následující vzorec:

$$F = \frac{12}{j \times p \times (p + 1)} \times (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p + 1)$$

Kde:

j = počet hodnotitelů

p = počet vzorků

$R_1 - R_p$ = součty pořadí

Dosazení do rovnice:

$$j = 31$$

$$p = 4$$

$$R_1 - R_p = 74, 77, 74, 85$$

$$F = \frac{12}{31 \times 4 \times (4 + 1)} \times (74^2 + 77^2 + 74^2 + 85^2) - 3 \times 31 \times (4 + 1)$$

$$F = 1,57$$

Výsledek se nyní porovná s tabulkou č. 3. Výsledná hodnota 1,57 je nižší, než hraniční hodnota pro hladinu pravděpodobnosti $P = 95 \%$ a pro 4 vzorky, která je $\chi^2 = 7,81$. To znamená, že v souboru neexistují průkazné rozdíly.

4.7 Vyhodnocení pořadové preferenční zkoušky

Z výsledků celkové pořadové preferenční zkoušky vyplývá, že nejlépe hodnocenými vzorky se u hodnotitelů staly současně chleby A a C, tedy oba chleby obsahující jablečnou vlákninu. Chléb označený písmenem B, který obsahoval 10 % jablečné mouky, byl hodnocen na třetím místě. Nejméně preferovaným vzorkem se stal chléb označený písmenem D, obsahující 5 % jablečné mouky. Protože muži a ženy mají tradičně jiné chuťové preference, bylo přistoupeno k samostatnému hodnocení mužských a ženských hodnotitelů. U mužů byl nejpreferovanější chléb označený písmenem B, chléb s obsahem 10 % jablečné mouky. Naopak nejhůře hodnotili chléb D, který obsahoval 5 % jablečné mouky. Vzorky s vlákninou skončily na pomyslné stupnici uprostřed.

Ženy nejvíce preferovaly chléb označený písmenem C, chléb s největším obsahem jablečné vlákniny. Jako druhý nejlepší vzorek byl hodnocen chléb A, také obsahující jablečnou vlákninu. Jde tedy říci, že ženy upřednostnily chleby s jablečnou vlákninou před vzorky, které obsahovaly jablečnou mouku.

U znaku chuť, při hodnocení pořadové preferenční zkoušky, vybrali hodnotitelé jako nejlepší vzorek chléb C, chléb s největším podílem jablečné vlákniny. Druhý skončil chléb B s největším podílem jablečné mouky. Jako třetí byl ve sledovaném znaku hodnocen chléb A s obsahem 5 % vlákniny. Nejméně oslovil hodnotitele chléb D s 5 % jablečné mouky.

Ve sledovaném znaku vůně se nejpreferovanějším vzorkem stal vzorek označený písmenem B, vzorek s největším obsahem jablečné mouky. Vzorky A a C, které

obsahovaly jablečnou vlákninu, byly shodně hodnoceny na druhém a třetím místě. Nejméně preferovaným vzorkem se u sledovaného znaku stal vzorek označený písmenem D – vzorek s 5 % jablečné mouky.

Jako vzorek s nejlepší texturou byl vybrán hodnotiteli chléb označený písmenem A s 5 % jablečné vlákniny. Na druhém místě skončil vzorek označený jako D s obsahem 5 % jablečné mouky. Chléb označený písmenem B s 10 % jablečné mouky ohodnotili hodnotitelé jako třetí nejlepší. Nejméně preferovaným se stal vzorek C, chléb s 10 % jablečné vlákniny.

4.8 Vyhodnocení práce se vzorky

Na počátku testovacího pokusu bylo ke směsi jedno-druhových bezlepkových mouk přidáno až 20 % jablečné vlákniny a jablečné mouky. Výsledkem bylo, že ani jedno z testovaných těst správně nevykynulo. V následných pokusech byla tedy množství obou aditiv postupně snižována až k 5 % a 10 %. Vzorky s jablečnou moukou kynuly lépe, než vzorky s jablečnou vlákninou a barva střídky byla výrazně světlejší. Chleby s přidavkem jablečné vlákniny měly lepší texturu na řezu, což se projevilo i při hodnocení – nejlépe hodnocenými se staly oba vzorky s vlákninou. Jablečná vláknina obsahuje více pektinu, a textura se jevila jako soudržnější. Chléb, který obsahoval jablečnou moukou, se vzhledově více blížil běžnému pečivu, než chléb s jablečnou vlákninou.

4.9 Diskuze

Nahrazení pšeničné mouky při přípravě chleba představuje zásadní technologickou výzvu, jelikož obsahový lepek je esenciální bílkovina, která přispívá k výslednému vzhledu a struktuře řady pečených výrobků. Kromě toho je „lepková matrice“ hlavním determinantem důležitých reologických vlastností těsta (Wieser, 2007). Naproti tomu těsto bez lepku (BL) není schopno vytvořit proteinovou síť s vlastnostmi podobnými lepku. Následkem toho je v BL produktech kritickým bodem výběr vhodného alternativního zdroje bílkovin, který by měl vykazovat obdobné vlastnosti jako lepek, tedy podporující výslednou pevnou celistvou matici pečeného produktu. Řada studií

vyzdvihuje využitelné vlastnosti vaječných bílkovin pro přípravu BL pečených produktů (Crockett a kol., 2011; Licciardello a kol., 2012). Kromě toho má vaječný bílek výhodu v deficitu proteinů syrovátky, které jsou z diet pro celiaky rovněž preventivně odstraňovány, aby se předešlo případné laktóзовé intoleranci.

Navzdory technologickým zlepšením přetrvávají obavy z adekvátní výživové hodnoty BL stravy, která je často charakteristická nadměrným příjmem sacharidů (cukrů) a sníženým příjmem bílkovin, vitamínů a minerálů. Zvláště častý je nízký obsah vlákniny, která je nezbytná pro správné fungování trávicího traktu (Wild et al., 2010). V důsledku toho by bylo vhodné zavést co nejvíce produktů obohacených o deficitní vlákninu, který by pokryl její doporučený denní příjem 25 g/den (Hager a kol., 2011). Jablečná mouka a jablečná vláknina, které jsou v práci použity, jsou vhodným zdrojem rozpustné i nerozpustné vlákniny pro pacienty s intolerancí lepku. Toto potvrzuje i studie Sotelo a kol. (2007), kde je vyzdvížena rovněž nízká kalorická hodnota a přirozeně nasládlá chuť jablečných produktů jako adekvátní alternativy vlákninového zdroje v BL jídelníčku. Dalším významným aspektem jablečných dužin a vláknin je bohatost na polyfenoly, což jsou složky s antioxidační aktivitou (Bai et al., 2013).

Chleby s přídavkem jablečné vlákniny měly ve výsledku lepší texturu na řezu, což se projevilo i při hodnocení – nejlépe hodnocenými se staly oba vzorky s jablečnou vlákninou. Jablečná vláknina obsahuje více pektinu, a textura se jevila jako soudržnější. Ve studii Bchir a kol. (2014) přídavek jablečné vlákniny ve formě koncentrátu vláknité dužiny výrazně zvýšil poddajnost a výtěžnost těsta. Tento trend lze vysvětlit větší absorpcí vody přidanou vlákninou, což je důležité a využitelné zejména z ekonomického hlediska (Escalada a kol., 2013).

Je však nutné vzít v úvahu, že v této práci mohl být celkový výsledek sensorické analýzy ovlivněn nestejným počtem ženských a mužských hodnotitelů, kteří vykazují rozdílné chuťové preference. Nicméně jak jablečná mouka, tak i jablečná vláknina jsou výživově adekvátní kompenzací nedostatečného množství vlákniny a částečně i vitamínů v BL dietě, a je tedy na konkrétním jedinci, který produkt si nakonec vybere.

5 ZÁVĚR

Lidé postižení nesnášenlivostí lepku, i přes velký pokrok v této oblasti, stále strádají malým výběrem bezlepkových směsí na trhu. Cílem této práce bylo nalézt vhodnou bezlepkovou směs s přídatkem nutričně zlepšujících složek.

Po testování a zkoušení různých směsí s přídatkem nutričně zlepšujících složek, byla vybrána jako zlepšující aditivum jablka, a to ve dvou formách, jablečná vláknina a jablečná mouka. Připraveny byly 4 směsi jedno-druhových bezlepkových mouk, do kterých byla přidána vláknina nebo mouka v množství 5 a 10 %. Následně byly všechny 4 výrobky podrobeny sensorickému hodnocení skupinou hodnotitelů.

Z vyhodnocených dat vyplývá, že chleby obsahující jablečnou vlákninu byly hodnotiteli ze sensorického hlediska celkově preferovanější. Chléb s největším obsahem jablečné vlákniny byl nejlépe hodnocen z hlediska chuti výrobku, s jejím nižším obsahem byl naopak nejlépe hodnocen z hlediska textury. Při preferenční zkoušce vůně výrobků, zvolilo největší množství hodnotitelů chléb s větším podílem jablečné mouky.

V celkovém hodnocení se nejpreferovanějšími staly shodně oba vzorky chleba s jablečnou vlákninou. Při rozdělení hodnotitelů na ženy a muže, zvolili ženští hodnotitelé opět chléb s největším podílem jablečné vlákniny jako nejlepší. Naopak muži vybrali vzorek s největším podílem jablečné mouky.

Závěrem lze tedy doporučit bezlepkovou směs jedno-druhových mouk s přídatkem jablečné vlákniny jako vhodnou pro rozšíření sortimentu dostupných směsí na trhu, a to zejména s ohledem na zdravotní benefity vlákniny a její relativní snadnou dostupnost v našem regionu. Doufejme, že do budoucna, s ohledem na zvyšující se počet celiaků, se budou na trhu objevovat stále nové bezlepkové výrobky, včetně pečiva, které patří mezi základní potraviny. Pro lidi, kteří trpí nesnášenlivostí lepku, je to velká pomoc pro zvládnutí specifického stravovacího režimu.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. AKOBENG, A. K., THOMAS, A. G. 2008: Systematic review: tolerable amount of gluten for people with coeliac disease. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 27(11), 1044-1052.
2. AL-BAWARDY, B., CHAMIL CODIPILLY, D., RUBIO-TAPIA, A., BRUINING, D. H., HANSEL S. L., MURRAY, J. A. 2017: Celiac disease: a clinical review, *Abdominal Radiology*, 42, 351p.
3. ARONSSON, A. C., LEE, H. S., KOLETZKO, S., et al. 2016: Effects of gluten intake on risk of celiac disease: a case-control study on a Swedish Birth cohort. *The Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 14(3), 403-409.
4. BAČÍKOVÁ, H., 2003: Pět věcí, které byste měli vědět o vláknině, [online], [cit. 10. 3.2017], Dostupné z: <https://dieta.vitalia.cz/clanky/5-veci-ktere-byste-meli-vedet-o-vlaknine/>
5. BAI, X., ZHANG, H., REN, S. 2013: Antioxidant activity and HPLC analysis of polyphenol-enriched extracts from industrial apple pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 2502-2506.
6. BASS, S., BOCK, A., GÁLITY, P., MAHR, S. 2013: Celiakie: úspěšná léčba nesnášenlivosti lepku. České vyd. 1. Praha: Jan Vašut, 128 s. ISBN: 978-80-7236-839-6.
7. BCHIR, B., RABETAFIKA, H. N., PAQUOT, M., BLECKER, CH. 2014: Effect of Pear, Apple and Date Fibres from Cooked Fruit By-products on Dough Performance and Bread Quality, *Food Bioprocess Technology*, 7, 1114-1127.
8. BUŠINOVÁ, I. 2007: Bezlepková kuchařka II. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2007, 220 s. ISBN 978-80-247-1270-3.
9. BUTALOVÁ, J., Jablečná mouka.cz [on line], 2017, [cit. 10. 3. 2017], Dostupné z: <http://www.mouky.cz/mouky/eshop/47-1-JABLECNA-MOUKA>
10. CROCKETT, R., IE, P., VODOVOTZ, Y. 2011: Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread. *Food Chemistry*, 129, 84-91.
11. ČERVENKOVÁ, R., LUKÁŠ, M. 2006: Celiakie. 1.vyd. Praha: Galén, 2006, 64 s. ISBN 80-7262-425-3

12. DÍTĚ, P. a kol. 2000: Gastroenterologie, Brno: Masarkova univerzita Brno, ISBN 80-210-2379-1.
13. DVOŘÁČEK, V. (ed.), 2012: Využití metody retenční kapacity mouky pro predikci technologické kvality pšenice v České republice. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. ISBN: 978-80-7427-097-0
14. ESCALADA, D., PLA, M., ROJAS, A. M., GERSCHENSON, L. N. 2013: Effect of butternut (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret) fibres on bread making, quality and staling. *Food Bioprocess Technology*, 6, 828-838.
15. FRIČ, P. 2003: Celiakální sprue – aktuální přehled. *Vnitř. Lék.* 49, 465-473.
16. FRIČ, P. 2008: Celiakie – celosvětová choroba mnoha tváří. *Česká a Slovenská Gastroenterologie a Hepatologie*, 62, 4, 187-189.
17. FS: Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten. Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses, vol Adopted in 1979. Amendment: 1983 and 2015. Revision: 2008.
18. HAGER, A., WOLTER, A., CZERNY, M. et al. 2012: Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. *European Food Research and Technology*, 235, 333-344.
19. CHRPOVÁ, D., 2010, S výživou zdravě po celý rok, Praha: Grada, Zdraví & a životní styl, ISBN 978-80-247-2512-3
20. INGR, I., a kol. *Senzorická analýza potravin*, 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 201s. ISBN 978-80-7375-032-9.
21. JEŽEK, F., *Senzorická analýza potravin – Návod na cvičení*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014, ISBN 978-80-7305-725-1.
22. JUN, Y., BAE, IY., LEE, S., LEE, HG., Utilisation of preharvest dropped apple peels as a flour substitute for a lower glycaemic index and higher fibre cake, *International Journal of Food Science and Nutrition*, Volume: 65, Issue 1, Pages 62-68, 2013
23. KALÁČ, P., *Funkční potraviny kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona, 2003, ISBN 80-7322-029-6.
24. KOHOUT, P. 2006, Diagnostika a léčba celiakie, *Interní medicína 2006: 7 a 8*, 324-326
25. KOHOUT, P., PAVLÍČKOVÁ, J. 1994: Celiakie- dieta bezlepková. Čestlice: Pavla Momčilová, 128s. ISBN 80901137-6-1
26. KOMPRDA, T., 2009, *Výživou ke zdraví*, Vyd. 1, Velké Bílovice, 110 s. ISBN 978-80-87156-41-4

27. KOTALOVÁ, R., NEVORAL, J., SKÝVOVÁ, D. 1994: Bezlepková dieta, 1. vyd. Praha: Národní centrum podpory zdraví, 15 s.
28. KOVÁŘŮ, D., KNÁPKOVÁ, J. 2013: Bezlepková a bezmléčná dieta. 1.vyd. Brno: CPress, 119 s. ISBN 978-80-264-0185-8
29. KREFT, M., Buckwheat phenolic metabolites in health and disease, Nutrition research reviews, Volume: 29, Issue 1, Pages 30-39, 2016
30. KUPPER, C. 2005: Dietary Guidelines and Implementation for Celiac Disease, Gastroenterology, 128, S121-127.
31. LICCIARDELLO, F., FRISULLO, P., LAVERSE, J., MURATORE, G., DEL NOBILE, M. A. 2012: Effect of sugar, citric acid and egg white type on the microstructural and mechanical properties of meringues. Journal of Food Engineering, 108, 453-462.
32. LIONETTI, E., CASTELLANETA, S., FRANCAVILLA, R., et al. 2014: Introduction of gluten, HLA status, and the risk of celiac disease in children. The New England Journal of Medicine, 371(14), 1295-1303.
33. LIU, W., BRENNAN, M., SERVENTI, L., BRENNAN, CH., Buckwheat flour inclusion in Chinese steamed bread: potential reduction in glycemic response and effects on dough quality, European Food Research and Technology, Volume: 243, Issue 5, Pages 727-734, 2017
34. LUDVIGSSON, J. F., NORDENVALL, C., JARVHOLM, B. 2014: Smoking, use of moist snuff and risk of celiac disease: a prospective study. BMC Gastroenterology, 14(120), 14-120.
35. MARILD, K., YE, W., LEBWOHL, B., et al. 2013: Antibiotic exposure and the development of coeliac disease: a nationwide case-control study. BMC Gastroenterology, 13(109), 13-109.
36. MARILD, K., STEPHANSSON, O., MONTGOMERY, S., MURRAY, J. A., LUDVIGSSON, J. F. 2012: Pregnancy outcome and risk of celiac disease in offspring: a nationwide case-control study. Gastroenterology, 142(1), 39-45.
37. MASOODI, F. A., SHARMA, B., CHAUHAN, G. S., Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes, Plant Foods for Human Nutrition 57: 121-128, 2002
38. MILLS, E. N. C., BREITENDER, H., Food allergy and its relevance to industrial food proteins, Biotechnology Advances 23, 2005, 409-414.
39. NEVORAL, J. a kol. 2003: Výživa v dětském věku. 1. vyd. Praha: H&H, 345-354s. ISBN 80-86022-93-5.

40. NOVÁKOVÁ, E., Jaký je rozdíl mezi guarovou a xantanovou gumou [on line], 2006, [cit.10.3.2017]. Dostupné z: <http://www.bezlepkovadieta.cz/?url=potraviny-obecne&clanek=3040>.
41. NOVÁKOVÁ, E., Xantanová guma, Co to je [on line], 2004, [cit.10.3.2017]. Dostupné z: <http://www.bezlepkovadieta.cz/?url=potraviny-obecne&clanek=1432>.
42. PAMPLONA-ROGER, GD., Encyklopedie léčivých potravin, Advent-Orion, 2009, 391s. ISBN 80-7172-542-0
43. PATEL, A. H., LOFTUS, E. V., MURRAY, J. A., et al. 2001: Cigarette smoking and celiac sprue: a case-control study. *American Journal of Gastroenterology*, 96(8), 2388-2391.
44. PAVELKOVÁ K., KUBÍK M. 2016, Označování potravin z hlediska obsahu lepku [online], [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/oznacovani-potravin-z-hlediska-obsahu-lepku.aspx>
45. PELIKÁN, M., SÁKOVÁ, L., *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. 1. vyd. České Budějovice: ZFJU, 2001, 233s. ISBN 80-7040-502-3.
46. PELIKÁN, M., *Stručná charakteristika a užití jednotlivých obilovin*, Praha: Agral, *Potravinářská revue*, 2005, č. 1, str. 16, ISSN 1801-9102
47. POKORNÝ, J., VALENTOVÁ H. a PUDIL, F., *Senzorická analýza potravin: Laboratorní cvičení*. 2.vyd. Praha: VŠCHT, 2013, 62s. ISBN 978-80-7080-278-6.
48. RASHTAK, S., MURRAY, J. A. 2012: Review article: celiac disease, new approaches to therapy. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 35(7), 768-781.
49. RUJNER, J., CICHANŠKÁ, B. 2006: *Bezlepková a bezmléčná dieta*. Brno: Computer Press, 106 s. ISBN 80-251-0775-2
50. RYSOVÁ, J., DOSTÁLOVÁ, J., *Výživa a potraviny: Časopis Společnosti pro výživu*. Praha: Výživaservis s.r.o., ISBN 1211-846X.
51. SCHÄFER, CH., STEMMER, E., *Pečeme zdravě bez lepku*, Praha: Jan Vašut, s.r.o., 2013, 130s. ISBN 978-80-7236-699-6.
52. SOTELO, R., GIRAUDO, M., AEBERHARD, C. et al. 2007: Reciclo de pulpa de manzana para la producción de alimentos (Barra Energética Fibroproteica). *Mundo Alimentario*, enero/febrero. 26-30.
53. TORRES, MD., ARUFE, S., CHENLO, F., MOREIRA, R., Coeliacs cannot live by gluten-free bread alone – every once in awhile they need antioxidants, *International Journal of Food and Technology*, Volume: 52, Issue 1, Pages 81-90, 2017

54. USHAN, S., KALIA, K., SHARMA, M., SINGH, B., AHUJA, P. S. 2008: Processing of Apple Pomace for Bioactive Molecules, *Critical Reviews in Biotechnology*, 28 (4), 285-296.
55. VALÍČEK, P. 2002: *Užitkové rostliny tropů a subtropů*, 2. vyd. Praha: Academia, 486 s. ISBN 80200000031.
56. VRÁNOVÁ, D. 2013: *Chronická onemocnění a doporučená výživová opatření*. Olomouc: ANAG, 183 s. ISBN: 978-80-7263-788-1
57. WIESER, H. 2007: Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24, 115-119.
58. WIESER, H., KOEHLER, P., KONITZER, K. 2014: *Celiac disease and gluten-multidisciplinary challenges and opportunities*. 1st ed. Amsterdam, New York, San Diego: Academic Press Elsevier, 264 pp.
59. WILD, D., ROBINS, G. G., BURLEY, V. J., HOWDLE, P. D. 2010: Evidence of high sugar intake, and low fibre and mineral intake, in the gluten-free diet. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 32, 573-581.
60. YANO, H., FUKUI, A., KAJIWARA, K. 2017: Development of gluten-free rice bread: Pickering stabilization as a possible batter-swelling mechanism, *LWT – Food Science and Technology*, 79, 632-639.

7 PŘÍLOHY

Vzorový protokol senzoričkého hodnocení

Senzoričké hodnocení pečiva – Protokol

Jméno:

Datum:

Pokyny k hodnocení: Ochutnejte postupně všechny vzorky na talířku před Vámi označené písmeny A, B, C, D a seřaďte je za sebou podle jakosti. Výsledky запиšte do tabulky. Ochutnávat vzorky můžete libovolně často, a mezi ochutnávkami je zapíjet neperlivou vodou, která bude fungovat jako neutralizátor chuti.

1) Hodnocení vůně výrobku

Pořadí	Vzorek	Nápověda
1.		Příjemná
2.		
3.		
4.		Nepříjemná

2) Hodnocení chuti výrobku

Pořadí	Vzorek	Nápověda
1.		Nejlepší
2.		
3.		
4.		Nejhorší

3) Hodnocení textury výrobku

Pořadí	Vzorek	Nápověda
1.		Nejlepší
2.		
3.		
4.		Nejhorší

4) Celkové hodnocení pečiva

Pořadí	Vzorek	Nápověda
1.		Nejlepší
2.		
3.		
4.		Nejhorší

